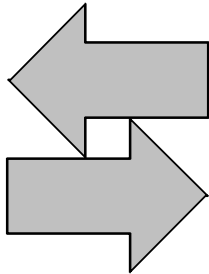


Forschungsprogramm
Energiewirtschaftliche Grundlagen



**Wirtschaftliche Auswirkungen der
Volksinitiativen „Strom ohne Atom“ und
„MoratoriumPlus“**

Analyse mit einem Gleichgewichtsmodell

Ausgearbeitet durch

André Müller, Marcel Wickart, Renger van Nieuwkoop

ECOPLAN Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern

im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Februar 2001

Impressum:

Das Projekt wurde durch eine Arbeitsgruppe begleitet:

Christian Albrecht, SECO

Conrad U. Brunner

Dr. Felix R. Bruppacher, Vertreter Elektrizitätswirtschaft

Andrea Burkhardt, BUWAL

Kurt Infanger, Bundesamt für Raumentwicklung

Prof. Eberhard Jochem, CEPE, ETH, Zürich

Prof. Claude Jeanrenaud, Université Neuchâtel

Andreas Liechti, BUWAL

Dr. Ruedi Meier, Leiter Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen - EWG

Vertreter des BFE - Bundesamts für Energie

Martin Renggli, Bundesamt für Energie

Dr. Felix Andrist, Bundesamt für Energie

Ladislav Dolecek, Bundesamt für Energie

Experten der Energieperspektiven

Dr. Bernard Aebischer, CEPE, ETH Zürich

Dr. Walter Baumgartner, Basics AG, Zürich

Konrad Eckerle, Prognos AG, Basel

Konrad Haker, Prognos AG, Basel

Peter Hofer, Prognos AG, Basel

ECOPLAN-Projektteam

André Müller (Projektleitung)

Marcel Wickart (Hauptsachbearbeitung und Modellierung)

Renger van Nieuwkoop

Das ECOPLAN-Projektteam wurde unterstützt durch:

Dr. Christoph Böhringer, ZEW-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogrammes „Energiewirtschaftliche Grundlagen“ des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt ist allein der/die Auftragnehmer/in verantwortlich.

Vertrieb: BBL/EDMZ, 3003 Bern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
Das Wichtigste auf zwei Seiten.....	5
Zusammenfassung	7
L'essentiel en deux pages.....	21
Résumé.....	23
1 Einleitung.....	37
2 Umfeld der Volksinitiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus».....	38
2.1 Die Volksinitiativen im Überblick	38
2.2 Energie- und umweltpolitisches Umfeld	40
3 Berechnungsmodell, Annahmen, Szenarien	42
3.1 Szenarien	42
3.2 Ökonomischer Wirkungsmechanismus.....	44
3.3 Grundmodell	51
3.4 Modellerweiterung „Kernenergieausstieg“	53
3.4.1 Stromproduktionstechnologien.....	53
3.4.2 Preisbildung auf dem Inlandmarkt	56
3.4.3 Elektrizitätssektor	60
3.4.4 Stromexport- und Importpreise, Gas- und Oelpreise	62
3.4.5 Kernenergieersatz: Stromspartechnologien	63
3.4.6 Stilllegungs- und Entsorgungskosten.....	63
3.4.7 Kostentragung eines Kernenergieausstieges: Aktionärsmodell	65
4 Wirtschaftliche Auswirkungen ohne Einhaltung von CO₂- Zielen.....	66
4.1 Makroökonomische Effekte	66
4.2 Beschäftigung.....	73
4.3 Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtseffekte.....	73
4.4 Verteilungswirkungen	75
4.5 Auswirkungen auf die Branchen	78
4.6 Aussenwirtschaftliche Wettbewerbsposition.....	80

5	Wirtschaftliche Auswirkungen bei CO₂-Neutralisierung	82
5.1	Makroökonomische Effekte	84
5.2	Beschäftigung	89
5.3	Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtseffekte.....	90
5.4	Wohlfahrtseffekte unter Berücksichtigung externer Kosten	91
5.5	Soziale Verteilungswirkungen	97
5.6	Auswirkungen auf die Branchen	100
6	Wirtschaftliche Auswirkungen unter Einhaltung der CO₂-Ziele.....	102
7	Sensitivitätsanalyse	105
7.1	Forcierter technischer Fortschritt (Brennstoffzellen)	105
7.2	Tiefere / höhere Substitutionselastizitäten	107
8	Vergleich mit anderen Studien	113
9	Schlussfolgerungen.....	119
Anhang		123
10	Stromproduktionstechnologien: Annahmen	125
11	Das Grundmodell im Überblick.....	131
12	Detailresultate	140
Quellenverzeichnis		151

Abkürzungsverzeichnis

BFE	Bundesamt für Energie
BGM	Berechenbares Gleichgewichtsmodell
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandprodukt
BKW	BKW FMB Energie AG
CHF	Schweizer Franken
EnG	Energiegesetz
GuD-Anlage	Gas- und Dampfturbinen-Anlage
HEV	Hicksche äquivalente Variation
IOT	Input-Output-Tabelle
KKBI	Kernkraftwerk Beznau I
KKBII	Kernkraftwerk Beznau II
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk
kWh	Kilowattstunden
MWST	Mehrwertsteuer
NAI	Nicht amortisierbare Investitionen
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke
UAK	Unterausschuss Kernenergie
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung

Das Wichtigste auf zwei Seiten

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat ECOPLAN beauftragt, die wirtschaftlichen Auswirkungen der im September 1999 eingereichten Volksinitiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus» zu untersuchen. Mit den vorliegenden Arbeiten wurde erstmals für die Schweiz ein desaggregiertes volldynamisches Gleichgewichtsmodell mit einem explizit formulierten Stromerzeugungssektor verknüpft. Die Annahmen im Energiebereich sind mit der Prognos-Untersuchung koordiniert, welche ebenfalls im Auftrag des BFE die energiewirtschaftlichen Auswirkungen der beiden Initiativen untersucht hat.

Die **Initiative «Strom ohne Atom»** will schrittweise aus der Kernenergie aussteigen und begrenzt die Laufzeit der fünf schweizerischen Kernkraftwerke auf 30 Jahre. Die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerung zur Initiative «Strom ohne Atom» lauten:

Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» ist möglich - gratis ist der Ausstieg allerdings nicht.

Um den Ausstieg gemäss den Vorgaben der Initiative «Strom ohne Atom» zu ermöglichen, ist eine Reregulierung des liberalisierten Strommarktes nötig: Der Zubau von WKK-Anlagen als Ersatztechnologie für die Kernkraftwerke (KKW) kann über ein Zertifikatesystem gesteuert werden.

Der vorzeitige Ausstieg wird die Strompreise in der Schweiz um maximal 20% im Vergleich zur Referenzentwicklung (liberalisierter Strommarkt, Laufzeit der KKW von bis zu 60 Jahren) anheben. Die Strompreise steigen, weil der Ersatz der KKW vor allem mit neuen inländischen nicht nuklearen Anlagen erfolgt und nur sehr eingeschränkt durch Stromimporte. Dies hat negative Auswirkungen auf die Wirtschaft. So sinkt das Bruttoinlandprodukt (BIP) um rund 0.6% und es ist mit Wohlfahrtseinbussen von 0.14 BIP% oder jährlich 750 Mio. CHF zu rechnen. Weiter muss auf Grund der doch recht beträchtlichen Strompreiserhöhung mit einem nicht unerheblichen Strukturwandel gerechnet werden. Insbesondere die stromintensiven Branchen Papier und Textil weisen beträchtliche Umsatzeinbussen auf. Auch bei den Arbeitsplätzen rechnen wir mit - allerdings relativ geringen - Einbussen von rund 3500 Arbeitsplätzen.

Ein vorzeitiger Ausstieg ohne zusätzliche CO₂-Emissionen ist machbar - die CO₂-Neutralisierung belastet aber die Wirtschaft.

Ein vorzeitiger Ausstieg gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» würde - ohne besondere Massnahmen - die CO₂-Bilanz der Schweiz verschlechtern. Die CO₂-Bilanz könnte mit einer CO₂-Abgabe wieder ausgeglichen werden. Wir rechnen damit, dass für einen CO₂-neutralen Ausstieg eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 40 CHF/Tonnen CO₂ auf Brenn- und Treibstoffen nötig ist. Die CO₂-Abgabe belastet die Wirtschaft und führt zu leichten Wohlfahrtseinbussen. Insgesamt ist bei einem CO₂-neutralen Ausstieg eine Reduktion des BIPs um gut 0.7% zu erwarten. Die Wohlfahrtseinbussen betragen rund 0.19 BIP% oder rund 1 Mrd. CHF pro Jahr. Auch die Beschäftigung ist bei einem Arbeitsplatzverlust von 4400 Stellen leicht rückläufig.

Ein vorzeitiger Ausstieg unter Einhaltung der CO₂-Ziele ist möglich - allerdings ist dazu eine hohe CO₂-Abgabe erforderlich.

Gemäss unseren Abschätzungen werden im Referenzfall - also ohne Ausstieg aus der Kernenergie - die CO₂-Ziele gemäss CO₂-Gesetz nicht erreicht. Wir rechnen damit, dass

auch ohne Ausstieg aus der Kernenergie eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 210 CHF/Tonne CO₂ für Treibstoffe und 30 CHF/Tonne CO₂ für Brennstoffe nötig ist. Sollen die CO₂-Ziele auch bei einem vorzeitigen Ausstieg eingehalten werden, so ist der Abgabesatz bei den Brennstoffen von 30 CHF/Tonne CO₂ auf 90 CHF/Tonne CO₂ anzuheben.

Für die gesamtwirtschaftliche Beurteilung der Initiative «Strom ohne Atom» sind die externen Risikokosten eines KKW-Unfalls von Bedeutung.

Bei einem katastrophalen Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk würden zwar die Kernkraftwerkeigner unbeschränkt haften. Diese Haftung ist aber de facto auf ihre Zahlungsfähigkeit beschränkt. Der grösste Teil der Schadenskosten eines KKW-Unfalls müsste die Bevölkerung übernehmen. Mit einem vorzeitigen Ausstieg könnten die Risikokosten reduziert werden. Das Ausmass dieser Risikokostenreduktion ist unklar. Ob sich ein vorzeitiger Ausstieg aus einer gesamtwirtschaftlichen Sicht unter Berücksichtigung der Risikokosten lohnen würde, muss daher offen bleiben.

Die gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtseinbussen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs belaufen sich auf rund 200 Franken pro Haushalt und Jahr. Die Frage nach der Risikobeurteilung kann dementsprechend auch folgendermassen gestellt werden: Sind wir bereit, durchschnittlich 200 Franken pro Haushalt und Jahr zu bezahlen, um das Risiko eines KKW-Unfalls durch einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie zu vermeiden.

Ein möglicher Marktdurchbruch der Brennstoffzellen-Technologie reduziert die volkswirtschaftlichen Kosten eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie.

Würde sich die Brennstoffzellen-Technologie in den nächsten Jahren auf dem Markt zu konkurrenzfähigen Preisen durchsetzen, könnten die volkswirtschaftlichen Kosten eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs halbiert werden.

Die Initiative «MoratoriumPlus» verlangt, dass für die Dauer von 10 Jahren keine Bewilligungen mehr für KKW's erteilt werden. Weiter wird die Nutzungsdauer auf 40 Jahre begrenzt. Eine Verlängerung um 10 Jahre auf 50 Jahre wäre einem referendumspflichtigen Bundesbeschluss unterstellt. Die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerung zur Initiative «MoratoriumPlus» lauten:

Die Initiative «MoratoriumPlus» weist im Vergleich zur Initiative «Strom ohne Atom» deutlich geringere volkswirtschaftliche Verluste auf.

Wird auf eine CO₂-Neutralisierung bei der Initiative «MoratoriumPlus» verzichtet, fallen die wirtschaftlichen Auswirkungen nicht stark ins Gewicht. Die Strompreise steigen in diesem Falle lediglich um rund 2 bis 3%. Das BIP sinkt um rund 0.1%. Die Wohlfahrtseinbussen betragen bei 40 Jahren Laufzeit rund 300 Mio. CHF pro Jahr oder knapp 0.06 BIP%. Bei 50 Jahren Laufzeit ist mit Wohlfahrtseinbussen von jährlich 130 Mio. CHF oder gut 0.02 BIP% zu rechnen. Auf die Beschäftigung hat die Initiative - bei Verzicht auf die CO₂-Neutralisierung - keinen Effekt.

Soll die Initiative «MoratoriumPlus» nicht zu einer Erhöhung der CO₂-Emissionen führen, ist eine CO₂-Abgabe in der Höhe von maximal 45 CHF/Tonne CO₂ nötig. Bei einer Laufzeit von 40 Jahren und einer CO₂-Abgabe von 45 CHF/Tonne CO₂ sinkt das BIP um maximal rund 0.3%. Die Wohlfahrtseinbussen erhöht sich auf rund 430 Mio. CHF pro Jahr, was rund 0.08 BIP% entspricht. Bei einer Laufzeit von 50 Jahren sind auch im Falle einer CO₂-Neutralisierung keine grösseren wirtschaftlichen Effekte zu erwarten.

Zusammenfassung

Einleitung

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat ECOPLAN beauftragt, die wirtschaftlichen Auswirkungen der im September 1999 eingereichten Volksinitiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus» zu untersuchen. Die **Initiative «Strom ohne Atom»** will schrittweise aus der Kernenergie aussteigen und begrenzt die Laufzeit der fünf schweizerischen Kernkraftwerke auf 30 Jahre. Die **Initiative «MoratoriumPlus»** verlangt, dass für die Dauer von 10 Jahren keine Bewilligungen mehr für KKWs erteilt werden. Weiter wird die Nutzungsdauer auf 40 Jahre begrenzt. Eine Verlängerung um 10 Jahre auf 50 Jahre wäre einem referendumspflichtigen Bundesbeschluss unterstellt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt das letzte Betriebsjahr für die beiden Initiativen, wobei für die Initiative «MoratoriumPlus» zwei Varianten mit Laufzeiten von 40 und 50 Jahren dargestellt werden. Die beiden Initiativen werden jeweils mit einer Referenzentwicklung verglichen, für welche vom Auftraggeber eine Laufzeit von 50 Jahren für die drei kleineren KKWs und 60 Jahren für die beiden grösseren KKWs Gösgen und Leibstadt vorgegeben wurde.

Letztes Betriebsjahr der Kernkraftwerke in den einzelnen Szenarien

	Beznau I KKB I	Beznau II KKB II	Mühleberg KKM	Gösgen KKG	Leibstadt KKL
Referenz-Szenarien	2019	2021	2022	2039	2044
«Strom ohne Atom»: SoA-Szenarien	2004	2004	2004	2009	2014
«Moratorium+»: M+ (40)-Szenarien	2009	2011	2012	2019	2024
«Moratorium+»: M+ (50)-Szenarien	2019	2021	2022	2029	2034

Die vorliegende Untersuchung wurde eng mit den Arbeiten von Prognos koordiniert. Prognos war dabei für den energetischen Teil verantwortlich (Energienachfrage, Energieangebot, Kosten der Stromproduktionstechnologien und -sparmassnahmen).

Berechnungsmodell

Mit den vorliegenden Arbeiten wurde erstmals für die Schweiz ein desaggregiertes volldynamisches Gleichgewichtsmodell mit einem explizit formulierten Stromerzeugungssektor verknüpft. Das dynamische, berechenbare Gleichgewichtsmodell erfasst die schweizerische Wirtschaft mit 38 Wirtschaftssektoren, 13 Konsumgütern und 6 verschiedenen Haushalten. Die Produzenten und Konsumenten berücksichtigen in ihren Entscheidungen nicht nur die gegenwärtigen, sondern auch die künftigen Preise und politischen Massnahmen. Auf eine kommende, allfällige Strompreiserhöhung wird also schon frühzeitig reagiert. Für die Analyse eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie

wurde der Elektrizitätssektor mit insgesamt 20 verschiedenen Stromproduktionstechnologien und fünf verschiedenen Nachfragemärkte ergänzt.

Die Verknüpfung zwischen dem volldynamischen Gleichgewichtsmodell und einem explizit formulierten Stromerzeugungssektor hat sich bewährt und wäre auch in anderen Bereichen ein viel versprechendes Instrumentarium zur Analyse von wirtschaftlichen Auswirkungen politischer Massnahmen. Der Vorteil dieser Verknüpfung liegt darin, dass das Gleichgewichtsmodell im Bereich der Stromerzeugung nicht mehr auf die aus vergangenen oder künftigen Werten abgeleiteten oder geschätzten Substitutionsmöglichkeiten angewiesen ist. Die Substitutionsvorgänge sind im Bereich der Stromerzeugungstechnologien explizit modelliert, und es wird im Detail nachvollziehbar, welche Technologien wie eingesetzt werden und welche wirtschaftlichen Auswirkungen dies hat. Mit der Zusammenführung eines dynamischen Gleichgewichtsmodells mit einem auf einem bottom-up-Modell beruhenden Stromsektor war es möglich, folgende volkswirtschaftlichen Effekte eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie modellmässig zu erfassen:

Volkswirtschaftliche Effekte und Kosten

Direkte Kosten und Nutzen eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie

- Verlust an produktivem Elektrizitätsproduktionspotenzial (stranded investments): entspricht der Differenz zwischen dem Marktpreis und den Grenzkosten (v.a. Betriebs- und Unterhaltskosten) der abzuschaltenden Kernkraftwerke. Bei den bestehenden Kernkraftwerken sind keine Kapitalkosten zu berücksichtigen - die Ausgaben für den Bau der Kraftwerke sind bereits getätigt und lassen sich auch bei einem Ausstieg nicht mehr vermeiden („sunk costs“)
- Geringere Kosten für die Entsorgung nuklearer Abfälle
- Wegfall der Kosten zur Ertüchtigung der Kernkraftwerke

Strompreiserhöhungen und vermehrte Investitionen in Ersatztechnologien und Sparmassnahmen haben **indirekte Kosten und Nutzen** zur Folge:

- Mehrausgaben für Strom, Rückgang anderer Ausgaben (Budgeteffekt)
- Substitutionseffekte in Konsum und Produktion, Branchenstrukturwandel (weg von stromintensiven Gütern und Produktionsprozessen)
- Einkommensrückgang bei KKW-Besitzer mit entsprechendem Nachfragerückgang (indirekte Effekte der Kostentragung)
- Anstieg der Produktion und Beschäftigung auf Grund erhöhter Investitionen und Betriebskosten für Ersatzkraftwerke und Stromsparmassnahmen (positiver Investitionseffekt)
- Erhöhte Investitionen im Strombereich führen zur Verdrängung von Investitionen in anderen Bereichen (negativer Investitionseffekt bzw. „crowding out“)
- Veränderung der Import- und Exportstruktur
- Nichtrealisierung von Handelsgewinnen, Veränderung der internationalen Wettbewerbsposition

Weiter führen allfällige **CO₂-Abgaben** zur Minderung der CO₂-Mehremissionen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs zu **positiven und negativen Auswirkungen**:

- negative, „verzerrende“ Abgabewirkung: steigende Energiepreise -> Substitutionseffekte -> schlechtere Aussenhandelsposition -> Rückgang der Investitionen
- positive Wirkungen der Abgaberückerstattung: Faktor Arbeit wird billiger -> positiver Beschäftigungseffekt -> Verbesserung der Wettbewerbsposition arbeitsintensiver Branchen

Annahmen zum Strom- und Energiemarkt

Für die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen sind die Annahmen zum Strommarkt von zentraler Bedeutung:

Stromgestehungskosten von Kernkraftwerken und potenziellen Ersatztechnologien

Die aktuellen Betriebs- und Brennstoffkosten sowie die variablen Entsorgungskosten betragen für die beiden grossen KKW Gösgen und Leibstadt rund 2.5 Rp. pro produzierter kWh Strom. Für die drei kleinen KKW Mühleberg, Beznau I und II liegen diese Kosten bei rund 3.5 Rp./kWh. Für die Ertüchtigung der Laufzeit um 10 Jahre über das 40-ste Lebensjahr hinaus rechnen wir mit zusätzlichen Kosten von rund 0.75 Rp./kWh. Zu beachten ist, dass hier nur die Grenzkosten relevant sind, da die Anfangsinvestitionen in die Kernkraftwerke schon getätigt sind. Die Vollkosten - also inkl. Kapital- und nicht variable Stilllegungs- und Entsorgungskosten - sind bedeutend höher.

Die Vollkosten für die potenziellen Ersatztechnologien liegen über den Grenzkosten der Kernkraftwerke. Für erdgasbefeuerte Wärmekraftkopplungs-Anlagen (WKK-Anlagen) rechnen wir unter Berücksichtigung von zusätzlichen Effizienzsteigerungen mit Stromgestehungskosten von 5.8 bis maximal 10.7 Rp./kWh. Die nicht wärmegekoppelte fossile Stromerzeugung, die bei einem vorzeitigen Ausstieg gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» nicht eingesetzt werden kann, ist mit 6.3 bis maximal 7.4 Rp./kWh günstiger als die WKK-Anlagen.

Nicht nur zusätzliche Stromproduktion sondern auch Stromsparmassnahmen können den Wegfall des KKW-Stroms kompensieren. Wir gehen davon aus, dass ein beträchtliches Potenzial an Stromsparmöglichkeiten realisiert werden kann.

Strommarktregulierung: Zertifikatesystem

In einem offenen, liberalisierten Markt würden sich die Preise, nach dem die Überkapazität abgebaut ist, an den langfristigen Grenzkosten der zuletzt gebauten Kraftwerke ausrichten. Der Markt würde dabei die günstigsten Kraftwerkstechnologien zuerst berücksichtigen. Die Initiative «Strom ohne Atom» schränkt die zur Verfügung stehenden Technologien ein, indem nur erneuerbar oder mittels Wärmekraftkopplung produzierter Strom als Ersatztechnologie in Frage kommen. Der Strommarkt muss deshalb reguliert werden, um den Einsatz der „erlaubten“ Ersatztechnologien zu gewährleisten, da diese teurer sind als die günstigsten auf dem Markt erhältlichen Technologien.

Im Rahmen dieser Studie gehen wir davon aus, dass ein Zertifikatehandel zum Zuge kommt. Ein Zertifikate-Agent legt die Menge der mit erneuerbaren oder WKK-Technologien zu produzierenden Menge jeweils so fest, dass keine zusätzlichen Importe an nicht erneuerbar oder nicht mittels WKK erzeugtem Strom entstehen. Wer in der Schweiz Strom an Endkunden verkauft, müsste dann in einem vom Zertifikate-Agent festgelegten Umfang Zertifikate für erneuerbar oder mittels WKK-Technologie erzeugtem Strom kaufen. Angeboten werden die Zertifikate von den WKK-Produzenten und den Produzenten von erneuerbaren Technologien.

Unterscheidung zwischen Sommer- und Winterstrom, Versorgungssicherheit von 50%

Die am Markt zu erzielenden Preise sind im Winter - auf Grund der grösseren Nachfrage und Angebotsrestriktionen für bestimmte Kraftwerkstypen - höher als im Sommer. Dies ist von Bedeutung, da die Kernkraftwerke mehr Strom im Winter erzeugen, die Ersatz-

technologien vor allem Winterstrom produzieren und Stromeinsparungen (bspw. Ersatz der Elektroheizungen) vor allem den Winterstrom betreffen.

Die Unterscheidung zwischen Sommer- und Winterstrom ist auch hinsichtlich der vom Auftraggeber vorgegebenen Versorgungssicherheit von 50% im Winter relevant. Eine Versorgungssicherheit von 50% im Winter ist dann erreicht, wenn die durchschnittliche Winterstrombeschaffung (heimische Produktion und Bezugsrechte) dem inländischen Winterstromverbrauch entspricht.

Stromüberschuss in Europa drückt auf die Ex- und Importpreise

Auf Grund der Überproduktion in Europa bilden sich im Moment die Strompreise nicht auf Basis der langfristigen sondern auf Basis der kurzfristigen Grenzkosten. Dies betrifft insbesondere die freien Ex- und Importe (also die nicht auf Bezugsrechten basierenden Importe oder Exporte zur Deckung von Lieferverpflichtungen), bei denen wir mit aktuellen Preisen von 3.5 Rp./kWh im Sommer und 4.5 Rp./kWh im Winter rechnen. Wir gehen davon aus, dass die Überproduktion kurz und mittelfristig bestehen bleibt und ab ca. 2010 mit Preisen gerechnet werden muss, die den langfristigen Grenzkosten entsprechen, die wir bei 5 Rp./kWh im Sommer und 6 Rp./kWh im Winter ansetzen.

Diese spezielle Stromüberschusssituation muss berücksichtigt werden, da in den nächsten Jahren für die Schweiz noch mit einem leichten Überschuss an freien Exporten zu rechnen ist. Ein Abschalten eines KKW's kann somit durch den Rückgang an freien Exporten teilweise kompensiert werden.

Leichte Zunahme der Gas- und Oelpreise

Wir gehen davon aus, dass der Weltmarktpreis für Rohöl jährlich um real 1.1% zunimmt. Beim Erdgas wurde vom Prinzip des „anlegbaren Preises“ ausgegangen, was zu einer realen Verteuerung des Gaspreises um jährlich 0.8% führt.

Wirtschaftliche Auswirkungen ohne Einhaltung von CO₂-Zielen

Im Folgenden werden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs resp. der Moratoriums-Szenarien im Vergleich zum Referenzszenario dargestellt. Wobei keine besonderen Massnahmen zur CO₂-Neutralisierung oder zur Erreichung von CO₂-Zielen vorgesehen sind. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die untersuchten Szenarien:

Überblick über die Szenarien ohne CO₂-Neutralisierung und CO₂-Ziele

Szenario	KKW Laufzeit	Energiepolitik	CO ₂ -Ziel erreicht	CO ₂ -Neutralisierung	fossile Stromproduktion ohne Abwärmenutzung zugelassen
Referenz	50/60	Energiegesetz (EnG)	Nein	--	Ja
SoA	30	Energiegesetz (EnG)	Nein	Nein	Nein
M+(40)	40	Energiegesetz (EnG)	Nein	Nein	Ja
M+(50)	50	Energiegesetz (EnG)	Nein	Nein	Ja

Die ausgewiesenen Werte und Grafiken sind als Abweichungen zum Referenzszenario (Referenzwert) zu interpretieren. Wird beispielsweise für das Ausstiegs-Szenario ein BIP-Rückgang von 0.57% im Jahre 2020 festgestellt, so bedeutet dies, dass das BIP-Niveau im Jahre 2020 im Ausstiegs-Szenario um 0.57% tiefer liegt als im Referenzszenario.

In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten makroökonomischen Kennzahlen für das Ausstiegs-Szenario SoA sowie die Moratoriums-Szenarien M+(40) und M+(50) aufgeführt.

Auswirkungen der Szenarien SoA, M+(40) und M+(50) auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zum Referenzszenario)

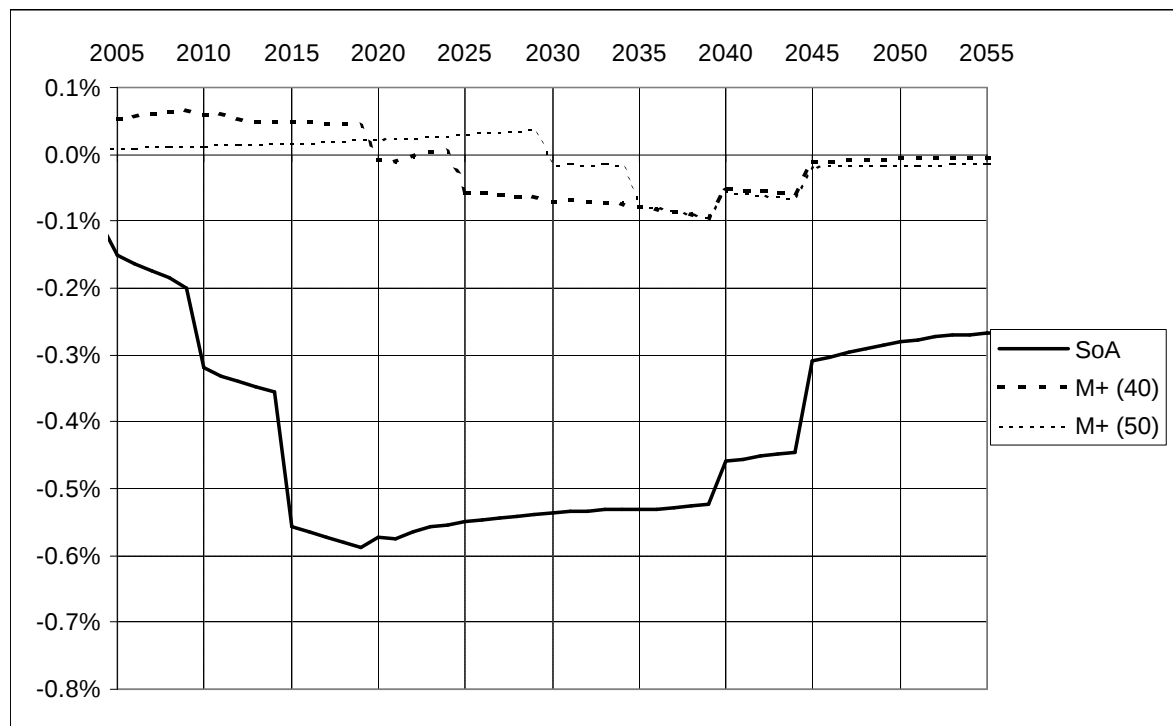
	SoA				M+ (40)					M+ (50)				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
BIP	-0.32%	-0.57%	-0.54%	-0.27%	0.06%	-0.01%	-0.06%	-0.07%	-0.01%	0.01%	0.02%	-0.02%	-0.07%	-0.01%
Inländische Produktion	-0.20%	-0.34%	-0.33%	-0.21%	0.04%	0.02%	0.04%	0.01%	-0.03%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	-0.02%
Wertschöpfung	-0.13%	-0.24%	-0.27%	-0.20%	0.03%	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.05%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%
Arbeitseinsatz	-0.12%	-0.16%	-0.13%	-0.07%	0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.01%
Kapitaleinsatz	-0.14%	-0.35%	-0.45%	-0.34%	0.03%	0.03%	0.02%	-0.01%	-0.08%	0.01%	0.02%	0.05%	0.03%	-0.04%
Konsumausgaben	-0.15%	-0.33%	-0.36%	-0.15%	-0.05%	-0.07%	-0.09%	-0.09%	-0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.04%	-0.05%	-0.01%
Investitionen (exkl. Strombereich)	-1.23%	-1.48%	-1.22%	-0.68%	0.27%	0.04%	-0.04%	-0.07%	0.04%	0.07%	0.11%	0.00%	-0.25%	-0.02%
Stromverbrauch	-4.33%	-8.55%	-7.48%	-0.24%	0.15%	-0.98%	-1.36%	-1.28%	-0.05%	0.00%	0.00%	-1.05%	-0.18%	-0.02%
Energieverbrauch (fossil)	2.27%	7.99%	8.61%	-0.25%	0.03%	5.79%	12.76%	11.26%	-0.05%	0.00%	0.01%	4.99%	11.25%	-0.02%
Exporte	0.02%	-0.10%	-0.09%	-0.23%	0.14%	0.28%	0.43%	0.35%	-0.03%	0.03%	0.04%	0.20%	0.39%	-0.02%
Importe	-0.26%	-0.20%	-0.16%	-0.26%	0.04%	0.16%	0.41%	0.31%	-0.04%	0.01%	0.03%	0.16%	0.34%	-0.02%
Reallohn	-0.21%	-0.34%	-0.33%	-0.17%	0.02%	-0.02%	-0.02%	-0.03%	0.00%	0.01%	0.01%	-0.01%	-0.03%	-0.01%
Kapitalzins	-0.08%	0.07%	0.15%	0.01%	0.01%	-0.02%	0.00%	0.00%	-0.08%	0.00%	0.01%	0.03%	0.02%	-0.02%
Konsumentenpreisindex	0.11%	0.41%	0.48%	0.15%	-0.04%	-0.03%	0.00%	0.01%	-0.09%	-0.01%	0.00%	0.03%	0.02%	-0.01%

Im Gegensatz zum Ausstiegs-Szenario weichen die **Moratoriums-Szenarien** in den wirtschaftlichen Kennwerten kaum vom Referenzszenario ab. Bis zur Abschaltung eines der grossen Kernkraftwerke (Gösgen oder Leibstadt) ergeben sich hinsichtlich der wirtschaftlichen Grössen keine nennenswerten Auswirkungen. Einzig zu vermerken ist, dass sich die Wirtschaft im Vorfeld mit einer leicht erhöhten Investitionstätigkeit auf die kommende, leichte Strompreiserhöhung vorbereitet, was zu einem leicht erhöhten BIP führt (vgl. nachfolgende Grafik). Allerdings halten sich die Anpassungsreaktionen in engen Grenzen, da bei der Stilllegung der Kernkraftwerke in Form der ungekoppelten Wärmekraftwerke eine konkurrenzfähige Technologie bereit steht, die in der Lage ist, genügend Elektrizität zum herrschenden Strompreis zu produzieren. Der durchschnittliche Strompreis steigt denn auch erst bei der Abschaltung der beiden Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt um maximal um 2.5%, was die wirtschaftliche Aktivität leicht dämpft. Im Gegensatz zum vorzeitigen Ausstieg findet bei den Moratoriums-Szenarien kein Umbau der Produktionsstruktur statt. Der Kapital- und Arbeitseinsatz kehrt langfristig auf das Referenzniveau zurück.

Einzig der Verbrauch fossiler Energieträger ist in den Moratoriums-Szenarien höher als in der Referenz. Dies ist nicht weiter verwunderlich, werden doch die Kernkraftwerke, welche mittels Uran als primärem Energieträger Elektrizität erzeugen, durch ungekoppelte Wärmekraftwerke ersetzt, deren wichtigster Input der fossile Energieträger Gas ist. So nimmt der Einsatz fossiler Energieträger bezüglich der Referenzmenge im Szenario M+ (40) um maximal 12.8%, im Szenario M+ (50) um maximal 11.2% zu. Diese Zunahme der fossilen Energieträger ist höher als im Szenario SoA (+8.6%). Drei Gründe sind dafür verantwortlich: Erstens kommt in den Moratoriums-Szenarien die nicht wärmegekoppelte GuD-Technologie zum Einsatz, welche relativ mehr Erdgas verbraucht als die im

Szenario SoA zum Einsatz kommende WKK-Technologie. Zweitens wird auf Grund der tieferen Strompreise in den Moratoriums-Szenarien mehr Strom verbraucht, d.h. es muss auch relativ mehr Strom fossil erzeugt werden. Drittens ist das wirtschaftliche Aktivitätsniveau und damit der Stromverbrauch in den Moratoriums-Szenarien höher als im Ausstiegs-Szenario.

Relative Abweichungen des BIPs zum Referenzszenario



Mit Hilfe des BIP-Verlaufs (vgl. obige Grafik) können die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des **Ausstiegs-Szenario** dargestellt werden. Wir unterscheiden zwischen kurz- und mittelfristigen Preis- und Mengeneffekten sowie langfristigen strukturellen Effekten, welche den Produktionsapparat der Schweizerischen Volkswirtschaft verändern.

Die kurz- und mittelfristigen Effekte schlagen sich in diskreten Sprüngen des BIP nieder. Diese Sprünge fallen mit den Ausstiegszeitpunkten der einzelnen Kernkraftwerke zusammen. Wird ein Kernkraftwerk vom Netz genommen, verändert sich die Produktionsstruktur im Stromsektor. Es werden neue Technologien mit veränderten Kosten- und Ertragsstrukturen eingesetzt. Am ausgeprägtesten sind die Sprünge im Falle des Ausstiegs beim Abschalten von Gösgen (2010) und Leibstadt (2015). Die fehlende Stromproduktion von Beznau I und II sowie Mühleberg (2005) kann grösstenteils über eine Senkung des Exportniveaus ersetzt werden, so dass keine massgeblichen Preis- und Mengeneffekte zum Tragen kommen. Das Produktionspotenzial von Gösgen und Leibstadt muss hingegen durch vergleichsweise teurere Technologien (Wärmelektrische Anlagen) zumindest zum Teil ersetzt werden. Der Einsatz teurerer Technologien in der Stromproduktion hat drei Effekte. Erstens steigt die Nachfrage nach Vorleistungen im Stromsektor, denn die KKW-Ersatz-Technologien benötigen mehr Inputs um die gleiche Stromproduktion zu realisieren. Die grössere Nachfrage nach Inputs erhöht deren Preise.

Zweitens steigt der durchschnittliche Strompreis um maximal 20%, was Stromsparmassnahmen auslöst und zu einem geringeren Stromkonsum führt. Drittens tragen die höheren Strompreise zu einer Verteuerung der Produktion bei. Somit steigen auch die Preise der übrigen Inputs. Es resultiert ein allgemeiner Anstieg der Produktionskosten, was zu einem tieferen realen BIP und höheren Preisen führt.

Die doch recht beträchtliche Strompreiserhöhung führt zu einem nicht unerheblichen **Strukturwandel**. Insbesondere die stromintensiven Branchen Papier und Textil weisen beträchtliche Umsatzeinbussen in der Grössenordnung von -5% auf.

Die kurz- und mittelfristigen Effekte wirken sich auch auf die langfristige Entwicklung der Wirtschaft aus. Während der Ausstiegsperiode in den Jahren 2010 bis 2044 vermindert der höhere Strompreis den Stromeinsatz in der Produktion. Höhere Strompreise in der Produktion führen neben der Substitution von Elektrizität durch andere Vorleistungen oder Kapital und Arbeit zu einem Rückgang der Produktion. Dieser Produktionsrückgang führt zu tieferem Kapital- und Arbeitseinsatz. Im Ausstiegs-Szenario wächst deshalb der Kapitalstock der Gesamtwirtschaft in einem geringeren Ausmass. Am Ende der Ausstiegsperiode resultiert somit ein kleinerer Kapitalstock. Um diesen kleineren Kapitalstock zu erhalten sind auch geringere Investitionen notwendig. Die vermehrten Investitionen in die Ersatztechnologien führen also zu einer Verdrängung von Investitionen in anderen Bereichen („crowding out“). Daraus resultiert ein langfristig leicht tieferes BIP-Niveau.

Die **inländische Produktion** und die **Wertschöpfung** sinken mit dem BIP. Bei der Wertschöpfung schlägt sich der geringere Kapitaleinsatz in der Produktion nieder, wofür die gestiegenen Strompreise ursächlich sind, während der Arbeitseinsatz langfristig nahezu wieder auf das Referenzniveau zurückkehrt. Der vorzeitige Kernenergieausstieg hat somit zur Folge, dass die Produktion weniger kapitalintensiv ist als in der Referenz oder den Moratoriums-Szenarien. Die daraus resultierende geringere Kapitalausstattung führt zu einem leichten Rückgang der Arbeitsproduktivität mit leicht negativen Wirkungen auf die Reallöhne. Dies wiederum hat einen leichten Rückgang im **Arbeitseinsatz** zur Folge. Absolut gesehen dürfte die tiefere Lohnsumme während der Ausstiegsperiode in einer Abnahme von rund 3500 Arbeitsplätzen münden. Die Moratoriumsinitiativen sind bezüglich der **Beschäftigung** neutral (vgl. nachfolgende Tabelle).

Im Falle eines Ausstiegs verschlechtern sich die „Terms of Trade“. Der Schweizer Franken erfährt eine Abwertung. Dies hat zur Folge, dass sich die schweizerischen Exporte aus Sicht der Empfängerländer leicht verbilligen. Umgekehrt verteuern sich die Importe für die inländische Nachfrage. Auf Grund der Verschlechterung der „Terms of Trade“ sinken die gesamten **Importe** - trotz steigenden Gasimporten - gegenüber der Referenz. Damit die Importe - darunter auch die Gasimporte - finanziert werden können, muss bei einer Verschlechterung der „Terms of Trade“ vermehrt exportiert werden. Die **Exporte** nehmen in der Anfangsphase sogar leicht zu, dies trotz eines massiven Rückgangs der Stromexporte. Die gesamten Exporte nehmen anfangs leicht zu und sinken auf Grund der geringeren wirtschaftlichen Aktivität im Laufe der Ausstiegsperiode. Die Exporte nehmen aber weit weniger ab als die Importe.

Wie sich das Ausstiegs- und die Moratoriums-Szenarien auf die **Wohlfahrt** auswirken, zeigt die nachfolgende Tabelle. Die Wohlfahrt definiert sich hier als Volkseinkommen plus dem Wert für Freizeit. Nicht berücksichtigt sind externe Effekte - also insbesondere die bei einem Ausstieg zu vermeidenden Risikokosten eines Unfalls in einem schweizerischen Kernkraftwerk.

Beschäftigungs- und Wohlfahrtseffekte im Vergleich zum Referenzszenario

Szenario	Beschäftigung [Arbeitsplätze]	Wohlfahrtsverluste / -gewinne über die Jahre 2000 bis 2045		
		[Mio. Fr./Jahr]	[BIP%]	Auswirkungen auf die Haushalte [Fr./Haushalt und Jahr]
SoA	-3500	-750	-0.14%	-200
M+(40)	+/- 0	-300	-0.06%	-60
M+(50)	+/- 0	-130	-0.02%	-20

Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie führt zu einem Rückgang der Wohlfahrt um -0.14 BIP%, was rund 750 Mio. CHF pro Jahr in den Jahren 2000 bis 2045 entspricht. Pro Haushalt muss durchschnittlich mit Einbussen von 200 Franken pro Jahr gerechnet werden. Die negative Wirkung auf die Wohlfahrt fällt mit -0.14 BIP% geringer aus als die BIP-Wirkung (rund -0.5%). Dies ist auf die Änderungen im Arbeitsangebot und auf die geänderte Investitionstätigkeit zurückzuführen. Im Vergleich zum Ausstiegs-Szenario weisen die Moratoriums-Szenarien geringere Wohlfahrtseinbussen aus.

Wirtschaftliche Auswirkungen bei CO₂-Neutralisierung

Wie die obige Analyse gezeigt hat, steigen in den Ausstiegs- und Moratoriums-Szenarien der Verbrauch fossiler Energien und die CO₂-Emissionen. Ein vorzeitiger Ausstieg gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» oder die Initiative «MoratoriumPlus» würden somit - ohne besondere Massnahmen - die CO₂-Bilanz der Schweiz verschlechtern. Die CO₂-Bilanz könnte mit einer CO₂-Abgabe wieder ausgeglichen werden, d.h. ein Ausstieg oder Moratorium wäre CO₂-neutral, was bedeutet, dass die CO₂-Emissionen in den Ausstiegs- und Moratoriums-Szenarien nicht höher sind als in der Referenzentwicklung. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die untersuchten CO₂-Neutralisierungs-Szenarien:

Überblick über die Szenarien mit CO₂-Neutralisierung

Szenario	KKW Laufzeit	Energiepolitik	CO ₂ -Ziel erreicht	CO ₂ -Neutralisierung	fossile Stromproduktion ohne Abwärmenutzung zugelassen
Referenz	50/60	Energiegesetz (EnG)	Nein	--	Ja
SoA-N	30	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung eines KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Nein
M+(40)-N	40	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung eines KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Ja
M+(50)-N	50	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung eines KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Ja

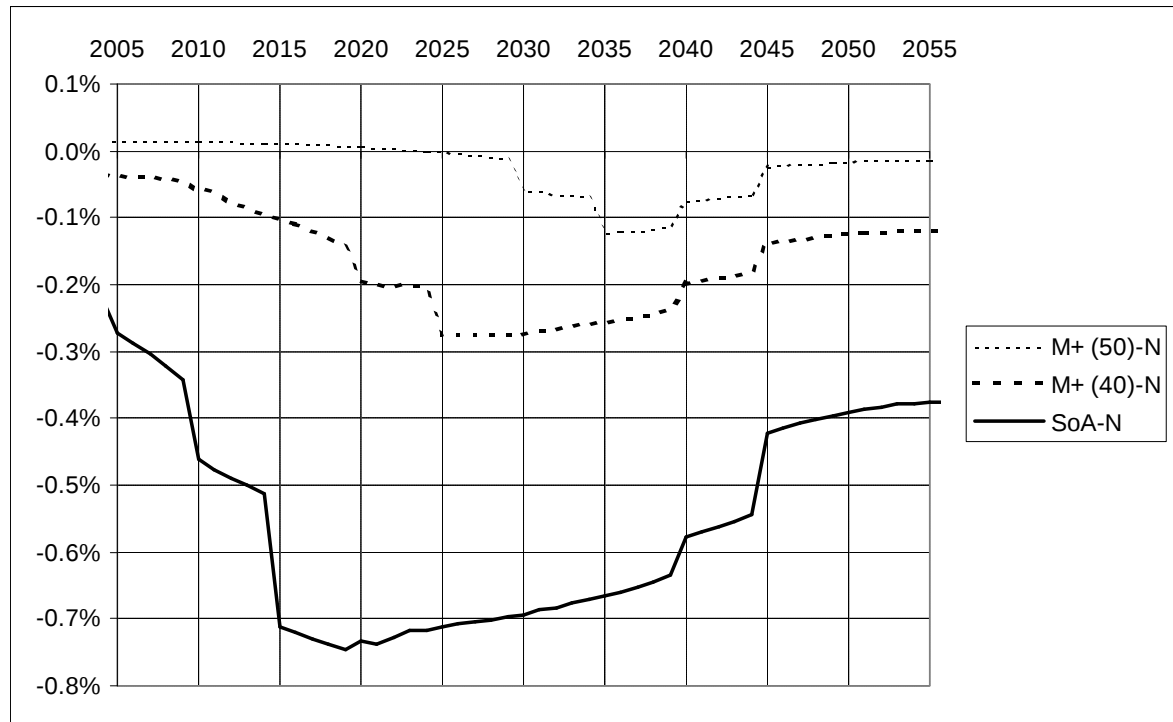
Wir rechnen damit, dass für einen CO₂-neutralen Ausstieg (Szenario SoA-N) eine CO₂-Abgabe im Jahre 2010 auf tiefem Niveau einzuführen ist und ab 2015 eine Höhe von 40 CHF/Tonnen CO₂ auf Brenn- und Treibstoffen nötig ist. Im Falle der Moratoriumsinitiative muss die Abgabe erst später - nämlich 2020 für das Szenario M+(40)-N und 2030 für das Szenario M+(50)-N - eingeführt werden. Die Abgabe ist aber auf Grund des grösseren CO₂-Reduktionsbedarfs leicht höher anzusetzen. So muss der Verbrauch fossiler Energieträger in den Jahren 2025 bis 2034 um 10 bis 12% gesenkt werden, wozu eine CO₂-Abgabe in der Höhe von CHF 45 pro Tonne CO₂ notwendig ist.

Wir gehen davon aus, dass die CO₂-Abgabe - wie dies im CO₂-Gesetz vorgesehen ist - vollumfänglich nach Massgabe der Abgabebzahlungen an die Wirtschaft (via Senkung der Lohnnebenkosten) und an die Haushalte (Pro-Kopf) rückerstattet wird. Die nachfolgende Tabelle zeigt die wirtschaftlichen Auswirkungen der Ausstiegs- und Moratoriums-Szenarien unter der Vorgabe von CO₂-Neutralität an Hand einiger makroökonomischen Kennzahlen. Die folgende Grafik zeigt den Verlauf des Bruttoinlandprodukts (BIP).

Auswirkungen der Szenarien SoA-N, M+(40)-N und M+(50)-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zum Referenzszenario)

	SoA-N				M+ (40)-N					M+ (50)-N				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
BIP	-0.46%	-0.73%	-0.69%	-0.38%	-0.06%	-0.19%	-0.27%	-0.27%	-0.12%	0.01%	0.01%	-0.06%	-0.12%	-0.01%
Inländische Produktion	-0.34%	-0.62%	-0.58%	-0.25%	-0.04%	-0.23%	-0.36%	-0.35%	-0.10%	0.01%	0.01%	-0.11%	-0.22%	-0.01%
Wertschöpfung	-0.19%	-0.32%	-0.35%	-0.21%	-0.02%	-0.13%	-0.16%	-0.18%	-0.10%	0.00%	-0.01%	-0.05%	-0.07%	-0.03%
Arbeitseinsatz	-0.17%	-0.20%	-0.17%	-0.06%	-0.02%	-0.12%	-0.14%	-0.13%	-0.04%	0.02%	0.01%	-0.04%	-0.05%	0.01%
Kapitaleinsatz	-0.21%	-0.48%	-0.57%	-0.37%	-0.03%	-0.14%	-0.20%	-0.23%	-0.16%	-0.02%	-0.03%	-0.06%	-0.09%	-0.07%
Konsumausgaben	-0.15%	-0.37%	-0.43%	-0.17%	-0.02%	-0.09%	-0.17%	-0.20%	-0.07%	0.01%	0.02%	-0.04%	-0.11%	-0.01%
Investitionen (exkl. Strombereich)	-1.93%	-2.19%	-1.80%	-1.06%	-0.31%	-0.81%	-0.87%	-0.76%	-0.29%	0.00%	-0.06%	-0.32%	-0.46%	-0.04%
Stromverbrauch	-4.90%	-9.10%	-8.81%	-0.26%	0.13%	-2.69%	-5.10%	-5.03%	-0.11%	0.00%	0.00%	-2.32%	-3.95%	-0.04%
Energieverbrauch (fossil)	0.39%	1.86%	2.29%	-0.27%	0.02%	1.05%	0.90%	1.17%	-0.12%	-0.01%	-0.01%	0.44%	1.65%	-0.04%
Exporte	-0.15%	-0.38%	-0.35%	-0.27%	0.05%	-0.04%	-0.17%	-0.16%	-0.11%	0.02%	0.01%	0.00%	0.01%	-0.03%
Importe	-0.51%	-0.61%	-0.56%	-0.30%	-0.07%	-0.29%	-0.40%	-0.38%	-0.12%	-0.01%	-0.02%	-0.16%	-0.23%	-0.04%
Reallohn	-0.27%	-0.38%	-0.39%	-0.23%	-0.04%	-0.12%	-0.14%	-0.16%	-0.08%	0.02%	0.02%	-0.02%	-0.04%	0.00%
Kapitalzins	-0.06%	0.20%	0.32%	0.10%	-0.03%	-0.04%	0.08%	0.12%	0.00%	-0.01%	-0.03%	0.00%	0.11%	-0.01%
Konsumentenpreisindex	0.23%	0.73%	0.84%	0.31%	-0.01%	0.13%	0.35%	0.40%	0.07%	-0.05%	-0.07%	0.06%	0.26%	-0.03%

Relative Abweichungen des BIPs zum Referenzszenario



Ein Vergleich mit den Szenarien ohne CO₂-Neutralisierung und CO₂-Abgabe zeigt, dass die zusätzliche Einführung der CO₂-Abgabe das wirtschaftliche Aktivitätsniveau zusätzlich dämpft. Dies ist vor allem auf zwei Effekte zurückzuführen. Erstens kann die verzerrende Wirkung der CO₂-Abgabe, welche eine einzige Produktgruppe mit einem hohen Abgabebestand belastet, durch die „entzerrende“ Wirkung einer Senkung der Lohnnebenkosten nicht aufgehoben werden. Zweitens führt die Abgabe zu höheren Güterpreisen, was mit einer Reduktion der Investitionstätigkeit verbunden ist. Dadurch wächst der Kapitalstock weniger stark und die Arbeitsproduktivität sinkt leicht, was die wirtschaftlich negativen Effekte der Abgabe noch verschärft. Die negativen Effekte sind umso stärker, je grösser die zur CO₂-Neutralisierung notwendige Abgabe ist. So ist der BIP-Rückgang im Szenario M+(40)-N am grössten, da über einen längeren Zeitraum eine relativ hohe Abgabe erhoben werden muss, um das Neutralisierungsziel zu erreichen.

Analog zum BIP nimmt auch die Wertschöpfung durch die CO₂-Neutralisierung ab. Ausschlaggebend ist in erster Linie der geringere Kapitaleinsatz. Der Arbeitseinsatz sinkt hingegen unterproportional. Dies ist eine Folge des Rückerstattungsmechanismus. Da Arbeit auf Grund der sinkenden Lohnnebenkosten billiger wird, setzen die Unternehmer an Stelle von Kapital vermehrt Arbeit ein. Wir schätzen, dass die **Beschäftigung** in den Jahren 2000 bis 2045 im Ausstiegs-Szenario um 4300 Arbeitsplätze und beim Szenario M+(40)-N um 2300 Arbeitsplätze zurück geht (vgl. nachfolgende Tabelle). Die negative Wirkung auf die Beschäftigung ist im Szenario M+(50)-N vernachlässigbar.

Die Einführung einer CO₂-Abgabe führt nicht nur zu einer Dämpfung der wirtschaftlichen Aktivität, sie führt auch zu Einbussen bei der gesamtwirtschaftlichen **Wohlfahrt**. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wohlfahrtsverluste für die verschiedenen CO₂-

Neutralisierungs-Szenarien. Zu beachten ist, dass die externen Kosten - bspw. Risikokosten eines Unfalls in einem Kernkraftwerk - hier nicht berücksichtigt sind.

Beschäftigungs- und Wohlfahrtseffekte im Vergleich zum Referenzszenario

Szenario	Beschäftigung [Arbeitsplätze]	Wohlfahrtsverluste / -gewinne über die Jahre 2000 bis 2045		
		[Mio. Fr./Jahr]	[BIP%]	Auswirkungen auf die Haushalte [Fr./Haushalt und Jahr]
SoA-N	-4300	-1000	-0.19%	-230
M+(40)-N	- 2300	-430	-0.08%	-110
M+(50)-N	+/- 0	-180	-0.03%	-40

Die für die CO₂-Neutralisierung nötige CO₂-Abgabe verschlechtert die Wohlfahrt bei einem vorzeitigen Ausstieg um weitere 0.05 BIP% (dies zeigt ein Vergleich der Szenarien SoA und SoA-N), was ungefähr jährlich 250 Mio. CHF ausmacht. Die Wohlfahrtseinbusse beträgt bei einem CO₂-neutralen Ausstieg also rund 0.19 BIP% oder 1 Mrd. CHF. pro Jahr während den Jahren 2000 bis 2045. Pro Haushalt muss mit Einbussen von durchschnittlich 230 Franken pro Jahr gerechnet werden. Bei der Moratoriumsinitiative fallen die Wohlfahrtseinbussen bedeutend geringer aus. Die Haushalte sind hier mit Einbussen von 40 bis 110 Franken pro Jahr konfrontiert.

Die Motivation für einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie liegt vor allem in der Vermeidung von Unfällen und in der Reduktion von nuklearem Abfall. Die mit KKW-Unfällen und der Entsorgung von nuklearen Abfällen verbundenen Risiken sind in den bisherigen Ausführungen nicht berücksichtigt worden. Ebenso wenig wurden die externen Kosten der Nutzung von fossilen Treib- und Brennstoffen wohlfahrtsmässig erfasst. Um ein vollständiges Mass für die gesellschaftliche Wohlfahrt zu erhalten, müssen aber die **Risiko- und Umweltkosten** berücksichtigt werden. Dabei zeigt sich, dass die externen Risikokosten einen massgeblichen Einfluss auf die Wohlfahrtswirkungen haben.

Bei einem katastrophalen Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk würden zwar die Kernkraftwerkeigner unbeschränkt haften. Diese Haftung ist aber de facto auf ihre Zahlungsfähigkeit beschränkt. Der grösste Teil der Schadenskosten eines KKW-Unfalls müsste die Allgemeinheit übernehmen. Der grösste Teil der Risikokosten trägt somit die Allgemeinheit und nicht die Kernkraftwerkeigner. Mit einem vorzeitigen Ausstieg könnten die Risikokosten reduziert werden. Das Ausmass dieser Risikokostenreduktion ist unklar. Ob sich ein vorzeitiger Ausstieg aus einer gesamtwirtschaftlichen Sicht unter Berücksichtigung der Risikokosten lohnen würde, muss daher offen bleiben.

Was hingegen berechnet wurde, sind die Wohlfahrtseinbussen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs, die sich auf durchschnittlich rund 200 Franken pro Haushalt und Jahr beziffern lassen. Die Frage nach der Risikobeurteilung kann dementsprechend auch folgendermassen gestellt werden: Sind wir bereit, durchschnittlich 200 Franken pro Haushalt und Jahr zu bezahlen, um das Risiko eines KKW-Unfalls durch einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie zu vermeiden.

Wirtschaftliche Auswirkungen unter Einhaltung der CO₂-Ziele

Gemäss unseren Abschätzungen werden im Referenzfall - also ohne Ausstieg aus der Kernenergie - die CO₂-Ziele gemäss CO₂-Gesetz nicht erreicht. Das CO₂-Gesetz sieht eine im Vergleich zu 1990 10-prozentige Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 vor, wobei bei den Brennstoffen 15 Prozent und bei den Treibstoffen 8 Prozent eingespart werden soll.

Als Vergleichsbasis musste ein neues Referenzszenario (Referenz CO₂-Z) bestimmt werden (vgl. nachfolgende Tabelle), bei welchem die CO₂-Ziele eingehalten werden. Zur Erreichung der CO₂-Ziele wurde eine CO₂-Abgabe eingeführt. Um die spezifischen Brenn- und Treibstoffziele zu erreichen, mussten für Brenn- und Treibstoffe unterschiedliche Abgabesätze implementiert werden. Wir rechnen damit, dass zur Erreichung der CO₂-Ziele auch ohne Ausstieg aus der Kernenergie eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 210 CHF/Tonne CO₂ für Treibstoffe und 30 CHF/Tonne CO₂ für Brennstoffe nötig ist.

Überblick über die Szenarien mit CO₂-Neutralisierung und Erreichung der CO₂-Ziele

Szenario	KKW Laufzeit	Energiepolitik	CO ₂ -Ziel erreicht	CO ₂ -Neutralisierung	fossile Stromproduktion ohne Abwärmenutzung zugelassen
Referenz CO ₂ -Z	50/60	EnG + CO ₂ -Abgabe zur Erreichung des CO ₂ -Ziels	Ja	--	Ja
SoA CO ₂ -Z-N	30	EnG + CO ₂ -Abgabe zur Erreichung des CO ₂ -Ziels und der CO ₂ -Neutralität eines KKW-Ausstiegs	Ja	Ja	Nein

Die Frage stellt sich nun, ob bei einem vorzeitigen Ausstieg die CO₂-Ziele innerhalb der vom CO₂-Gesetz vorgegebenen Maximalsätzen für die CO₂-Abgabe von 210 CHF/Tonne CO₂ überhaupt erreicht werden können. Da der Abgabesatz für Treibstoffe bereits im Referenzfall auf dem gesetzlichen Maximum liegt, muss die Erreichung des CO₂-Ziels über eine Anhebung des Abgabesatzes bei den Brennstoffen erfolgen. Wir rechnen mit einer Anhebung um 60 CHF/Tonne CO₂, so dass die totale CO₂-Abgabe im Szenario SoA CO₂-Z-N rund 90 CHF/Tonne CO₂ beträgt.

Bezüglich der volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Szenarios SoA-Z-N ergeben sich im Vergleich zum Szenario SoA-N leicht höhere Einbussen, die Differenzen sind allerdings marginal.

Auswirkungen von Änderungen in den Annahmen

Nachfolgend haben wir untersucht, welchen Einfluss geänderte Annahmen auf die vorgängig dargestellten Resultate haben.

Im Falle der Ausstiegs-Szenarien sind wir davon ausgegangen, dass der Ersatz der Kernkraftwerke zumindest teilweise mittels konventionellen Wärmekraftkopplungs-Anlagen erfolgen wird. Würde sich die **Brennstoffzellen-Technologie** in den nächsten Jahren auf dem Markt zu konkurrenzfähigen Preisen durchsetzen, wären die volkswirtschaftlichen Kosten eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs geringer: Unter der Annahme, dass die Brennstoffzellen-Technologie Stromgestehungskosten von 5 bis maximal 9 Rp./kWh aufweist, wären die volkswirtschaftlichen Verluste im Vergleich zur WKK-Strategie als Ersatz für die Kernkraftwerke nur noch halb so gross.

Die Reaktionen der Konsumenten und Produzenten werden im Gleichgewichtsmodell durch Nutzen- und Produktionsfunktionen abgebildet, bei denen zwischen Arbeits- und Kapitaleinsatz oder zwischen Stromkonsum und anderen Konsumgütern substituiert werden kann. Wie gut Güter oder Faktoren substituiert werden können, wird durch die Wahl der **Substitutionselastizitäten** exogen vorgegeben. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse haben wir untersucht, wie sich die Wahl anderer Substitutionselastizitäten auf die Resultate auswirken. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Wohlfahrtseffekte bei der Wahl unterschiedlicher Substitutionselastizitäten nicht wesentlich unterscheiden. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich die Effizienzverluste von Energiepreiserhöhungen und die Effizienzgewinne der Abgaberückerstattung bei geänderten Substitutionselastizitäten teilweise ausgleichen.

Leicht grössere Auswirkungen sind bei den wirtschaftlichen Rahmendaten (bspw. dem BIP) zu konstatieren. Hier zeigt insbesondere die Wahl der Substitutionselastizitäten zwischen den Konsumgütern und Energie Wirkung. Je geringer die Substitutionsmöglichkeiten im Konsum sind, desto grössere BIP-Einbussen sind zu gewärtigen. Die BIP-Einbussen eines vorzeitigen Ausstiegs liegen aber in allen Fällen unter 1%.

Da es sich bei einem allfälligen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie um ein langfristiges und planbares Vorhaben handelt, können sich Konsumenten und Produzenten auf kommende Veränderungen einstellen. Sie können somit langfristig relativ flexibel reagieren, was für die in dieser Untersuchung unterstellten Substitutionselastizitäten und für die präsentierten Resultate zu den wirtschaftlichen Auswirkungen spricht.

L'essentiel en deux pages

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a chargé le bureau ECOPLAN d'étudier l'impact économique de deux initiatives déposées en septembre 1999, «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus». La présente recherche est une première en Suisse: elle propose un modèle d'équilibre général dynamique combiné avec la production d'électricité. Les hypothèses émises dans ce contexte sont coordonnées avec l'étude Prognos qui envisage, à la demande de l'OFEN aussi, l'impact des deux initiatives pour l'économie énergétique.

L'**initiative «Sortir du nucléaire»** préconise l'abandon progressif de l'énergie nucléaire et la limitation à 30 ans de l'activité des cinq centrales nucléaires suisses. Les travaux menés sur l'impact de cette initiative ont abouti pour l'essentiel aux résultats et conclusions suivants:

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire, comme le demande l'initiative «Sortir du nucléaire» – mais il faut en payer le prix.

L'abandon du nucléaire tel que le demande l'initiative implique une nouvelle régulation dans la libéralisation du marché de l'électricité. Un système de certificats permettrait d'orienter la création d'installations à couplage chaleur-force (CCF) comme alternative aux centrales nucléaires (CN).

Dans l'hypothèse d'un abandon de l'énergie nucléaire, l'électricité renchérira en Suisse de 20 % au maximum par rapport au scénario de référence (marché libéralisé de l'électricité, maintien des CN pendant 60 ans). Ce renchérissement est lié à la création de nouvelles installations non nucléaires en Suisse, création privilégiée par rapport aux importations d'électricité. L'économie en est directement pénalisée. Le produit intérieur brut (PIB) diminue de 0,6 % et il faut prévoir une perte de bien-être de l'ordre de 0,14 % du PIB ou CHF 750 millions par an. La hausse substantielle des prix de l'électricité se répercute sur l'évolution structurelle. Les branches du papier et du textile, grosses consommatrices d'électricité, enregistrent un fort recul du chiffre d'affaires. Sur le plan de l'emploi également, il faut s'attendre à un déficit – léger toutefois – avec la perte de 3500 postes de travail.

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire sans augmenter les rejets de CO₂ – le rééquilibrage du bilan du CO₂ grèverait toutefois l'économie.

Un abandon du nucléaire au sens de l'initiative «Sortir du nucléaire» entraînerait – à moins de mesures particulières – une détérioration du bilan du CO₂ en Suisse. Une redevance sur le CO₂ pourrait rééquilibrer ce bilan. Nous estimons que pour y parvenir, il faudrait prélever une redevance de 40 CHF/tonne de CO₂ sur les combustibles et les carburants. Or cette taxe grèvera l'économie et causera une certaine perte de bien-être. Globalement, une sortie du nucléaire ne modifiant pas le bilan du CO₂ entraînerait une diminution du PIB d'au moins 0,7 %. Il faut aussi prévoir une perte de bien-être de l'ordre de 0,19 % du PIB ou CHF 1 milliard par an. L'emploi n'en sortira pas tout-à-fait indemne, avec la disparition de 4400 postes de travail.

Il est possible d'abandonner l'énergie nucléaire en respectant les objectifs en matière de CO₂ – à condition de prélever une taxe élevée sur le CO₂.

D'après nos estimations, le scénario de référence – sans abandon du nucléaire – n'atteint pas les objectifs en matière de CO₂ au sens de la loi. Pour y parvenir, il sera nécessaire

de prélever une taxe se montant à CHF 210/ tonne de CO₂ pour les carburants et à CHF 30/tonne de CO₂ pour les combustibles. Afin d'atteindre les objectifs tout en sortant du nucléaire, il faudrait porter le taux de la taxe sur les combustibles à CHF 90/ tonne de CO₂.

L'évaluation macroéconomique de l'initiative «Sortir du nucléaire» doit intégrer les coûts externes liés au risque d'une catastrophe nucléaire.

Les propriétaires de centrales nucléaires suisses devraient certes en assumer entièrement la responsabilité civile en cas de catastrophe nucléaire dans le pays. Dans la pratique, leur responsabilité est tributaire de la solvabilité. Ainsi la population supporterait l'essentiel des dépenses. Les coûts liés à de tels risques diminueraient sans doute en cas d'abandon du nucléaire, encore que cette baisse ne soit guère chiffrable. D'où l'impossibilité de déterminer si, du point de vue macroéconomique, la prise en compte de ces coûts fait de l'abandon du nucléaire une opération payante.

Les pertes de bien-être que subirait l'économie nationale en cas d'abandon du nucléaire représentent 200 francs par an et par ménage. La question de l'évaluation des risques peut donc aussi se poser ainsi: sommes-nous prêts à payer en moyenne 200 francs par an et par ménage pour éviter le risque de catastrophe nucléaire en abandonnant avant terme ce type de production d'électricité?

Si la technique des piles à combustible réussissait une percée sur le marché, le coût macroéconomique dû à l'abandon de l'énergie nucléaire diminuerait.

Si dans les années qui viennent, la technique des piles à combustibles s'imposait sur le marché grâce à des prix compétitifs, les coûts liés à l'abandon du nucléaire pourraient diminuer de moitié.

L'initiative «Moratoire-plus» demande de geler pour 10 ans toute nouvelle autorisation d'exploiter une centrale nucléaire. En outre, elle en limite à 40 ans la durée d'utilisation. Il faudrait promulguer un arrêté fédéral soumis au référendum populaire pour la prolonger à 50 ans. Une étude de l'impact de cette initiative a abouti pour l'essentiel aux résultats et conclusions ci-après:

L'initiative «Moratoire-plus» infligerait à l'économie nationale des pertes bien moindres que l'initiative «Sortir du nucléaire».

L'initiative «Moratoire plus» a un impact économique peu important si l'on renonce à rééquilibrer le bilan du CO₂. L'électricité ne renchérit que de 2 à 3 %. Le PIB diminue d'environ 0,1 %. Quant aux pertes de bien-être, elles avoisinent CHF 300 millions par an (près de 0,06 % du PIB) si la durée d'utilisation des centrales est limitée à 40 ans, et 130 millions (un peu plus de 0,02 % du PIB) si on la porte à 50 ans. Par ailleurs, l'initiative n'a aucun effet sur l'emploi – si l'on renonce à rééquilibrer le bilan du CO₂.

L'introduction d'une taxe est toutefois impérative pour prévenir les augmentations d'émissions de CO₂ qu'induirait l'initiative. Si la durée d'utilisation des centrales est limitée à 40 ans et si la taxe se monte à CHF 45/tonne de CO₂, la diminution du PIB reste inférieure à 0,3 %. Quant à la perte de bien-être, elle se monte à CHF 430 millions par an, soit 0,08 % du PIB. Si la durée de fonctionnement est portée à 50 ans, l'impact économique d'un rééquilibrage du bilan du CO₂ ne sera guère important.

Résumé

Introduction

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a chargé ECOPLAN d'étudier l'impact économique des initiatives populaires «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», toutes deux déposées en septembre 1999. L'**initiative «Sortir du nucléaire»** entend abandonner graduellement la filière nucléaire et limiter la durée d'exploitation des cinq centrales nucléaires suisses à 30 ans. L'**initiative «Moratoire-plus»** se propose de limiter à quarante ans la durée d'exploitation et de geler pendant dix ans l'octroi de nouvelles autorisations d'exploitation de centrales nucléaires. Elle ménage la possibilité d'une prorogation de la durée d'exploitation de 40 à 50 ans moyennant un arrêté fédéral soumis au référendum obligatoire.

Le tableau ci-après répertorie les années de fermeture des centrales nucléaires suisses pour chacune des deux initiatives. La double échéance prévues par «Moratoire-plus» (40 et 50 ans) y figure également. Enfin, il contient un scénario de référence qui prévoit une durée d'exploitation de 50 ans pour les trois petites centrales et de 60 ans pour Gösgen et Leibstadt.

Dernière année d'exploitation dans les différents scénarios

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Scénario de référence	2019	2021	2022	2039	2044
«Sortir du nucléaire»: SdN	2004	2004	2004	2009	2014
«Moratoire+»: M+ (40)	2009	2011	2012	2019	2024
«Moratoire+»: M+ (50)	2019	2021	2022	2029	2034

Nos travaux ont été coordonnés avec l'étude Prognos, qui traite du volet énergétique des initiatives populaires (offre et demande d'énergie, coût des différentes technologies de production et d'économie d'énergie).

Modèle de calcul

La présente analyse étudie, pour la première fois dans le cas de la Suisse, l'évolution d'un modèle d'équilibre général dynamique combiné avec un secteur précis, celui de la production d'électricité. Ce modèle quantifiable comprend une économie nationale subdivisée en 38 secteurs d'activité, 13 biens de consommation courante et 6 types de ménages. Les producteurs et les consommateurs modulent leurs choix en fonction du prix courant, mais également en fonction des prix et des décisions politiques futurs. En d'autres termes, les agents économiques anticipent les futures hausses du prix de l'électricité. L'analyse de l'abandon de la filière nucléaire se fonde sur un marché de l'électricité composé de 20 filières de production d'électricité et de cinq débouchés commerciaux.

La méthodologie choisie, qui revient à combiner un modèle d'équilibre général dynamique avec un secteur de production d'énergie électrique non-agrégé et explicitement défi-

ni, s'est révélée extrêmement féconde et mériterait d'être déclinée sur d'autres recherches destinées à mesurer l'impact d'un choix politique sur l'activité économique. Le mérite d'une telle combinaison tient au fait que dans notre modèle, les effets de substitution au stade de la production d'électricité ne procèdent pas de simples estimations ou d'extrapolations. Ces processus sont au contraire explicitement modélisés dans les différentes filières de production d'électricité et l'étude fait apparaître en détail les technologies de production mises en œuvre et les retombées économiques qui en découlent. La combinaison d'un modèle d'équilibre général dynamique et de la modélisation bottom-up du secteur de l'électricité a permis de dégager, dans l'hypothèse de l'abandon du nucléaire, les effets macroéconomiques suivants:

Coûts et effets macroéconomiques

Coûts et bénéfices directs d'un abandon anticipé du nucléaire:

- Perte d'un potentiel de production d'électricité rentable (stranded costs): elle est égale à la différence entre le prix du marché et les coûts marginaux (coûts d'exploitation et coûts d'entretien) des centrales vouées à être désaffectées. Il n'y a pas lieu de tenir compte des coûts de capital pour les centrales en exploitation: les dépenses de construction sont irréversibles, que les centrales soient désaffectées ou non (sunk costs)
- Réduction des coûts de gestion des déchets nucléaires
- Suppression des coûts de modernisation des centrales

Les renchérissements de l'électricité et la montée des investissements au profit des technologies de substitution et des économies d'énergie entraînent des **coûts et des bénéfices indirects**:

- augmentation des dépenses d'électricité, réduction des dépenses consacrées à d'autres consommations (effet budgétaire)
- effets de substitution dans la consommation et la production, mutations structurelles (abandon progressif des biens et des techniques de production consommant beaucoup d'électricité)
- baisse du revenu des exploitants de centrales nucléaires, recul induit de leur demande (effet indirect des coûts mis à leur charge)
- augmentation de la production et de l'emploi du fait de la montée des investissements et des charges d'exploitation des centrales de substitution et des mesures d'économie d'électricité (effet d'investissement positif)
- Les investissements importants dans le secteur de l'électricité détournent l'investissement des autres secteurs (effet d'investissement négatif, effet d'éviction)
- Modification de la structure des importations et des exportations
- Non-réalisation de bénéfices dans le commerce de l'électricité, compétitivité internationale affectée

L'introduction d'une **redevance sur le CO₂** pour limiter le surcroît d'émissions de CO₂ imputable à l'abandon de la filière nucléaire induit des effets **positifs autant que négatifs**:

- effet négatif, distorsion due à la redevance: augmentation des prix de l'énergie -> effets de substitution -> détérioration du commerce extérieur -> recul de l'investissement
- effet positif de la rétrocession de la redevance: baisse du coût du facteur travail -> effet positif sur l'emploi -> amélioration de la compétitivité des branches employant beaucoup de main d'œuvre

Hypothèses sur le marché de l'électricité et de l'énergie

L'évaluation des retombées macroéconomiques suppose quelques hypothèses de base concernant le marché de l'électricité:

Coûts de production de l'électricité pour la filière nucléaire et les technologies de substitution:

Actuellement, les coûts d'exploitation et de combustible ainsi que les coûts variables de gestion du combustible irradié s'élèvent à 2,5 ct/kWh pour les grandes centrales de Gösgen et de Leibstadt. Ils sont de 3,5ct/kWh pour les petites centrales de Mühleberg, Beznau I et Beznau II. La prolongation de la durée d'exploitation de 10 ans au-delà de la quarantième année implique des rééquipements qui entraînent, selon nous, des coûts supplémentaires de 0,75 ct/kWh. Il convient de souligner que seuls les coûts marginaux sont pris en compte, vu que les investissements initiaux pour construire les centrales ont déjà été réalisés. Le coût total -avec les coûts de capital et les coûts fixes de désaffectation et d'élimination des déchets nucléaires - est nettement plus élevé.

Le coût intégral des technologies de substitution est supérieur au coût marginal des centrales nucléaires. Nous prévoyons pour une installation à couplage chaleur-force alimentée au gaz naturel un prix de revient de l'électricité compris entre 5,8 et 10,7 ct/kWh. La production sans couplage chaleur-force à partir d'énergies fossiles, à laquelle l'initiative «Sortir du nucléaire» interdit de recourir, se situe dans une fourchette de 6,3 à 7,4 ct/kWh, plus avantageuse que celle du CCF.

La disparition du courant d'origine nucléaire peut être compensée par une production supplémentaire tirée d'autres sources, mais aussi par des mesures d'économie d'énergie. Nous admettons qu'un potentiel non négligeable d'économies d'énergie pourrait être réalisé.

Régulation du marché de l'électricité: les certificats

Sur un marché pleinement libéralisé, les prix finiraient, après suppression des capacités de production excédentaires, par s'aligner sur le coût marginal à long terme des centrales électriques les plus modernes. Le marché se tournerait alors en priorité vers les technologies de production les plus avantageuses. L'initiative «Sortir du nucléaire» restreint la gamme des technologies disponibles en n'autorisant que l'électricité produite à partir d'installations à couplage chaleur-force ou alimentées aux agents renouvelables. Il faudra donc réguler le marché de l'électricité pour permettre le recours aux technologies „autorisées“, plus coûteuses.

Aux fins de la présente étude, nous supposons qu'un marché des certificats verra le jour. Un commissaire-priseur déterminera le volume de production d'électricité d'origine renouvelable ou avec CCF, nécessaire pour couvrir la demande sans passer par des d'importations de courant d'origine non-renouvelable ou sans CCF. L'entreprise qui vend de l'électricité au consommateur final devra acquérir auprès du commissaire-priseur un nombre donné de certificats d'achat d'électricité produite à partir de sources renouvelables ou d'installations à CCF. Les certificats seront offerts par les producteurs d'électricité avec CCF et par ceux qui mettent en œuvre des technologies renouvelables.

Distinction entre courant produit en été et en hiver, sécurité de l'approvisionnement de 50 % au moins

Le courant électrique est payé plus cher en hiver qu'en été, du fait d'une demande plus importante et de la réduction de l'offre pour certains types de centrales. Ce facteur saisonnier a son importance parce que les centrales nucléaires produisent plus de courant en hiver, que les technologies de substitution donnent leur pleine mesure en hiver et que les économies d'électricité (p.ex. par remplacement des chauffages électriques) produisent l'essentiel leurs effets en hiver.

La distinction entre courant produit en hiver et en été a une autre raison d'être: le commanditaire de l'étude postule une sécurité d'approvisionnement de 50 % en hiver. Cet état est réputé atteint lorsque l'approvisionnement moyen en courant électrique hivernal (production domestique plus droits de prélèvement sur la production à l'étranger) égale la consommation domestique moyenne durant le semestre d'hiver.

Le marché européen de l'électricité est excédentaire et contribue à faire baisser les prix à l'importation et à l'exportation

Du fait de la surproduction d'électricité dans la plupart des pays européens, les prix actuels ne correspondent pas aux coûts marginaux à long terme, mais à court terme. C'est particulièrement vrai pour les exportations et importations libres (c.a.d. qui ont lieu indépendamment des droits de prélèvement), dont nous situons le prix actuel à 3,5 ct/kWh pour l'été et à 4,5,ct/kWh pour l'hiver. Nous pensons que la surproduction va persister à moyen terme, et que ce n'est qu'à partir de 2010 que les prix de l'électricité refléteront les coûts marginaux à long terme, que nous estimons à 5 ct/kWh pour l'été et 6 ct/kWh pour l'hiver.

Il convient d'intégrer cet excédent de l'offre dans les différents scénarios: en effet, la Suisse devrait être exportatrice nette sur le marché libre durant les années à venir. L'arrêt des centrales nucléaires pourrait dès lors être compensé par une réduction de ces exportations.

Légère augmentation des prix du pétrole et du gaz naturel

Nous escomptons une augmentation, en termes réels, du prix du brut de 1,1 % par an sur les marchés internationaux. Pour le gaz naturel, nous appliquons le principe de la parité des prix, ce qui nous amène à postuler un renchérissement annuel de 0,8 % par an.

Retombées économiques sans diminution du CO₂

Ce chapitre est consacré aux retombées macroéconomiques d'un abandon de la filière nucléaire ou de l'instauration d'un moratoire, dans l'hypothèse que des mesures de réduction ou de neutralisation des émissions de CO₂ ne seront pas prises. Les différents scénarios se rapportent à un scénario de référence dans le tableau ci-dessous:

Aperçu des scénarios hors neutralisation du CO₂ et objectifs de réduction du CO₂

Scénario	Durée Des CN	Politique énerg.	CO ₂ but atteint	CO ₂ inchangé	Production d'électricité fossile autorisée même sans récup. de chaleur
Référence	50/60	loi sur l'énergie (LEn)	non	--	oui
SdN	30	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	non
M+(40)	40	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	oui
M+(50)	50	loi sur l'énergie (LEn)	non	non	oui

Le tableau ci-dessus et les chiffres ci-après doivent se lire par rapport au scénario de référence. Si le scénario d'abandon de la filière nucléaire prévoit pour 2020 un recul de 0,57 % du PIB, cela signifie qu'en 2020 le PIB dans ce cas est inférieur de 0,57 % à celui du scénario de référence.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les principaux indicateurs macroéconomiques auxquels sont appliqués le scénario d'abandon du nucléaire (SdN) ainsi que les deux moratoires M+40 et M+50.

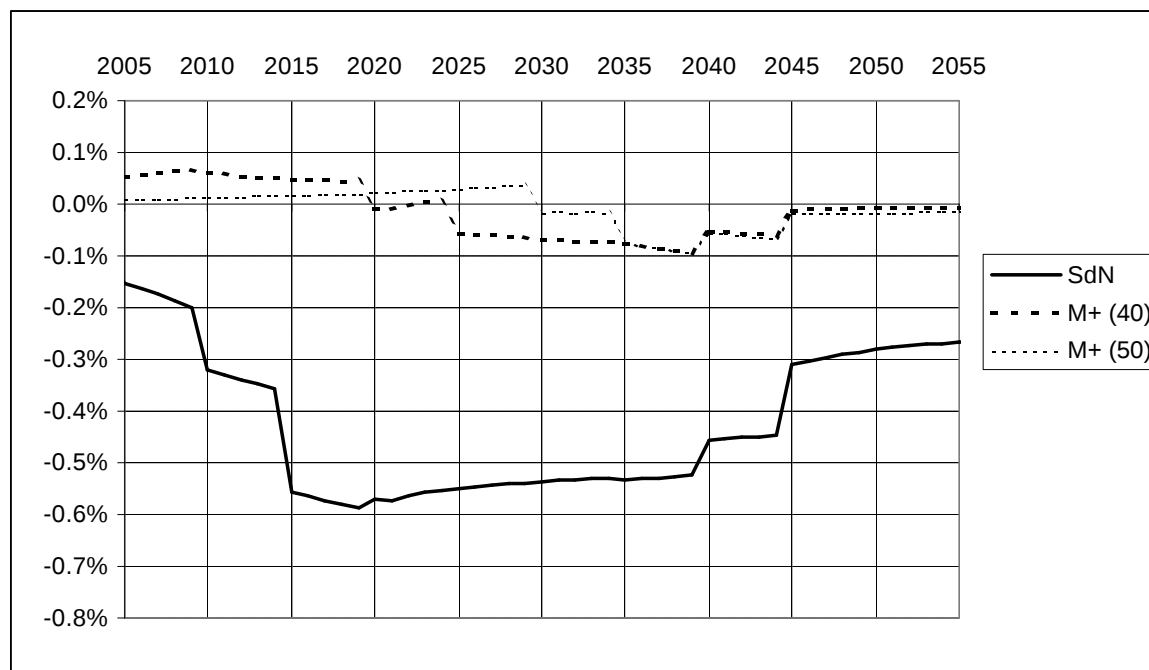
Retombées des scénarios SdN, M+(40) et M+(50) sur les principales variables macroéconomiques (écart en pour-cent par rapport au scénario de référence).

	SdN				M+ (40)					M+ (50)				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
PIB	-0.32%	-0.57%	-0.54%	-0.27%	0.06%	-0.01%	-0.06%	-0.07%	-0.01%	0.01%	0.02%	-0.02%	-0.07%	-0.01%
Production domestique	-0.20%	-0.34%	-0.33%	-0.21%	0.04%	0.02%	0.04%	0.01%	-0.03%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	-0.02%
Valeur ajoutée	-0.13%	-0.24%	-0.27%	-0.20%	0.03%	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.05%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%
Facteur travail	-0.12%	-0.16%	-0.13%	-0.07%	0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.01%
Facteur capital	-0.14%	-0.35%	-0.45%	-0.34%	0.03%	0.03%	0.02%	-0.01%	-0.08%	0.01%	0.02%	0.05%	0.03%	-0.04%
Dépenses de consom.	-0.15%	-0.33%	-0.36%	-0.15%	-0.05%	-0.07%	-0.09%	-0.09%	-0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.04%	-0.05%	-0.01%
Investissements (hors él.)	-1.23%	-1.48%	-1.22%	-0.68%	0.27%	0.04%	-0.04%	-0.07%	0.04%	0.07%	0.11%	0.00%	-0.25%	-0.02%
Consommation de courant	-4.33%	-8.55%	-7.48%	-0.24%	0.15%	-0.98%	-1.36%	-1.28%	-0.05%	0.00%	0.00%	-1.05%	-0.18%	-0.02%
Consommation énergie fossile	2.27%	7.99%	8.61%	-0.25%	0.03%	5.79%	12.76%	11.26%	-0.05%	0.00%	0.01%	4.99%	11.25%	-0.02%
Exportations	0.02%	-0.10%	-0.09%	-0.23%	0.14%	0.28%	0.43%	0.35%	-0.03%	0.03%	0.04%	0.20%	0.39%	-0.02%
Importations	-0.26%	-0.20%	-0.16%	-0.26%	0.04%	0.16%	0.41%	0.31%	-0.04%	0.01%	0.03%	0.16%	0.34%	-0.02%
Salaires réels	-0.21%	-0.34%	-0.33%	-0.17%	0.02%	-0.02%	-0.02%	-0.03%	0.00%	0.01%	0.01%	-0.01%	-0.03%	-0.01%
Rémunération du capital	-0.08%	0.07%	0.15%	0.01%	0.01%	-0.02%	0.00%	0.00%	-0.08%	0.00%	0.01%	0.03%	0.02%	-0.02%
Indice des prix à la consommation	0.11%	0.41%	0.48%	0.15%	-0.04%	-0.03%	0.00%	0.01%	-0.09%	-0.01%	0.00%	0.03%	0.02%	-0.01%

Contrairement au scénario „abandon“, les deux **scénarios „moratoire“** ne diffèrent guère du scénario de référence. Avant l'arrêt de l'une des deux grandes centrales (Gösgen ou Leibstadt), les variables économiques sont très proches. On relève que les industriels et les entreprises anticipent le renchérissement de l'électricité en majorant leurs investissements, ce qui entraîne une légère augmentation du PIB (cf. graphique ci-après). Toutefois, ces ajustements restent modestes car l'arrêt des centrales nucléaires pourra être corrigé par un recours accru aux centrales thermiques classiques, qui fourniront en quantité suffisante de l'électricité au prix du marché. Le prix moyen de l'électricité ne devrait augmenter de quelque 2,5% qu'après la désaffectation des deux grandes centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt, ce qui entraînera une légère baisse de l'activité économique. Le moratoire, quel que soit sa durée, ne débouche pas sur une restructuration économique, et le coût des facteurs (capital et travail) retombe à la longue au niveau de référence.

Seule la consommation d'énergie fossile devrait augmenter plus vite en cas de moratoire, ce qui n'a rien de surprenant puisqu'il faudra remplacer l'électricité des centrales nucléaires alimentées à l'uranium par celle des centrales thermiques classiques, alimentées aux combustibles fossiles, et plus particulièrement au gaz naturel. De fait, la consommation d'énergie fossile augmente de 12,8 % au maximum par rapport au scénario de référence dans l'hypothèse d'un moratoire M+40, et de 11,2 % pour le moratoire M+50. Cette augmentation dépasse celle du scénario d'abandon du nucléaire (+8,6%) pour trois raisons: premièrement, les deux moratoires permettent de recourir à la technologie thermique classique, plus gourmande en gaz naturel que le couplage chaleur-force imposé par l'initiative « Sortir du nucléaire ». Deuxièmement, les prix relativement bas de l'électricité font augmenter la consommation, ce qui oblige à produire d'avantage d'électricité à partir de combustibles fossiles. Enfin, l'activité économique et, partant, la consommation d'électricité se situent à des niveaux plus élevés dans le cas du moratoire que dans celui de l'abandon de la filière nucléaire.

Evolution relative du PIB par rapport au scénario de référence



L'évolution du PIB (cf. ci-dessus) permet de présenter les effets macroéconomiques du **scénario d'abandon du nucléaire**. Il convient de distinguer entre des effets à court terme sur les prix et les marges et des effets structurels à long terme tendant à modifier le tissu économique même de la Suisse.

Les effets à court et à moyen terme se traduisent par des fléchissements peu perceptibles du PIB qui coïncident avec la fermeture des différentes centrales nucléaires. Chaque fois qu'une centrale est désaffectée, la structure de la production électrique se modifie. De nouvelles technologies sont mises en œuvre, la structure des coûts et des revenus des électriciens s'en ressent. Le fléchissement dû à l'abandon du nucléaire est particulièrement marqué au moment de l'arrêt des centrales de Gösgen (2010) et de Leibstadt (2015). L'arrêt de la production à Beznau I et II et à Mühleberg sera vraisemblablement

compensé par la réduction des exportations de courant, les prix et les quantités d'électricité sur le marché domestique restant pratiquement inchangés. A l'opposé, la production de Gösgen et de Leibstadt devra être compensée, en partie du moins, par des techniques coûteuses comme le couplage chaleur-force. Le recours à ces techniques produira un triple effet: d'une part, le secteur de la production d'électricité devra multiplier les investissements en amont, car à production égale, ces techniques exigent des investissements plus importants. Ensuite, la demande accrue d'intrants pour permettre cette production conduit à une augmentation de leurs prix. De ce fait, le prix moyen de l'électricité augmentera de quelque 20 %, ce qui devrait induire des économies d'électricité et déboucher sur une baisse des dépenses d'électricité. Troisièmement, le renchérissement de l'électricité entraîne celui de la production, et partant des autres intrants. Il en résulte une augmentation générale des coûts, une baisse du PIB et une accélération de l'inflation.

L'augmentation substantielle du prix de l'électricité ne manquera pas de produire des **ajustements structurels**. Les branches papetière et textile, particulièrement gourmandes d'électricité, devraient connaître ralentissement sensible, de l'ordre de 5 %.

Ces effets à court et à moyen terme auront des répercussions sur l'évolution à long terme de l'activité économique. Pendant la phase de fermeture des centrales nucléaires (2010 à 2044), les prix élevés de l'électricité en réduisent la consommation dans la production industrielle: cela engendre des effets de substitution, notamment par des facteurs comme le capital et le travail, et un recul de la production elle-même. Il s'ensuit que le recours aux facteurs capital et travail baisse également. Le scénario „abandon de la filière nucléaire“ conduit donc à un tassement du stock de capital destiné à l'activité économique. La fin de la période de fermeture des centrales coïncide avec le point bas du stock de capital. Le maintien d'un stock de capital réduit réclame un volume d'investissements réduit dans les mêmes proportions. La canalisation des investissements vers les technologies de substitution pénalise l'investissement dans d'autres secteurs (crowding out). Il en résulte une baisse modeste, mais durable, du PIB.

La **production domestique** ainsi que la **valeur ajoutée** baissent au même rythme que le PIB. Le renchérissement de l'électricité réduit le recours au capital dans la production, d'où une diminution de la valeur ajoutée, alors que le niveau de l'emploi remonte, à terme, quasiment au niveau du scénario de référence. L'abandon de la filière nucléaire entraîne donc la mise en place d'une production moins gourmande de capital dans le scénario de référence et le moratoire. La réduction de la dotation en capital entraîne une légère baisse de la productivité du travail suivie d'une légère baisse des salaires réels. Il devrait s'ensuivre également une baisse modérée du niveau de l'**emploi**. En chiffres absolus, le recul du facteur travail devrait se traduire par la suppression de quelque 3'500 postes de travail. Les deux moratoires ne devraient pas, quant à eux, avoir d'effets négatifs dans ce sens (cf. tableau ci-dessous)

L'abandon du nucléaire entraînera une détérioration des termes de l'échange pour la Suisse. Le franc suisse se dépréciera. De ce fait, les produits suisses coûteront moins cher à l'exportation, et les importations en Suisse renchériront. La détérioration des termes de l'échange conduira à une baisse des **importations** totales - malgré la hausse des

importations de gaz - par rapport au scénario de référence. Pour pouvoir financer ses importations, et notamment celles de gaz, la Suisse devra exporter davantage. Dans un premier temps, les **exportations** devraient même progresser malgré le recul sensible des exportations d'électricité. Par la suite, les exportations baisseront du fait du ralentissement économique pendant la phase de désaffectation des centrales nucléaires. Mais elles baisseront nettement moins que les importations.

Le tableau ci-après détaille les effets des moratoires et de l'abandon du nucléaire sur le **bien-être**. Par bien-être, nous entendons le revenu national auquel on ajoute une valeur représentant les loisirs. Les effets externes tels la disparition du risque d'accident nucléaire ne sont pas pris en considération.

Effets sur l'emploi et le bien-être par rapport au scénario de référence

scénario	emploi [nombre d'emplois]	pertes/gains de bien-être entre 2000 et 2045		
		[Mio. CHF/an]	[PIB%]	effet sur les ménages [CHF/ménage/an]
SdN	-3500	-750	-0.14%	-200
M+(40)	+/- 0	-300	-0.06%	-60
M+(50)	+/- 0	-130	-0.02%	-20

L'abandon prématuré par la Suisse de la filière nucléaire devrait entraîner une baisse du bien-être de 0,14 % du PIB, ce qui équivaut à 750 millions de francs par an entre 2000 et 2045. Chaque ménage subirait une ponction de l'ordre de 200 francs par an. La perte en termes de bien-être est inférieure à la baisse du PIB (-0,14 % contre -0,5 %) du fait des changements au niveau de l'offre de travail et de la réorientation des flux d'investissement. Quant aux deux moratoires, leurs effets en termes de bien-être général sont nettement plus faibles que ceux de l'abandon du nucléaire.

Retombées économiques d'une neutralisation des rejets de CO₂

La démonstration vient d'être faite que l'abandon ou un moratoire nucléaire entraînent une hausse de la consommation d'énergies fossiles, et donc des émissions de CO₂. L'adoption de l'initiative «Moratoire-plus» ou «Sortir de l'atome» conduirait donc, si aucune mesure corrective n'était prise, à une détérioration du bilan des rejets de gaz carbonique. Pour corriger le tir, il convient d'envisager l'introduction d'une redevance sur le CO₂. Dans cette hypothèse, on pourrait obtenir un volume d'émissions de CO₂ comparable à celui du scénario de référence. Le tableau ci-dessous décrit différents scénarios dans ce sens.

Récapitulatif des scénarios avec neutralisation du CO₂

scénario	durée expl. CN	politique énergétique	CO ₂ but atteint	CO ₂ in- changé	production d'électricité fossile autorisée même sans récup. de chaleur
référence	50/60	loi sur l'énergie (LEn)	non	--	oui
SdN-N	30	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	non
M+(40)-N	40	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	oui
M+(50)-N	50	LEn+redevance CO ₂ pour bilan CO ₂ neutre après abandon du nu- cléaire	non	oui	oui

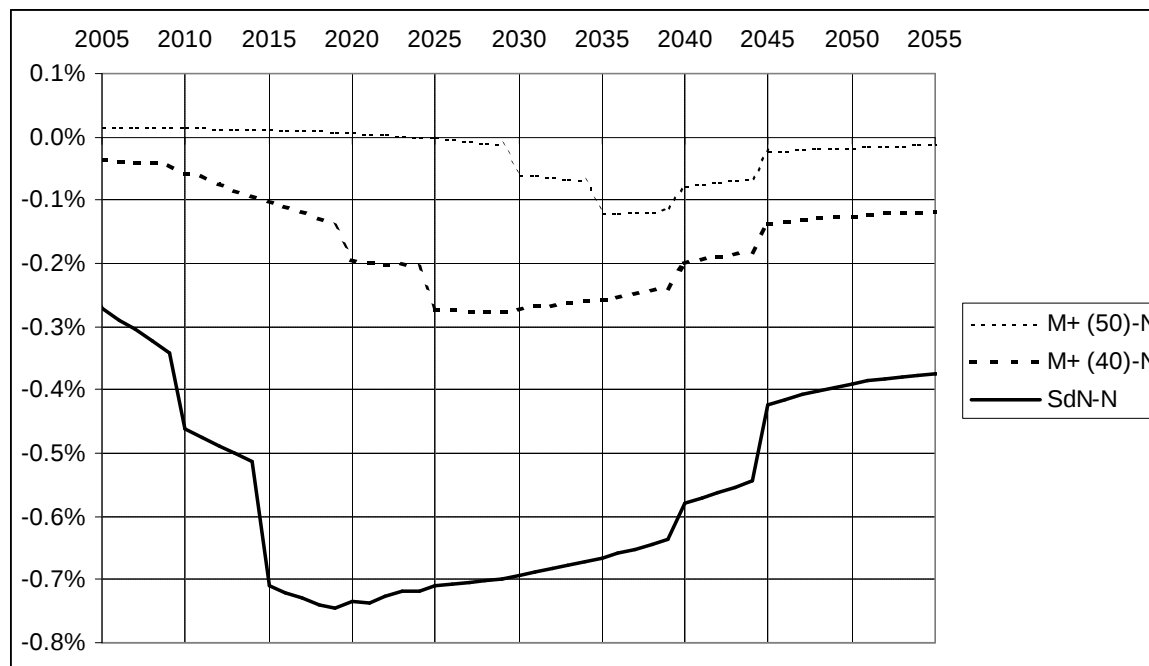
Pour garantir que l'abandon de la filière nucléaire ne modifiera pas le bilan des émissions de CO₂ (scénario SdN-N), il convient d'introduire dès 2010 une modeste redevance sur le CO₂, qui sera portée à CHF 40 par tonne dès 2015. Dans le cas des deux initiatives demandant un moratoire, la redevance pourra être introduite plus tard, à savoir en 2020 pour l'initiative M+(40)-N et en 2030 pour l'initiative M+(50)-N. Son montant devra être plus élevé pour assurer la réduction d'un volume d'émissions plus important. Par exemple, la consommation d'énergies fossiles devra diminuer de 10 à 12% entre 2025 et 2034, ce qui suppose une redevance de CHF45 par tonne de CO₂.

Nous partons du principe que, conformément à la loi du même nom, le produit de la redevance sur le CO₂ sera remboursé aux entreprises (sous forme de réduction des charges sociales) et aux ménages (sous forme de restitution). Le tableau ci-après expose les retombées, sur quelques grandes variables macroéconomiques, d'un régime de neutralisation des émissions de CO₂ appliqué aux scénarios du moratoire et de l'abandon du nucléaire. Le tableau suivant présente l'évolution du produit intérieur brut (PIB).

Retombées des scénarios SdN-N, M+(40)-N et M+(50)-N sur les principaux indicateurs économiques (pour-cent par rapport au scénario de référence)

	SdN-N				M+ (40)-N					M+ (50)-N				
	2010	2020	2030	2055	2010	2020	2025	2030	2055	2010	2020	2030	2035	2055
PIB	-0.46%	-0.73%	-0.69%	-0.38%	-0.06%	-0.19%	-0.27%	-0.27%	-0.12%	0.01%	0.01%	-0.06%	-0.12%	-0.01%
Production domestique	-0.34%	-0.62%	-0.58%	-0.25%	-0.04%	-0.23%	-0.36%	-0.35%	-0.10%	0.01%	0.01%	-0.11%	-0.22%	-0.01%
Valeur ajoutée	-0.19%	-0.32%	-0.35%	-0.21%	-0.02%	-0.13%	-0.16%	-0.18%	-0.10%	0.00%	-0.01%	-0.05%	-0.07%	-0.03%
Facteur travail	-0.17%	-0.20%	-0.17%	-0.06%	-0.02%	-0.12%	-0.14%	-0.13%	-0.04%	0.02%	0.01%	-0.04%	-0.05%	0.01%
Facteur capital	-0.21%	-0.48%	-0.57%	-0.37%	-0.03%	-0.14%	-0.20%	-0.23%	-0.16%	-0.02%	-0.03%	-0.06%	-0.09%	-0.07%
Dépenses de consommation	-0.15%	-0.37%	-0.43%	-0.17%	-0.02%	-0.09%	-0.17%	-0.20%	-0.07%	0.01%	0.02%	-0.04%	-0.11%	-0.01%
Investissements (hors électricité)	-1.93%	-2.19%	-1.80%	-1.06%	-0.31%	-0.81%	-0.87%	-0.76%	-0.29%	0.00%	-0.06%	-0.32%	-0.46%	-0.04%
Consommation de courant	-4.90%	-9.10%	-8.81%	-0.26%	0.13%	-2.69%	-5.10%	-5.03%	-0.11%	0.00%	0.00%	-2.32%	-3.95%	-0.04%
Consommation d'énergie (fossile)	0.39%	1.86%	2.29%	-0.27%	0.02%	1.05%	0.90%	1.17%	-0.12%	-0.01%	-0.01%	0.44%	1.65%	-0.04%
Exportations	-0.15%	-0.38%	-0.35%	-0.27%	0.05%	-0.04%	-0.17%	-0.16%	-0.11%	0.02%	0.01%	0.00%	0.01%	-0.03%
Importations	-0.51%	-0.61%	-0.56%	-0.30%	-0.07%	-0.29%	-0.40%	-0.38%	-0.12%	-0.01%	-0.02%	-0.16%	-0.23%	-0.04%
Salaires réels	-0.27%	-0.38%	-0.39%	-0.23%	-0.04%	-0.12%	-0.14%	-0.16%	-0.08%	0.02%	0.02%	-0.02%	-0.04%	0.00%
Rémunération du capital	-0.06%	0.20%	0.32%	0.10%	-0.03%	-0.04%	0.08%	0.12%	0.00%	-0.01%	-0.03%	0.00%	0.11%	-0.01%
Indice des prix à la consommation	0.23%	0.73%	0.84%	0.31%	-0.01%	0.13%	0.35%	0.40%	0.07%	-0.05%	-0.07%	0.06%	0.26%	-0.03%

Evolution relative du PIB par rapport au scénario de référence



La comparaison avec les scénarios sans neutralisation des émissions de CO_2 et sans redevance sur le CO_2 révèle que cette dernière conduit à un ralentissement plus marqué de l'activité économique, et ce pour deux raisons: D'une part, la distorsion induite par la redevance, qui grève certaines productions plus lourdement que d'autres, ne peut pas être entièrement compensée par la réduction des charges sociales. D'autre part, la redevance induit un renchérissement des biens produits qui entraîne une réduction de l'investissement. De ce fait, le stock de capital croît moins vite et la productivité du travail baisse légèrement, ce qui renforce encore l'effet négatif de la redevance sur l'activité économique. Ces effets seront d'autant plus importants que son taux sera élevé. De fait, le recul du PIB atteint son maximum dans le scénario M+(40)-N, qui prévoit la perception d'une redevance élevée pendant une durée relativement longue pour réaliser l'objectif de la neutralisation.

A l'instar du PIB, la valeur ajoutée diminue sous le régime de la neutralisation du bilan du CO_2 , essentiellement pour cause de réduction du capital disponible pour l'investissement productif. Par contre, le recul du facteur travail est nettement moins marqué. Le coût de ce facteur baisse du fait de la réduction des charges sociales, ce qui encourage les entreprises à remplacer le capital par le travail. Nous estimons que 4300 **emplois** pourraient disparaître en cas d'abandon du nucléaire, tandis que le moratoire M+(40)-N se solderait par 2300 suppressions d'emplois. Quant à l'effet du moratoire prorogé M+(50)-N, il est négligeable.

L'introduction d'une redevance sur le CO_2 ne fait pas que déprimer l'activité économique, elle entraîne également une réduction du **bien-être** général. Le tableau ci-après indique les baisses que subirait le bien-être dans les différents scénarios de neutralisation du bilan du CO_2 . Il convient de relever que les coûts externes - ceux d'un accident nucléaire, par exemple - ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Effets sur l'emploi et le bien-être par rapport au scénario de référence

scénario	emploi [nombre d'emplois]	pertes/gains de bien-être entre 2000 et 2045		
		[Mio. CHF/an]	[PIB%]	effet sur les ménages [CHF/ménage/an]
SdN-N	-4300	-1000	-0.19%	-230
M+(40)-N	- 2300	-430	-0.08%	-110
M+(50)-N	+/- 0	-180	-0.03%	-40

La redevance perçue pour neutraliser le bilan du CO₂ diminue le bien-être général de 0,05 % de PIB supplémentaires (comparaison entre les scénarios SdN et SdN-N), ce qui équivaut à 250 millions de francs environ. La perte se chiffrera donc à 0,19 % du PIB, soit 1 milliard de francs par an entre les années 2000 et 2045, dans l'hypothèse d'un abandon de la filière nucléaire accompagné d'une compensation intégrale des émissions de CO₂, ce qui équivaut à 250 francs par ménage et par an. En termes de pertes de bien-être, les moratoires produisent des effets nettement plus modérés, de l'ordre de 40 à 110 francs par ménage et par an.

La décision d'abandonner prématurément le nucléaire procède généralement de la volonté d'éviter le risque d'accidents nucléaires et de réduire la production de déchets radioactifs. Ces risques inhérents à la filière n'ont pas été quantifiés ici. On n'a pas davantage pris en compte l'effet sur le bien-être des coûts externes induits par la consommation d'énergies fossiles. Or, pour arriver à chiffrer fidèlement le bien-être, il conviendrait de tenir compte du **coût du risque** et du **coût écologique**. On constate alors que ces coûts influent directement sur le bien-être général.

En cas d'accident nucléaire majeur dans une centrale suisse, l'exploitant de la centrale endosse certes une responsabilité civile illimitée. En pratique, cette dernière se borne à sa puissance financière, et une grande partie des coûts consécutifs à un accident nucléaire seront à la charge de la collectivité. En d'autres termes, la majeure partie du risque nucléaire est supporté par la collectivité et non pas par l'exploitant. L'abandon de la filière nucléaire permettrait de réduire les coûts inhérents à ces risques, mais il est difficile d'apprécier l'ampleur de l'allègement. En tout état de cause, on ne peut répondre à la question de savoir quel serait le bénéfice économique de la disparition du risque d'accident nucléaire.

Par contre, le coût d'un abandon du nucléaire en termes de perte de bien-être a été calculé: il se chiffre à 200 francs par ménage et par an. Il est donc permis de poser la question dans les termes suivants: serions-nous prêts à payer 200 francs en moyenne par ménage et par an pour éliminer le risque d'accident nucléaire ?

Retombées économiques dans le respect des objectifs pour le CO₂

Nos calculs indiquent que si la situation réelle évolue selon le scénario de référence, les objectifs de réduction du CO₂ ne seront pas atteints. Rappelons que la loi prévoit pour 2010 une réduction de 10% du CO₂ par rapport à 1990, après une économie de 15 % sur les combustibles et de 8 % sur les carburants.

Nous avons donc construit un nouveau scénario de référence (CO₂-Z dans le tableau ci-dessous) au terme duquel les objectifs de réduction fixés par la loi sont atteints. Y figure une taxe sur le CO₂ dont le taux varie suivant qu'il s'applique aux combustibles ou aux carburants. Nous pensons que la réalisation des objectifs de réduction du CO₂ hors abandon du nucléaire suppose la perception d'une taxe de CHF 210 par tonne de carburants et de CHF 30 par tonne de combustible.

Scénarios avec neutralisation du bilan du CO₂ et respect des objectifs de la loi.

scénario	durée expl. CN	politique énergétique	CO ₂ but atteint	CO ₂ inchangé	production d'électricité fossile autorisée même sans récup. de chaleur
référence CO ₂ -Z	50/60	LEn + redevance CO ₂ (objectif légal)	oui	--	oui
SdN CO ₂ -Z-N	30	LEn + redevance CO ₂ (objectif légal +neutral. du bilan CO ₂ avec abandon du nucléaire	oui	oui	non

Il faut se demander si l'abandon de la filière nucléaire est compatible avec la réalisation des objectifs légaux de réduction du CO₂ au moyen d'une redevance dont le montant maximum, 210 CHF/tonne, est lui aussi fixé par la loi. Le taux perçu sur les carburant étant déjà au maximum légal dans le scénario de référence, la réduction passera nécessairement par une redevance plus élevée sur les combustibles. Nous tablons sur un relèvement de 60 CHF/tonne, ce qui met le total de la redevance à 90 CHF/tonne dans le scénario SdN CO₂-Z-N.

Les retombées macroéconomiques du scénario SdN-Z-N sont légèrement plus négatives que celles du scénario SdN-N, sans atteindre pour autant un niveau significatif.

Effets de la modification des prémisses

Nous allons tenter de décrire ci-après les effets d'une modification des prémisses sur les résultats obtenus.

Dans le scénario d'abandon de la filière nucléaire, nous avons supposé que la production des installations à couplage chaleur-force de type classique prendrait, du moins partiellement, le relais des centrales nucléaires. Si la **pile à combustible** s'impose dans les années à venir comme une alternative viable, les coûts macroéconomiques d'une sortie anticipée du nucléaire s'en trouveraient réduits. Au cas où la pile de combustible permettrait de produire de l'électricité pour un prix de revient compris entre 5 et 9 ct/kWh, les pertes macroéconomiques supportées par la collectivité pour remplacer la filière nucléaire seraient réduites de moitié par rapport à celles de la filière CCF.

Les réactions des agents économiques, consommateurs et producteurs, sont modélisés par des fonctions d'utilité et de production qui permettent de substituer le travail au capital ou de remplacer la consommation d'électricité par celle d'autres biens. L'intensité de la substitution est fonction de l'**élasticité de substitution**, elle-même exogène, fixée par les auteurs de l'étude. Nous avons mené une analyse de sensibilité pour évaluer l'effet de différentes élasticités de substitution sur nos résultats. Nous pouvons dire en synthèse que la variation des élasticités de substitution n'entraîne pas de variation significative dans les effets de bien-être. Cela tient essentiellement au fait que les pertes d'efficacité dues aux renchérissements de l'énergie et les gains d'efficacité liés à la rétrocession de la redevance sur le CO₂ s'annulent en partie.

On observe des effets un peu plus perceptibles dans les grandes variables macroéconomiques, par exemple dans le PIB. A ce niveau, le choix d'une élasticité de substitution donnée entre biens de consommation et énergie n'est pas innocent: plus la possibilité de substitution est faible, plus le recul du PIB est marqué. Toutefois, l'effet de l'abandon de la filière nucléaire ne dépasse jamais 1% de recul du PIB.

Comme l'abandon du nucléaire prendra nécessairement la forme d'un processus de longue haleine aux effets prévisibles, les consommateurs et les producteurs pourront en anticiper les effets et à s'adapter. Cela valide à nos yeux les élasticités de substitution que nous avons retenues pour la présente étude ainsi que les résultats qui en découlent au titre des retombées économiques.

1 Einleitung

Die im September 1999 eingereichte **Volksinitiative «Strom ohne Atom** - Für eine Energiewende und die schrittweise Stilllegung der Atomkraftwerke» will einen vorzeitigen Kernenergieausstieg der Schweiz: Beznau I und II sowie Mühleberg sind innerhalb zweier Jahre nach Annahme der Verfassungsbestimmungen, Gösgen und Leibstadt nach einer Nutzungsdauer von 30 Kalenderjahren still zu legen.

Neben der Initiative «Strom ohne Atom» wurde auch eine **Volksinitiative «MoratoriumPlus** - Für die Verlängerung des Atomkraftwerk-Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos» eingereicht. Diese sieht vor, dass für die Dauer von 10 Jahren nach Annahme der Initiative keine bundesrechtlichen Bewilligungen für neue Kernkraftwerke erteilt werden können. Im Weiteren wird die Nutzungsdauer von Kernkraftwerken auf 40 Jahre begrenzt. Für eine einzelbetriebliche Verlängerung um weitere 10 Jahre auf eine Nutzungsdauer von 50 Jahren ist ein referendumspflichtiger Bundesbeschluss erforderlich.

Das Bundesamt für Energie hat ECOPLAN beauftragt, die beiden Initiativen auf ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen hin zu untersuchen. **Die Ziele der Studie** sind:

- Abschätzung der quantitativen wirtschaftlichen Auswirkungen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs (Initiative «Strom ohne Atom») und eines Kernenergiemoratoriums (Initiative «MoratoriumPlus») mit Hilfe eines berechenbaren Gleichgewichtsmodells.
- Kommentierung der Ergebnisse der Modellberechnungen aus wissenschaftlicher Sicht.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das von ECOPLAN entwickelte **berechenbare, dynamische Gleichgewichtsmodell (DYNASWISS)** in wesentlichen Teilen ergänzt: Die Stromproduktion wurde in verschiedene Technologien unterteilt. Das für diese Studie entwickelte Modell führt damit erstmals für die Schweiz bottom-up-Stromproduktionstechnologien in ein volldynamisches Gleichgewichtsmodell ein. Die Weiterentwicklung von DYNASWISS wurde begleitet von Dr. Christoph Böhringer, der in verschiedensten Studien für Deutschland und die Europäische Union den hier gewählten Ansatz propagiert und weiter entwickelt hat.

Die vorliegende Studie wurde eng mit den Arbeiten von Prognos⁽¹⁾ koordiniert. Prognos war dabei für den energetischen Teil verantwortlich (Energienachfrage, Energieangebot, Kosten der Stromproduktionstechnologien und -sparmassnahmen).

1 Vgl. Prognos (2000b), Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ und „MoratoriumPlus“.

2 Umfeld der Volksinitiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus»

2.1 Die Volksinitiativen im Überblick

Die Volksinitiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus» wurden am 28. September 1999 eingereicht. Die beiden Initiativen verfolgen - gemäss Angaben der Initianten - folgende Ziele:⁽²⁾

«Strom ohne Atom»: Die Volksinitiative für eine Energiewende und die schrittweise Stilllegung der Atomkraftwerke will:

- Die drei Kernkraftwerke Beznau I + II und Mühleberg zwei Jahre nach Annahme der Initiative, die neueren KKW Gösgen und Leibstadt nach 30 Betriebsjahren (2009, 2014) still legen.
- Die umstrittene Wiederaufarbeitung von abgebrannten KKW-Brennelementen sofort einstellen.
- Die Stromversorgung auf nichtnukleare und umweltfreundliche Energiequellen umstellen.
- Die Sicherheit bei der dauerhaften Lagerung der in der Schweiz produzierten radioaktiven Abfälle erhöhen.
- Den Kantonen und Gemeinden, die von Endlagern betroffen sind, demokratische Mitentscheidungsrechte verschaffen.
- Alle aus dem Betrieb und der Stilllegung der Kernkraftwerke entstehenden Kosten den Betreibern und ihren Aktionären oder Partnerwerken anlasten.

«MoratoriumPlus»: Die Volksinitiative für die Verlängerung des Atomkraftwerk-Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos will:

- Den bis September 2000 geltenden Baustopp für neue Kernkraftwerke um weitere zehn Jahre verlängern. Einzige Ausnahme: Reaktoren, die der Medizin dienen.
- Weitere Leistungserhöhungen bei den bestehenden fünf Kernkraftwerken für zehn Jahre verbieten.
- Dem Volk das letzte Wort vorbehalten, wenn ein Kernkraftwerk jeweils 10 Jahre länger als 40 Jahre in Betrieb bleiben soll (Referendumsrecht).
- Eine Deklarationspflicht für Strom einführen.

2 Vgl. www.negawatt.ch.

Exkurs: Wortlaut der Initiativen «Strom ohne Atom» und «MoratoriumPlus»

Die Volksinitiative «**Strom ohne Atom** - Für eine Energiewende und die schrittweise Stilllegung der Atomkraftwerke» im Wortlaut:

I Die Bundesverfassung wird wie folgt ergänzt:

Art. 24decies (neu)

- 1 Die Atomkraftwerke werden schrittweise stillgelegt.
- 2 Die Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen wird eingestellt.
- 3 Der Bund erlässt die erforderlichen gesetzlichen Vorschriften, insbesondere auch betreffend
 - a. die Umstellung der Stromversorgung auf nicht-nukleare Energiequellen unter Vermeidung der Substitution durch Strom aus fossil betriebenen Anlagen ohne Abwärmenutzung;
 - b. die dauerhafte Lagerung der in der Schweiz produzierten radioaktiven Abfälle, die diesbezüglichen Sicherheitsanforderungen und den Mindestumfang der Mitentscheidungsrechte der davon betroffenen Gemeinwesen;
 - c. die Tragung aller mit dem Betrieb und der Stilllegung der Atomkraftwerke zusammenhängenden Kosten durch die Betreiber sowie ihre Anteilseigner und Partnerwerke.

II Die Übergangsbestimmungen der Bundesverfassung werden wie folgt ergänzt:

Art. 24 (neu)

- 1 Die Atomkraftwerke Beznau 1, Beznau 2 und Mühleberg sind spätestens zwei Jahre nach der Annahme dieser Übergangsbestimmung ausser Betrieb zu nehmen, die Atomkraftwerke Gösgen und Leibstadt spätestens nach jeweils dreissig Betriebsjahren.
- 2 Nach der Annahme dieser Übergangsbestimmung ist es nicht mehr gestattet, abgebrannte Kernbrennstoffe zum Zweck der Wiederaufarbeitung auszuführen. Früher ausgeführte, bis zur Annahme dieser Übergangsbestimmung noch nicht wiederaufgearbeitete Kernbrennstoffe sind soweit als möglich unbehandelt zurückzunehmen. Abweichende staatsvertragliche Regelungen bleiben vorbehalten.
- 3 Der Bundesrat erlässt innert einem Jahr nach der Annahme dieser Übergangsbestimmung die erforderlichen Ausführungsbestimmungen.

Die Volksinitiative «**MoratoriumPlus** - Für die Verlängerung des Atomkraftwerk-Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos» im Wortlaut:

I Die Bundesverfassung wird wie folgt ergänzt:

Art. 24quinquies Abs. 3 (neu)

- 3 Soll ein Atomkraftwerk länger als vierzig Jahre in Betrieb bleiben und wird dies nicht durch eine andere Verfassungsvorschrift ausgeschlossen, ist hierfür ein referendumpflichtiger Bundesbeschluss erforderlich. Die Betriebszeit darf um jeweils höchstens zehn Jahre verlängert werden. Das Verlängerungsgesuch des Betreibers hat insbesondere Aufschluss zu geben über
 - a. den Alterungszustand der Anlage und die damit zusammenhängenden Sicherheitsprobleme;
 - b. die Massnahmen und Aufwendungen, um die Anlage dem neuesten internationalen Stand der Sicherheit anzupassen.

Art. 24octies Abs. 3 Bst. c (neu)

- 3 Der Bund:
 - c. erlässt Vorschriften über die Deklaration der Herkunft und der Art der Produktion von Elektrizität.

II Die Übergangsbestimmungen der Bundesverfassung werden wie folgt ergänzt:

Art. 25 (neu)

Für die Dauer von zehn Jahren seit Annahme dieser Übergangsbestimmung werden keine bundesrechtlichen Bewilligungen erteilt für

- a. neue Atomenergieanlagen;
- b. die Erhöhung der nuklearen Wärmeleistung bei bestehenden Atomkraftwerken;
- c. Reaktoren der nukleartechnischen Forschung und Entwicklung, soweit sie nicht der Medizin dienen.

2.2 Energie- und umweltpolitisches Umfeld

Mit dem dreifachen NEIN in der Volksabstimmung vom 24. September 2000 wurden die Förderabgabe, die Solarinitiative und die Grundnorm, welche als Einstieg in eine ökologische Steuerreform gedacht war, verworfen. Eine weitere Initiative („für eine gesicherte AHV - Energie statt Arbeit besteuern“⁽³⁾), die in eine ähnliche Richtung zielt wie die Grundnorm, wird demnächst im Parlament behandelt. In seiner Botschaft vom 13. Mai 1998 an die eidgenössischen Räte beantragte der Bundesrat, diese Vorlage ohne Gegenvorschlag abzulehnen.

Im Rahmen dieser Studie gehen wir von den heutigen bzw. absehbaren energiepolitischen Rahmenbedingungen aus. Das energie- und umweltpolitische Umfeld kann aus heutiger Sicht wie folgt beschrieben werden:

- Es ist heute schon absehbar, dass die Schweiz die im Rahmen der internationalen Bemühungen zur Reduktion der **CO₂-Emissionen** eingegangenen Verpflichtungen ohne weitere politische Massnahmen nicht einhalten kann. Das Nachfolgeprogramm von Energie 2000 „Energie 2000Plus“ und die geplanten freiwilligen Vereinbarungen - auch wenn diese erfolgreich wären - reichen wahrscheinlich nicht aus, die CO₂-Emissionen im Jahr 2010 um rund 10% unter das Niveau von 1990 zu drücken.

Mit dem CO₂-Gesetz haben Bundesrat und Parlament die Kompetenz eine CO₂-Abgabe einzuführen. Der im Gesetz umrissene Rahmen für eine CO₂-Abgabe - maximale Abgabe von 210 CHF/Tonne - sollte ausreichen, um das gesteckte Ziel zu erreichen. Die CO₂-Abgabe darf frühestens 2004 eingeführt werden. Wann und in welcher Höhe die CO₂-Abgabe eingeführt wird, ist hingegen noch unklar.

Annahmen für diese Studie: Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergie werden für zwei verschiedene energiepolitische Rahmenbedingungen berechnet - mit und ohne CO₂-Abgabe.

- Die europaweite **Strommarktiliberalisierung** hat und wird den nationalen und internationalen Strommarkt massgeblich verändern. Der heutige Stromangebotsüberschuss lässt die Stromproduktionspreise bis auf die kurzfristigen Grenzkosten sinken. Dies hat - zumindest während einer gewissen Übergangsphase - tiefere Stromtarife zur Folge. Weiter ist damit zu rechnen, dass zumindest kurz- und mittelfristig neue Kernkraftwerke auf dem Markt nicht bestehen können. Ob neue Kernkraftwerke längerfristig wieder rentabel werden, kann im Moment nicht abgeschätzt werden. Dies hängt einerseits von der technischen Entwicklung und andererseits von den Preisen für die fossilen Brennstoffe ab. Es ist somit nicht klar, mit welchen Stromproduktionstechnologien die Kernkraftwerke dannzumal ersetzt werden.

Weiter ist zu beobachten, dass einzelne bestehende Kernkraftwerke (bspw. Kernkraftwerk Stade in Deutschland) aus wirtschaftlichen Gründen stillgelegt werden. In der Schweiz ist auf Grund der von den Kernkraftwerkbetreibern vorgelegten Kostenda-

ten vermutlich keines der bestehenden Kernkraftwerke aus marktwirtschaftlichen Gründen vorzeitig still zu legen.⁽⁴⁾

Annahmen für diese Studie: In der Referenzentwicklung - also ohne vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie - gehen wir davon aus, dass die Kernkraftwerke durch die jeweils günstigste Stromproduktionstechnologie ersetzt werden. Dies sind - aus heutiger Sicht - die so genannten Gas- und Dampfturbinen-Anlagen (GuD).

- Die Kernenergie ist vorab auf Grund ihrer **Risiken** und ihrer Abfallproblematik politisch umstritten. Wie weit die Kernkraftwerke über ihre Rückstellungen bzw. Einlagen in den Entsorgungsfonds die vollen Kosten für die Entsorgung des nuklearen Abfalls decken, kann heute nicht abschliessend beantwortet werden. Hingegen kann davon ausgegangen werden, dass die Pflichtversicherung der heutigen Kernkraftwerke viel zu gering ist im Hinblick auf die Eintretenswahrscheinlichkeit eines KKW-Unfalls und die möglicherweise resultierenden Schäden. Der grösste Teil der Risikokosten wird somit nicht von den Kernkraftwerkbetreibern, sondern von der Bevölkerung getragen. Nur schon eine Erhöhung des gedeckten Schadens der Pflichtversicherung von 700 Mio. CHF auf 4 Mrd. CHF würde die Stromproduktionskosten des Kernkraftwerks Mühleberg um 0,25 Rp./kWh erhöhen.⁽⁵⁾ Würde der zu versichernde Schaden angesichts der sehr hohen Kosten eines schweren KKW-Unfalls noch massiv erhöht, wären die zu bezahlenden Prämien so hoch, dass ein wirtschaftlicher Betrieb der heutigen Kernkraftwerke nicht mehr möglich wäre.

Annahmen für diese Studie: Bei den Entsorgungskosten gehen wir von den heute absehbaren Kosten aus. Allfällige - heute noch nicht absehbare - Kosten für nachfolgende Generationen werden also nicht berücksichtigt. Ebenso wenig wird davon ausgegangen, dass die Kernkraftwerkbetreiber für ihre Risikokosten aufkommen müssen. Wir gehen davon aus, dass die Risikokosten weiterhin externalisiert bleiben und somit von der Bevölkerung getragen werden müssen. Im Kapitel 5.4 gehen wir näher auf diese Problematik ein und untersuchen, welchen Einfluss die Berücksichtigung der Risikokosten hat.

4 Es muss klar gestellt werden, dass wir uns hier auf Vermutungen stützen müssen, da die Kostendaten nur teilweise transparent und nachvollziehbar waren (insbesondere für Mühleberg fehlten konkrete Kostendaten) und über die am Markt erzielten Erträge gar keine Angaben (bspw. zu welchen Konditionen heute Elektrizität an Stadtwerke oder stromintensive Industriebetriebe geliefert werden) gemacht wurden.

5 Vgl. dazu Zweifel P., Umbricht R. (1999), Haftungsfragen bei Kernenergieanlagen, in: Meier, Renggli, Previdoli (Hrsg.) (1999), Energie - Wirtschaft - Nachhaltigkeit, S. 131ff.

3 Berechnungsmodell, Annahmen, Szenarien

3.1 Szenarien

Für die Ermittlung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines vorzeitigen Ausstieges aus der Kernenergie werden verschiedene Szenarien berechnet. Die nachfolgende Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die berechneten und im Bericht im Detail dokumentierten Szenarien.

Als Referenzentwicklung - also der Entwicklung ohne Annahme der beiden Initiativen «Strom ohne Atom» und «Moratorium Plus» - wurde gemäss Vorgaben des Bundesamtes für Energie mit einer Nutzungsdauer der Kernkraftwerke von 50 Jahren (KKBI, KKBII sowie KKM) resp. 60 Jahren (KKG und KKL) gerechnet. Zu beachten ist, dass nach der vom Volk verworfenen Grundnorm, Förderabgabe und Solarinitiative **zwei verschiedene energiepolitische Entwicklungen** im Moment im Vordergrund stehen:⁽⁶⁾

- **Szenario Referenz:** Dies ist die Referenzentwicklung unter der Annahme, dass die im CO₂-Gesetz vorgesehene CO₂-Abgabe nicht eingeführt wird. Unter diesen energiepolitischen Rahmenbedingungen können die CO₂-Ziele nicht eingehalten werden. Die unter dieser Referenzentwicklung zu erwartenden volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs werden in Kapitel 4 dieses Berichts illustriert.
- **Szenario Referenz CO₂-Z:** In dieser Referenzentwicklung wird davon ausgegangen, dass ab 2004 - basierend auf dem CO₂-Gesetz - von Bundesrat und Parlament eine CO₂-Abgabe eingeführt wird, welche die Einhaltung der gesteckten CO₂-Ziele ermöglicht. Welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen sich aus einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie unter diesen energie- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen ergeben, wird in Kapitel 6 dargestellt.

Bei der Initiative «**Strom ohne Atom**» (**SoA-Szenarien**) wird für Gösgen und Leibstadt eine Betriebsdauer von 30 Jahren unterstellt. Die älteren Kraftwerke (Beznau I und II sowie Mühleberg) werden gemäss den Vorgaben der Initiative still gelegt - demnach wäre 2004 das letzte volle Betriebsjahr (vgl. Tabelle 3-2). Im Weiteren ist zu beachten, dass die Initiative einen Ersatz der Kernkraftwerke durch fossil-thermische Stromproduktion ohne Abwärmenutzung (bspw. nicht wärmegekoppelte Gas- und Dampfturbinen (GuD)) nicht zulässt.

Bei der Initiative «**Moratorium Plus**» (**M+-Szenarien**) kann ein klarer Stilllegungszeitpunkt nicht im Voraus festgelegt werden. Diese Initiative geht generell von einer Nutzungsdauer von 40 Jahren aus (Szenario M+ (40)). Mittels einer Volksabstimmung kann aber eine Verlängerung um weitere 10 Jahre beschlossen werden. Das Szenario M+ (50) geht von der Annahme aus, dass die Verlängerung der Betriebsdauer um 10 Jahre für alle Kraftwerke in Volksabstimmungen beschlossen wird.

6 In dieser Studie wurde nicht untersucht, wie sich ein Atomausstieg bei einer Annahme der Initiative «Energie statt Arbeit besteuern» auswirken würde.

Tabelle 3-1: Überblick über die Szenarien

Szenario	KKW Laufzeit	Energiepolitik	CO ₂ -Ziel erreicht	CO ₂ -Neutralisierung	fossile Stromproduktion ohne Abwärmee-nutzung zuge-lassen	Resultat-beschrieb
Referenz	50/60	EnG	Nein	--	Ja	Kapitel 4
SoA	30	EnG	Nein	Nein	Nein	Kapitel 4
M+ (40)	40	EnG	Nein	Nein	Ja	Kapitel 4
M+ (50)	50	EnG	Nein	Nein	Ja	Kapitel 4
SoA-N	30	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung ei-nes KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Nein	Kapitel 5
M+(40)-N	40	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung ei-nes KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Ja	Kapitel 5
M+(50)-N	50	EnG + CO ₂ -Abgabe zur CO ₂ -Neutralisierung ei-nes KKW-Ausstiegs	Nein	Ja	Ja	Kapitel 5
Referenz CO ₂ -Z	50/60	EnG + CO ₂ -Abgabe zur Erreichung des CO ₂ -Ziels	Ja	--	Ja	Kapitel 6
SoA CO ₂ -Z-N	30	EnG + CO ₂ -Abgabe zur Erreichung des CO ₂ -Ziels und der CO ₂ -Neutralität eines KKW-Ausstiegs	Ja	Ja	Nein	Kapitel 6

Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie wird - ohne politische Eingriffe - zu vermehrten CO₂-Emissionen führen. Es stellt sich daher die Frage, mit welchen zusätzlichen volkswirtschaftlichen Auswirkungen zu rechnen ist, wenn der Ausstieg aus der Kernenergie ohne zusätzliche CO₂-Emissionen - also CO₂-neutral - erfolgen soll. Die Auswirkungen zur Erreichung dieser **CO₂-Neutralität** wird in Kapitel 5 diskutiert.

Tabelle 3-2: Letztes Betriebsjahr der Kernkraftwerke in den einzelnen Szenarien

	Beznau I KKB I	Beznau II KKB II	Mühleberg KKM	Gösgen KKG	Leibstadt KKL
Referenz-Szenarien	2019	2021	2022	2039	2044
«Strom ohne Atom»: SoA-Szenarien	2004	2004	2004	2009	2014
«Moratorium+»: M+ (40)-Szenarien	2009	2011	2012	2019	2024
«Moratorium+»: M+ (50)-Szenarien	2019	2021	2022	2029	2034

3.2 Ökonomischer Wirkungsmechanismus

Wie tangiert ein vorzeitiger Kernenergieausstieg die Volkswirtschaft? Diese Frage wird in den nachfolgenden Ausführungen diskutiert. Wir zeigen also auf, welches die bei einem vorzeitigen Kernenergieausstieg zu berücksichtigenden Wirkungen sind, die bei der Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen zu beachten sind. In den nachfolgenden beiden Kapiteln 3.3 und 3.4 wird dann aufgezeigt, wie die hier diskutierten Wirkungen modellmässig erfasst werden.

Der ökonomische Wirkungsmechanismus eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs kann wie folgt umschrieben werden:⁽⁷⁾

Verlust an produktivem Elektrizitätsproduktionspotenzial (stranded investments)

=> Direkte Kosten eines vorzeitigen Ausstiegs = Differenz zwischen Grenzkosten der Kernkraftwerke und dem Marktpreis

Ist ein Kernkraftwerk bereits gebaut, so sind die zusätzlichen Kosten zur Erzeugung von Strom relativ gering. Die teure Investition in den Bau des Kernkraftwerks wurde ja bereits getätigt. Zur Bestimmung der so genannten Grenzkosten für die Stromproduktion bereits aktiver Kernkraftwerke müssen folgende Kostenpunkte berücksichtigt werden:⁽⁸⁾

=> Grenzkosten der Kernkraftwerke

- Betriebskosten (Personal-, Wartungs- und Unterhaltskosten)
- Brennstoffkosten (Brennstäbe)
- zusätzliche Entsorgungskosten
- allfällige, zusätzlich anfallende Investitionen (zur Substanzerhaltung oder auf Grund erhöhter Sicherheitsanforderungen)

Zu beachten ist, dass in den Grenzkosten aktiver Kernkraftwerke keinerlei Kapitalkosten enthalten sind. Diese fallen ohnehin an und sind demnach im Grenzkostenkalkül nicht zu berücksichtigen.

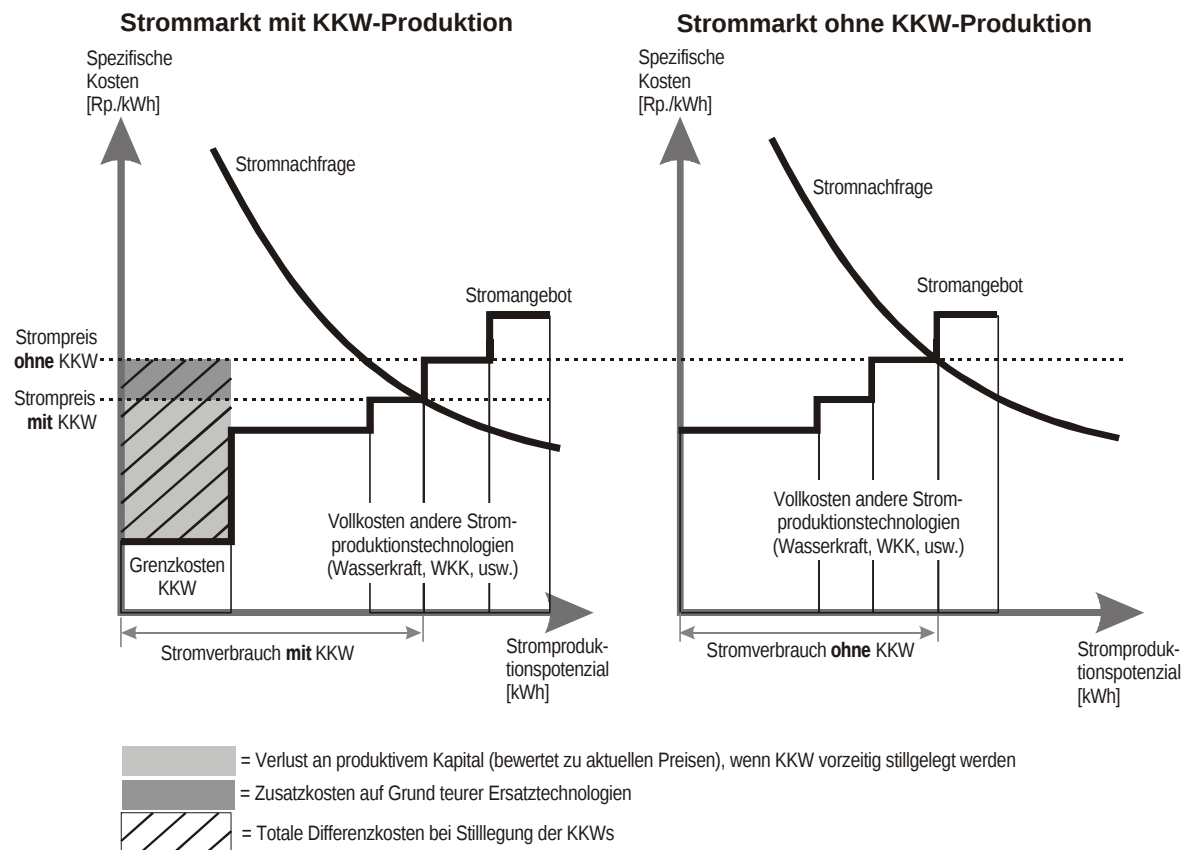
Damit wir aufzeigen können, was wir unter Verlust an produktivem Elektrizitätsproduktionspotenzial verstehen, gehen wir davon aus, dass die heutigen Grenzkosten der Kernenergieproduktion unter den am Strommarkt erzielbaren Erträge liegen. Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie käme unter diesen Bedingungen einem Verlust an produktivem Kapital gleich, wobei dieser Verlust aus der Restlaufzeit und der Differenz zwischen den Grenzkosten und den aktuellen Marktpreisen errechnet werden kann. Hinzu kommen noch allfällige Zusatzkosten, sofern die Kosten der Ersatztechnologien über den aktuellen Marktpreisen liegt. Die gesamten Kosten berechnen sich als Differenz zwischen den Grenzkosten der bestehenden Kernkraftwerke und den Kosten für die Ersatztechnologien.

⁷ Vgl. dazu Pfaffenberger (1999), Seite 104ff oder Fahl U. et al (1999), Seite 63ff.

⁸ Vgl. dazu Gubser (2000).

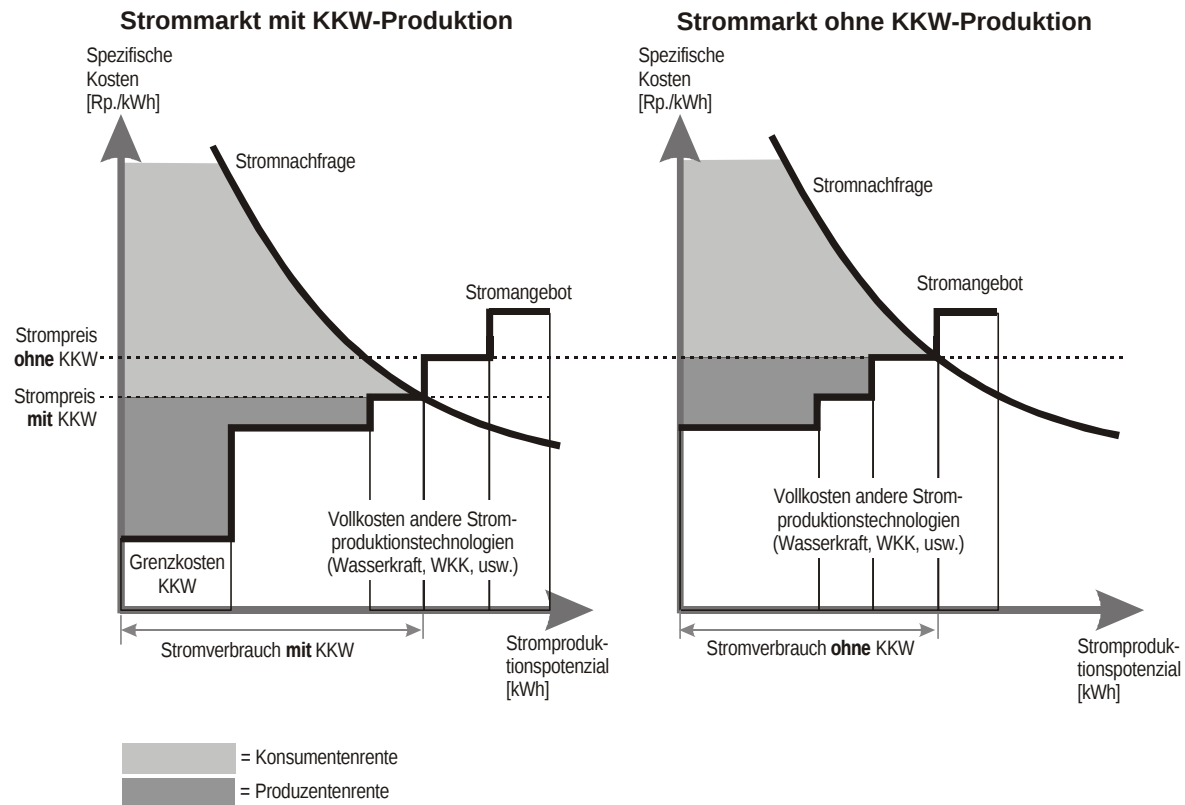
Die nachfolgende Grafik zeigt, wie der Verlust an produktivem Elektrizitätsproduktionspotenzial und die Differenzkosten berechnet werden. In der Grafik wird vereinfachend unterstellt, dass sich die Marktpreise an den langfristigen Grenzkosten der zuletzt zugebauten Kraftwerke orientieren. Unter diesen Annahmen können die Differenzkosten aus den Grenzkosten der KKWs (ohne Kapitalkosten) und den langfristigen Grenzkosten der Ersatzkraftwerke berechnet werden.⁽⁹⁾

Grafik 3-3: Differenzkosten: Strommarkt mit und ohne KKW-Produktion



Dieser grundsätzliche Ansatz für die Berechnung des Verlusts an produktivem Potenzial und der Differenzkosten, der für die Studien von Prognos (2000b) und Pfaffenberger (2000) gilt, wurde auch in dieser Studie unterstellt, wobei nicht nur die Differenzkosten berechnet, sondern die gesamten Verluste bzw. Umschichtungen in der Konsumenten- und Produzentenrenten berücksichtigt wurden. Die nachfolgende Grafik zeigt die Konsumenten- und Produzentenrenten für die beiden Fälle mit und ohne KKW-Produktion.

9 Wie dies die Studie Pfaffenberger (1999) unterstellt hat, wobei als Ersatztechnologie grosse, kostengünstige GuD-Anlagen (ohne Wärmenutzung) eingesetzt wurden.

Grafik 3-4: Konsumenten-, Produzentenrenten: Strommarkt mit und ohne KKW-Produktion

Das oben schematisch dargestellte Vorgehen zur Berechnung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen verlangt verschiedene Präzisierungen bezüglich der Preisbildung auf dem Elektrizitätsmarkt:

=> Bei der Strompreisbildung zu berücksichtigen sind:

- Unterscheidung Sommer- und Winterstrom
- Stromüberschuss in Europa: Ex- und Importpreise (Stromhandel)
- Stromsparerpotenziale
- Ersatztechnologien
- Regulierungsmassnahmen

Unterscheidung Sommer- und Winterstrom:

Die am Markt zu erzielenden Preise sind im Winter - auf Grund der grösseren Nachfrage und Angebotsrestriktionen für bestimmte Kraftwerkstypen⁽¹⁰⁾ - höher als im Sommer. Dies muss berücksichtigt werden, da die Kernkraftwerke mehr Strom im Winter erzeugen, die Ersatztechnologien vor allem Winterstrom produzieren und Stromeinsparungen (bspw. Ersatz der Elektroheizungen) vor allem den Winterstrom betreffen.

¹⁰ Bspw. haben die Laufkraftwerke im Sommer eine höhere Produktion als im Winter.

Stromüberschuss in Europa:

Auf Grund der Überproduktion in Europa bilden sich im Moment die Strompreise nicht auf Basis der langfristigen sondern auf Basis der kurzfristigen Grenzkosten.⁽¹¹⁾ Dies betrifft insbesondere die freien Ex- und Importe. Wir gehen davon aus, dass die Überproduktion kurz und mittelfristig bestehen bleibt und ab ca. 2010 mit Preisen gerechnet werden muss, die den langfristigen Grenzkosten entsprechen.⁽¹²⁾

Diese spezielle Stromüberschusssituation muss berücksichtigt werden, da in den nächsten Jahren für die Schweiz noch mit einem leichten Überschuss an freien Exporten zu rechnen ist. Ein Abschalten der KKW's kann somit durch den Rückgang an freien Exporten teilweise kompensiert werden.

Stromsparpotenziale:

Eine Erhöhung des Strompreises führt zu vermehrten Anstrengungen bezüglich rationellem Stromeinsatz bei den Stromkonsumenten. Dieser Effekt ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn es massgebliche Stromsparpotenziale gibt, die heute noch unwirtschaftlich sind.

Ersatztechnologien:

Die günstigste, heute erhältliche Ersatztechnologie, ist die erdgasbefeuerte GuD. Je nach Energiepreisentwicklung und Standort kann in Zukunft die Kohleverstromung (insbesondere in Deutschland) eine Alternative oder Ergänzung zur GuD-Technologie sein. Die Initiative «Strom ohne Atom» schränkt die zur Verfügung stehenden Ersatztechnologien ein. Gemäss der Initiative sind nur erneuerbar oder mittels Wärmekraftkopplung produzierter Strom (wärmegekoppelte GuDs und Blockheizkraftwerke) als Ersatz für den KKW-Strom zulässig.⁽¹³⁾

Regulierungsmassnahmen:

In einem offenen, liberalisierten Markt würden sich die Preise, nach dem die Überkapazität abgebaut ist, an den langfristigen Grenzkosten der zuletzt gebauten Kraftwerke ausrichten. Der Markt würde dabei die günstigsten Kraftwerkstechnologien zuerst berücksichtigen. Die Initiative «Strom ohne Atom» schränkt die zur Verfügung stehenden Technologien ein, indem nur erneuerbar oder mittels Wärmekraftkopplung produzierter Strom als Ersatztechnologie in Frage kommen. Der Strommarkt muss deshalb reguliert werden, um den Einsatz der „erlaubten“ Ersatztechnologien zu gewährleisten, da diese teurer sind als die günstigsten auf dem Markt erhältlichen Technologien.

Im Rahmen dieser Studie gehen wir davon aus, dass ein Zertifikatehandel zum Zuge kommt. Ein Zertifikate-Agent legt die Menge der mit erneuerbaren oder WKK-Technologien zu produzierenden Menge jeweils so fest, dass keine zusätzlichen Importe an nicht erneuerbar oder nicht mittels WKK erzeugtem Strom entstehen. Wer in der Schweiz Strom an Endkunden verkauft, müsste dann in einem vom Zertifikate-Agent festgelegten Umfang Zertifikate für erneuerbar oder mittels WKK-Technologie erzeugtem

11 Im Gegensatz zu den kurzfristigen Grenzkosten werden in den langfristigen Grenzkosten die Kosten der Kapazitätserhaltung (insbesondere Kapitalkosten) berücksichtigt.

12 Vgl. dazu Prognos (2000b).

13 Neben der Produktion steht selbstverständlich - wie oben erwähnt - auch der rationelle Elektrizitätseinsatz als „Ersatztechnologie“ zur Verfügung.

Strom kaufen. Angeboten werden die Zertifikate von den WKK-Produzenten und den Produzenten von erneuerbaren Technologien.

Der Verlust an produktivem Kapital und die dadurch induzierte Strompreiserhöhung haben volkswirtschaftlich folgende Wirkungen:

- => Volkswirtschaftliche Auswirkungen des Verlusts an produktivem Kapital
- Strompreiserhöhung -> Rückgang anderer Ausgaben (Budgeteffekt)
 - Strompreiserhöhung -> Substitutionseffekte in Konsum und Produktion
 - Indirekte Effekte der Kostentragung

Budgeteffekte:

Die Strompreise werden steigen, was zu einem teilweisen Rückgang von anderen Ausgaben führen wird (Budgeteffekt).

Substitutionseffekte:

Die mit steigenden Strompreisen verbundene Veränderung der relativen Preise ruft Anpassungen in der Produktions- und Konsumstruktur hervor.

Indirekte Effekte der Kostentragung:

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Varianten: Die „Aktionäre“ der KKWs tragen die Kosten oder der Staat entschädigt die „Aktionäre“ im Umfang des Kapitalverlusts.⁽¹⁴⁾ Im Rahmen dieser Untersuchung gehen wir davon aus, dass die „Aktionäre“ der KKWs die Kosten tragen.⁽¹⁵⁾

Investitionen in Ersatzkraftwerke/Effizienzsteigerung: positive Effekte

- Investitionen und Betriebskosten in Kraftwerke (WKK)
- Investitionen und Betriebskosten in Stromsparmassnahmen (WKK)

Die durch den vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie entstehende Angebotslücke muss, abhängig vom Szenario, mittels anderer Stromproduktionsanlagen (WKK mit Wärmenutzung, etc.) und Steigerung der Energieeffizienz evtl. ergänzt durch Importe gedeckt werden. Ein allfälliger positiver Investitionseffekt ist zu berücksichtigen. Der induzierte technische Fortschritt und allfällige first-mover-Vorteile auf Grund von Spillovereffekten können nur qualitativ beurteilt werden: Gemäss unserer Einschätzung verstärkt ein Kern-

¹⁴ Selbstverständlich sind auch Varianten denkbar, bei denen der Kapitalverlust nur teilweise abgegolten wird.

¹⁵ Im Falle einer Entschädigungszahlung müssten die negativen Effekte der Finanzierung dieser Entschädigung zusätzlich berücksichtigt werden.

energieausstieg die Suche nach neuen energiesparenden und erneuerbaren Energien nutzenden Technologien. Auslöser sind in erster Linie die höheren Strompreise und eine allfällige CO₂-Abgabe zur Reduktion der CO₂-Mehremissionen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs. Es ist zu erwarten, dass sich eine verstärkte Suche nach energieeffizienteren Technologien in neuen Produkten und Marktchancen - auch auf dem internationalen Markt - nieder schlägt. Dies würde sich positiv auf die wirtschaftliche Entwicklung der heimischen Volkswirtschaft auswirken. Nicht zu vergessen ist allerdings, dass Innovationen im Energiebereich Humankapital binden, welches dann in anderen - vielleicht ebenso viel versprechenden - Marktbereichen fehlt. In welchem Ausmass dieser Innovationsimpuls eines Kernenergieausstiegs das langfristige Wachstum der schweizerischen Volkswirtschaft beeinflusst, muss offen bleiben.

Im Weiteren sind nicht nur die Investitionen sondern auch die Betriebskosten, die je nach Stromproduktion stark unterschiedlich sind (insbesondere in ihrer Beschäftigungswirkung), zu berücksichtigen.

Investitionen in Ersatzkraftwerke/Effizienzsteigerung: negative Effekte

- Finanzierung der Investitionen und erhöhte Betriebskosten
- Rückgang der Investitionen in anderen Bereichen (crowding out)

Dem oben beschriebenen positiven Investitionseffekt stehen die negativen Effekte der Finanzierung der Investitionen gegenüber. Hier ist insbesondere zu beachten, dass die Finanzierung dieser Investitionen zumindest teilweise zu einem Rückgang von Investitionen in anderen Bereichen führen kann (crowding out).

Entsorgungskosten für radioaktive Abfälle, Ertüchtigungskosten

- geringere Entsorgungskosten im Falle eines Ausstiegs, erhöhte Entsorgungskosten bei längerer Nutzungsdauer
- Ertüchtigungskosten bei längerer Nutzungsdauer

Im Falle eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs ist damit zu rechnen, dass weniger Entsorgungskosten anfallen werden (allerdings sind hier nur die vermiedenen Grenzkosten relevant). Bei Nutzungsdauern über 40 Jahren fallen höhere Kosten für die Entsorgung und zusätzliche Ertüchtigungskosten an. Bei den Kosten für die Stilllegung gehen wir davon aus, dass allfällig höhere Kosten für die Stilllegung bei längerer Nutzungsdauer durch die zusätzlichen Zinseinnahmen aus dem Stilllegungsfonds gedeckt werden können.

Indirekte Markteffekte

Von grosser Bedeutung sind die durch Preisveränderungen hervorgerufenen Veränderungen auf den Energie-, Industriegüter- und den Dienstleistungsmärkten. Preisveränderungen ergeben sich dabei vor allem auf Grund von:

- Veränderungen der Strompreise
- Veränderungen der Import-, Exportstruktur
- Energieabgaben (beispielsweise zur Erreichung von Klimazielen, usw.)

Insbesondere werden beispielsweise höhere Energiepreise zu einem Rückgang der Energienachfrage führen, aber auch strukturelle Effekte in den Industriebranchen nach sich ziehen.

Aussenhandelseffekte

- Stromaussenhandel
- Nichtrealisierung von Handelsgewinnen
- Wettbewerbsposition der Schweiz

Im Zusammenhang mit einem Kernenergieausstieg können auch die Aussenhandelseffekte von Bedeutung sein. Dies insbesondere dann, wenn die Stromangebotslücke nicht durch Sparanstrengungen sondern durch Stromimporte oder durch Importe von beispielsweise Gas zur Stromproduktion gedeckt werden oder wenn grössere Energieabgaben nötig werden. Weiter kann der Fall eintreten, dass auf Grund von Technologievorgaben nicht alle komparativen Vorteile im Freihandel ausgenutzt werden können und somit nicht alle Handelsgewinne realisiert werden können.

Die indirekten Markteffekte und die Aussenhandelseffekte können am besten mit einem dynamischen Gleichgewichtsmodell abgebildet werden. Die Ausprägungen des in dieser Studie benutzten Gleichgewichtsmodells sind im nachfolgenden Kapitel 3.3 zu finden. Für die Berücksichtigung der anderen, strommarktspezifischen Effekte ist eine gezielte Erweiterung dieses Grundmodells nötig. Diese Erweiterungen sind im Kapitel 3.4 detailliert beschrieben.

3.3 Grundmodell

Die Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs wurde mit Hilfe des berechenbaren, dynamischen Gleichgewichtsmodells (DYNASWISS) vorgenommen. Die wichtigsten **Modellausprägungen** sind nachfolgend zusammengefasst:

– *Detaillierte Erfassung der Wirtschaftsstruktur Schweiz*

Die Wirtschaftssubjekte setzen sich zusammen aus 38 Wirtschaftssektoren, 6 repräsentativen Haushalten (abgestuft nach Alter und Lebensstandard), Staat (inkl. Sozialversicherungen) sowie dem Ausland.

– *Wirtschaftssubjekte haben vollkommene Erwartungen*

Das Grundmodell geht von „Perfect Foresight“ aus. Diese Annahme ist äquivalent mit der Hypothese der rationalen Erwartungen („Wirtschaftssubjekte liegen in ihren Entscheidungen im Durchschnitt richtig“), wobei keine Unsicherheit unterstellt wird. Die Spar- und Investitionsentscheidung wird endogenisiert. Damit können die mittel- und langfristigen Anpassungsprozesse analysiert werden.

– *Endogene Investitions- und Spartätigkeit*

Wie viel investiert und gespart wird, wird endogen bestimmt. Die Spartätigkeit ergibt sich als Differenz zwischen Einkommen und Konsum. Das Investitionsverhalten ist abhängig vom Grenznutzen und den Grenzkosten des Kapitals.⁽¹⁶⁾ Ist der Nutzen einer zusätzlichen Einheit Kapital grösser als die Kosten zur Bereitstellung dieser Einheit Kapital wird investiert. Es wird solange investiert, bis der Grenznutzen des Kapitals den Grenzkosten entspricht.⁽¹⁷⁾

– *Konstante Skalenerträge und vollkommene Konkurrenz*

Die Produktion ist gekennzeichnet durch konstante Skalenerträge (CRTS - constant returns to scale) und vollständige Konkurrenz. Die Produktion wird mittels einer CES-Produktionsfunktion⁽¹⁸⁾ beschrieben. Diese Annahme gilt nicht für den Stromproduktionsbereich (vgl. nachfolgendes Kapitel).

– *Nutzenmaximierung unter intertemporaler Budgetrestriktion*

Die Haushalte sehen sich einer intertemporalen Budgetrestriktion gegenüber. Sie können also - in einem beschränkten Umfang - Konsum von einem Jahr ins andere verschieben. Sie versuchen, ihren Nutzen aus Freizeit und Konsum über den gesamten betrachteten Zeithorizont zu maximieren. Die Nachfrage wird mit einer CES-Nutzenfunktion beschrieben. Die Elastizitäten beruhen auf spezifisch für die Schweiz geschätzten Werten oder sind der Literatur entnommen.

16 Das Investitionsverhalten wird somit nicht nur durch das Sparverhalten der Haushalte abschliessend determiniert.

17 „Tobin's q-Theorie“.

18 CES - **C**onstant **E**lasticity of **S**ubstitution.

– *Vollständige Kapitalmobilität*

Es wird unterstellt, dass die Unternehmen ihr Kapital von einer zur nächsten Periode auf- oder abbauen können. Es gibt in diesem Sinn im Modell keine explizit modellierten Anpassungskosten. Diese Annahme gilt nicht für den Stromproduktionsbereich (vgl. nachfolgendes Kapitel).

– *Vollbeschäftigung und homogener Arbeitsmarkt*

Im Grundmodell wird „freiwillige Arbeitslosigkeit“ in Form von Freizeit, hingegen keine „unfreiwillige Arbeitslosigkeit“ unterstellt. Wir gehen somit von einem Gleichgewicht auf dem Arbeitsmarkt aus. Eine Unterteilung des Arbeitsmarkts nach Qualifikationsstufen wird nicht vorgenommen. Unterstellt wird somit ein gut funktionierender, homogener Arbeitsmarkt. Diese Annahme halten wir für sinnvoll, insbesondere dann, wenn die mittel- und langfristigen Auswirkungen im Vordergrund stehen.

– *Devisenmarkt für den Verkauf von Exporten und den Kauf von Importen*

Es wird zwischen der Produktion für den ausländischen und inländischen Markt unterschieden. Es wird davon ausgegangen, dass die Haushalte eine Präferenz für inländische Güter haben (je nach Gut unterschiedlich stark ausgeprägt), was mit dem so genannten Armington-Ansatz erfasst wird. Der Aussenhandel wird über Export- und Importmärkte modelliert, auf denen Güter gegen Devisen getauscht werden. Bei den Kapital- und Arbeitseinkommensströmen und den Transfers vom Staat und von den Sozialversicherungen an das Ausland wird analog vorgegangen. Alle diese Transaktionen erfordern einen Tausch von ausländischen Devisen gegen Schweizer Franken oder umgekehrt. Den Devisenpreis kann man sich als realen Wechselkurs (des Schweizer Frankens) vorstellen.

– *Exogen vorgegebener technischer Fortschritt*

Es wird unterstellt, dass das Wachstum der Volkswirtschaft kurz- und mittelfristig durch die politischen Massnahmen beeinflusst wird, langfristig sich aber wieder ein stabiles Wachstum einstellt - auf einem tieferen oder höheren Niveau. Über politische Massnahmen werden somit Preisänderungen hervorgerufen, die zu veränderten Produktions- und Konsumstrukturen führen. Die Wirtschaft springt auf einen anderen Entwicklungspfad, aber es wird kein langfristig anhaltender Wachstumsvorteil erzielt (so genannte „first mover advantages“ werden somit nicht berücksichtigt). Das langfristige gleichgewichtige Wachstum ist also exogen vorgegeben, das Niveau wird endogen bestimmt.

Im Weiteren werden mittels eines exogen vorgegebenen energietechnischen Fortschritts die Konsistenz der Energienachfrage mit den Energieperspektiven sichergestellt. Der energietechnische Fortschritt wird so kalibriert, dass die im Gleichgewichtsmodell für das Szenario „Status Quo“ errechnete Energienachfrage mit der Energienachfrage der Energieperspektiven übereinstimmt.

Die detaillierte Modellstruktur von DYNASWISS ist in verschiedenen Publikationen bereits veröffentlicht.⁽¹⁹⁾

19 bspw. ECOPLAN (1998a), Wirtschaftliche Auswirkungen von Reformen der Sozialversicherungen: DYNASWISS - Dynamisches allgemeines Gleichgewichtsmodell für die Schweiz.

3.4 Modellerweiterung „Kernenergieausstieg“

Das oben beschriebene dynamische Gleichgewichtsmodell ist hervorragend geeignet, um die dynamischen Markteffekte, ökonomischen Rückkoppelungen, Entzugseffekte (beispielsweise durch Finanzierung) oder die aussenwirtschaftlichen Effekte abzubilden. Einige Teileffekte eines Kernenergieausstiegs konnten aber nur durch eine Erweiterung von DYNASWISS um einen „energietechnischen Teil“ erfasst werden:

- Stromproduktionstechnologien
- Preisbildung auf dem Inlandmarkt
- Elektrizitätssektor: Winter- und Sommerstrom, Bezugsrechte
- Stromexport- und Importpreise, Gas- und Oelpreise
- Stromspartechnologien
- Stilllegungs- und Entsorgungskosten
- Kostentragung eines Kernenergieausstiegs: Aktionärsmodell

Mit diesen Erweiterungen wurde es möglich, alle im Kapitel 3.2 aufgeführten Effekte zu berücksichtigen. Die einzelnen Erweiterungsschritte sind im Folgenden dargelegt.

3.4.1 Stromproduktionstechnologien

Zur Modellierung eines vorzeitigen „Kernenergieausstiegs“ in der Schweiz integrieren wir ein **Stromproduktions-Technologie-Modell** in das dynamische Gleichgewichtsmodell. Wichtige Vorarbeiten für diesen Ansatz hat Böhringer (1995 und 1998)⁽²⁰⁾ geleistet, der dem vorliegenden Projekt beratend zur Seite stand.

Der bestehende Stromproduktionssektor wurde wie folgt desaggregiert (**bestehende Technologien**):

- KKW-Technologien unterteilt nach den fünf Kernkraftwerken: KKBI und II, KKM, KKG und KKL
- Wasserkraftwerktechnologie
- WKK-Technologie
- konventionell thermische Technologie

Insgesamt wurden somit acht verschiedene heute aktive Stromproduktionstechnologien unterschieden. Für die Wasserkraft-, WKK- und konventionell thermischen Technologien

ECOPLAN (1999), Ökologische und ökonomische Auswirkungen einer Finanzreform mit ökologischen Anreizen.

20 Böhringer Ch. (1995), Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen Analyse - Theoretische Grundlagen und empirische Anwendung.

Böhringer CH. (1998), The Synthesis of Bottom-Up and Top-Down in Energy Policy Modeling, Energy Economics 20 (1998), Seite 233-248.

wurde jeweils eine repräsentative Technologie festgelegt, die den gesamten heute bestehenden Kraftwerkspark abbildet.⁽²¹⁾

Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie kann durch einen effizienteren Stromeinsatz und durch die Bereitstellung von Ersatztechnologien ermöglicht werden. Folgende **Ersatztechnologien (aber heute nicht aktive Technologien)** wurden ins Modell integriert:

- fossile Stromerzeugung ohne Abwärmenutzung: drei verschiedene GuD⁽²²⁾, die sich in den Jahresbetriebsstunden unterscheiden. Diese Technologien sind nur in den jeweiligen Referenz- und den Moratoriums-Szenarien zugelassen
- fossile Stromerzeugung mit Abwärmenutzung: neun verschiedene WKK-Technologien, abgestuft nach den Stromerzeugungskosten. Diese Technologien stehen in allen Szenarien - also auch in den Kernenergieausstiegs-Szenarien - zur Verfügung.

Insgesamt wurden somit zwölf verschiedene Ersatztechnologien definiert. Die erneuerbaren Energien wurden hier nicht speziell berücksichtigt, weil sie unter den getroffenen Annahmen (Energiepreise, technischer Fortschritt) entweder unwirtschaftlich sind (bspw. Fotovoltaik) oder in der Schweiz nur ein kleines Potenzial besteht (bspw. Windenergie).

Für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen ist der Vergleich der KKW-Kosten mit den Kosten für die Ersatztechnologien (GuD und BHKW) von Interesse. In Tabelle 3-5 sind die **Kennzahlen zu den KKW-Technologien** zusammengestellt. Zu beachten ist, dass hier nur die Grenzkosten - also in erster Linie die Betriebs- und Brennstoffkosten inkl. variable nukleare Entsorgungskosten - dargestellt sind. Die Vollkosten - also inkl. Kapital- und nicht variable Stilllegungs- und Entsorgungskosten - sind bedeutend höher.

Tabelle 3-5: Kernkraftwerkstechnologien: Kennzahlen⁽²³⁾

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Installierte Leistung Netto in MW	365	357	355	970	1145
Vollbenutzungsstunden pro Jahr	7497	7497	7554	7876	7447
Stromproduktion in GWh/Jahr	2736	2676	2682	7639	8527
Stromproduktionsanteil im Winter	56.8%	56.8%	56.8%	56.8%	56.8%
Betriebs- und Brennstoffkosten in Rp./kWh					
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)	2.52			1.71	1.69
Variable nukleare Entsorgungskosten	0.26			0.26	0.26
Brennstoffkosten	0.65			0.59	0.50
Total ohne laufzeitverlängernde Investitionen	3.43			2.57	2.46
Ertüchtigungskosten zur Verlängerung der Laufzeit um 10 Jahre	0.74			0.71	0.75
Total mit laufzeitverlängernden Investitionen	4.17			3.28	3.20

21 Eine Unterteilung nach einzelnen Kraftwerken wäre grundsätzlich möglich, im Zusammenhang mit der Frage eines Atomausstieg aber nicht von besonderem Interesse.

22 GuD - Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk.

23 Die Werte der drei alten Kernkraftwerke Beznau I und II sowie Mühleberg wurden aus Datenschutzgründen zusammengefasst. Die Vollbenutzungsstunden unterscheiden sich zwischen den einzelnen Kraftwerkstechnologien und sind aus den vergangenen Erfahrungen von Prognos (2000b) hergeleitet worden.

Die fünf Kernkraftwerke haben zusammen eine Leistung von 3200 MW und ein durchschnittliches Stromproduktionspotenzial von rund 24'000 GWh/Jahr - davon fallen rund 56.8% im Winter an. Die heutigen Grenzkosten der schweizerischen Kernkraftwerke bewegen sich in der Grössenordnung von 2.5 Rp./kWh bis 3.5 Rp./kWh. Darin nicht enthalten sind allfällige Ertüchtigungsinvestitionen zur Verlängerung der Laufzeit. Wir rechnen damit, dass eine Laufzeitverlängerung um 10 Jahre die Stromgestehungskosten in diesen „Verlängerungsjahren“ um weitere 0.7 bis 0.75 Rp./kWh steigen lässt.⁽²⁴⁾

Die wirtschaftlichsten Ersatztechnologien sind in der Tabelle 3-6 zusammengestellt. Es wird dabei unterschieden in fossile Stromerzeugung mit und ohne Abwärmenutzung. Die **Kennzahlen für die Ersatztechnologien** entsprechen den Annahmen, die Prognos in ihrem Bericht⁽²⁵⁾ ausweisen. Am günstigsten ist die fossile Stromerzeugung in Fernwärmenetzen mit GuD (FW/GuD) und bei den Grosskraftwerken ohne Abwärmenutzung.

Tabelle 3-6: Ersatztechnologien: Kennzahlen⁽²⁶⁾

	Kapitalkosten Rp./kWhel	Energiekosten Rp./kWhel	Wärme- gutschrift Rp./kWhel	Betriebskosten Rp./kWhel	Stromgestehungskosten exkl. Netzkosteneinsparung Rp./kWhel	Netzkosteneinsparung Rp./kWhel	Stromgestehungskosten inkl. Netzkosteneinsparung Rp./kWhel	Stromproduktionspotenzial GWh/Jahr	Davon im Winter
Fossile Stromproduktion ohne Abwärmenutzung									
Jahres-GuD	0.79	4.91	0.00	0.61	6.30	0.00	6.30	keine	57%
winterlast. GuD	0.99	4.91	0.00	0.76	6.65	0.00	6.65	Ein-	71%
Winter-GuD	1.39	4.91	0.00	1.07	7.36	0.00	7.36	schränkung	100%
Fossile Stromproduktion mit Abwärmenutzung									
FW/GuD	1.72	5.52	2.57	1.14	5.81	0.00	5.81	1206	75%
Industrie WKK 1	1.58	9.16	4.84	1.21	7.12	0.00	7.12	135	55%
BHKW1	1.82	7.07	3.87	2.31	7.33	1.00	6.33	855	75%
BHKW2	1.95	7.56	4.19	2.48	7.80	1.00	6.80	866	75%
Industrie WKK 2	1.59	10.32	5.27	1.27	7.91	0.00	7.91	350	55%
BHKW3	2.59	8.51	4.94	2.67	8.83	1.00	7.83	940	74%
BHKW4	3.42	9.88	5.93	2.78	10.15	1.50	8.65	1339	75%
BHKW5	3.57	11.81	7.30	3.13	11.22	1.50	9.72	971	80%
BHKW6	4.11	12.67	7.88	3.33	12.23	1.50	10.73	>1'000	80%

24 Wir rechnen damit, dass eine Laufzeitverlängerung von 40 auf 50 Jahren und eine von 50 auf 60 Jahren jeweils mit Investitionskosten von 500 CHF/kWhel verbunden ist. Im Weiteren gehen wir davon aus, dass zur Erreichung des 40-sten Laufzeitjahres, nach dem 30-sten Jahr eine Ertüchtigungsinvestition von 300 CHF/kWhel nötig ist (Bemerkung: Prognos verzichtet in ihren Abschätzungen auf eine Ertüchtigungsinvestition zwischen dem 30sten und 40-sten Laufzeitjahr, berücksichtigt aber in ihrer Kostenerhebung die von den Kernkraftwerken getätigten Rückstellungen für Ertüchtigungen. Diese Rückstellungen - die in den obigen Zahlen nicht berücksichtigt sind - haben wir mit einer Ertüchtigungsinvestition von 300 CHF/kWhel simuliert. Die Annahmen von Prognos sind somit kompatibel mit den hier verwendeten Annahmen).

25 vgl. Prognos (2000b), Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ sowie „MoratoriumPlus“.

Die von Prognos aufgearbeiteten Anlagentypen wurden aus modelltechnischen Gründen teilweise aggregiert. Der von Prognos unterstellte technische Fortschritt im WKK-Anlagebau und bei den WKK-Betriebskosten haben wir berücksichtigt, indem wir die durchschnittlichen Kostensätze für das Jahr 2020 unterstellt haben.

26 Die Erstellungs- und Betriebskosten sind für das Jahr 2020 ausgewiesen, also unter Berücksichtigung eines techn. Fortschritts bei der Fertigung der Anlagen und den Betriebskosten. Die Energiekosten sind hingegen mit den heutigen Energiepreisen berechnet. Die reale Gaspreisteuerung wird im Gleichgewichtsmodell berücksichtigt.

Wie hoch die Netzkosteneinsparungen sind, ist strittig und müsste vertieft abgeklärt werden. Die unterstellten Annahmen zu den Netzkosteneinsparungen sind kompatibel mit den Annahmen von Prognos (2000b).

Zu erwähnen ist, dass die wirtschaftlichsten fossilen Stromerzeugungstechnologien mit Abwärmenutzung in ihrem Potenzial beschränkt sind. Die günstigsten WKK-Technologien sind neben der Stromproduktion in Fernwärmenetze die Industrie-WKKs und Objekt-Blockheizkraftwerke (BHKW) in der Industrie oder grossen Dienstleistungsgebäuden. Höhere Stromerzeugungskosten sind in der Regel bei kleineren BHKWs oder im Falle von speziell zu erstellenden Nahwärmenetze zu verzeichnen. Die so genannten Mini-BHKWs (bspw. ECOPOWER) sind heute in den meisten Fällen noch zu teuer für einen wirtschaftlichen Einsatz. Geht man davon aus, dass durch Massenproduktion die Erstellungskosten und die Wartungs- und Unterhaltskosten noch massiv gesenkt werden können, so ist es vorstellbar, dass das Mini-BHKW eine valable Ersatztechnologie sein kann. In der vorliegende Studie schliessen wir die Ersatztechnologie Mini-BHKW nicht aus, gehen aber davon aus, dass die Mini-BHKW Stromgestehungskosten auch in Zukunft nicht deutlich unter 12 Rp./kWh zu stehen kommen.

Die Kennzahlen zu den bestehenden Wasserkraftwerken, Wärmekraftkopplungs-Anlagen und fossile Stromerzeugungs-Anlagen sind für die Frage des Ausstiegs nicht von zentraler Bedeutung. Die in den Berechnungen verwendeten Technologie Kennzahlen können dem Kapitel 10 entnommen werden.

3.4.2 Preisbildung auf dem Inlandmarkt

In einem offenen, liberalisierten Markt werden zuerst die günstigsten Kraftwerkstechnologien eingesetzt. Die Initiative «Strom ohne Atom» beschränkt die zur Verfügung stehenden Produktionstechnologien ein, indem nur erneuerbar oder mittels Wärmekraftkopplung produzierter Strom als Ersatztechnologie in Frage kommen. Da diese „erlaubten“ Ersatztechnologien teurer sind als die günstigsten auf dem Markt erhältlichen Technologien, muss der Strommarkt reguliert werden.

Grundsätzlich gibt es verschiedene „Regulierungsansätze“, wie die von der Initiative geforderten Ersatztechnologien umgesetzt werden können. Ob diese nachfolgend beschriebenen „Regulierungsansätze“ in der Praxis umsetzbar und inwieweit diese mit den herrschenden WTO-Regelungen kompatibel sind, wird im Rahmen dieser Studie nicht untersucht.⁽²⁷⁾

– *Regulierungsmassnahme „Marktzutrittsbeschränkung“*

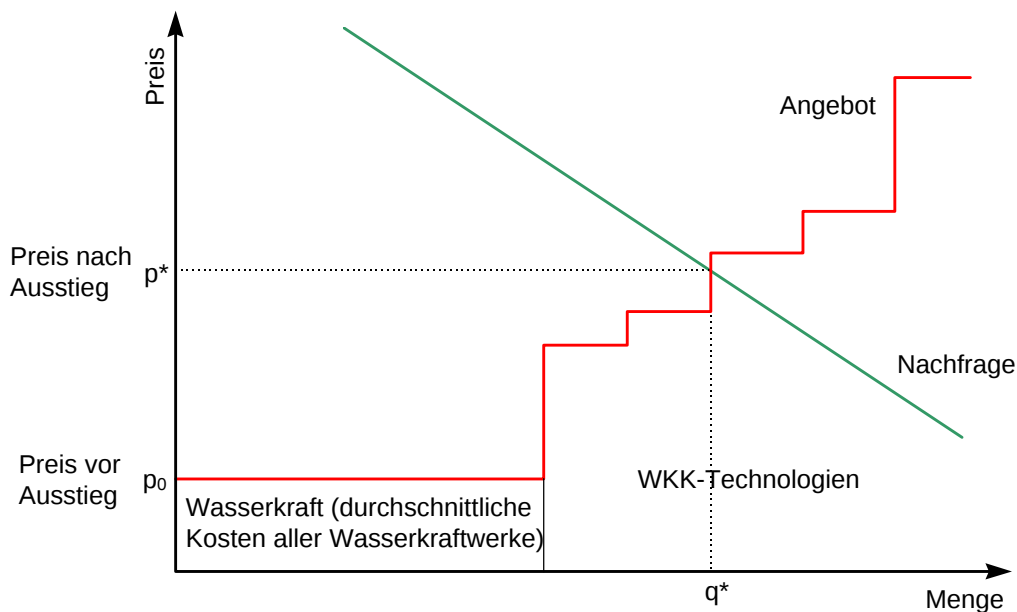
Ohne regulierende Massnahmen würde sich bei einem Abschalten der KKWs die günstigste Technologie am Markt durchsetzen. Dies ist im Moment die GuD-Technologie ohne Wärmeauskoppelung. Damit die Forderungen der Initiative durchgesetzt werden können, sind für bestimmte Technologien Marktzutrittsbeschränkungen vorzusehen. Insbesondere soll eine allfällig entstehende Versorgungslücke nicht durch vermehrte Importe von KKW-Strom oder durch fossil erzeugten Strom (ohne Wärmeauskoppelung) gedeckt werden. Dies bedeutet, dass die Endverkäufer bzw. die Stromkonsumenten in der Schweiz einen Nachweis über die Herkunft ihres verkauften bzw. bezo-

27 Ebenfalls nicht Gegenstand dieser Studie sind allfällige Regulierungskosten.

genen Stroms erbringen müssten. Voraussetzung für eine solche Marktzutrittsbeschränkung wäre ein europäisches „Herkunftslabel“. Ob diese Regulierungsmassnahme in der Praxis - also in einem liberalisierten Strommarkt - überhaupt umsetzbar ist, müsste noch analysiert werden.

Im Folgenden zeigen wir auf, was eine solche Marktzutrittsbeschränkung für die Preisbildung auf dem Inlandmarkt für Folgen hätte. Auf Grund der Marktzutrittsbeschränkung im „Strommarkt Schweiz“ wird sich im Vergleich zum Ausland ein höheres Strompreisniveau einstellen. Gehen wir davon aus, dass neben der Marktzutrittsbeschränkung keine weiteren Regulierungen eingeführt werden, so werden sich die Strompreise in der Schweiz an den Grenzkosten der zuletzt zugebauten Kraftwerke orientieren. Da diese auf erneuerbaren Energien oder WKK basierenden Kraftwerke mit zunehmenden Ausnutzungspotenzial relativ teuer werden, würden die langfristigen Grenzkosten und damit auch der Strompreis in der Schweiz deutlich zunehmen. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht dies.

Grafik 3-7: Preisbildung bei Regulierungsmassnahme „Marktzutrittsbeschränkung“



Die Folge einer „Marktzutrittsbeschränkung“ wäre, dass die bestehenden Wasserkraftwerke auf Kosten der Stromnachfrager eine wachsende Rente (Differenz zwischen Vollkosten und an den Grenzkosten ausgerichteter Strompreise) einfahren könnten.

– *Regulierungsmassnahme „Zertifikate“*

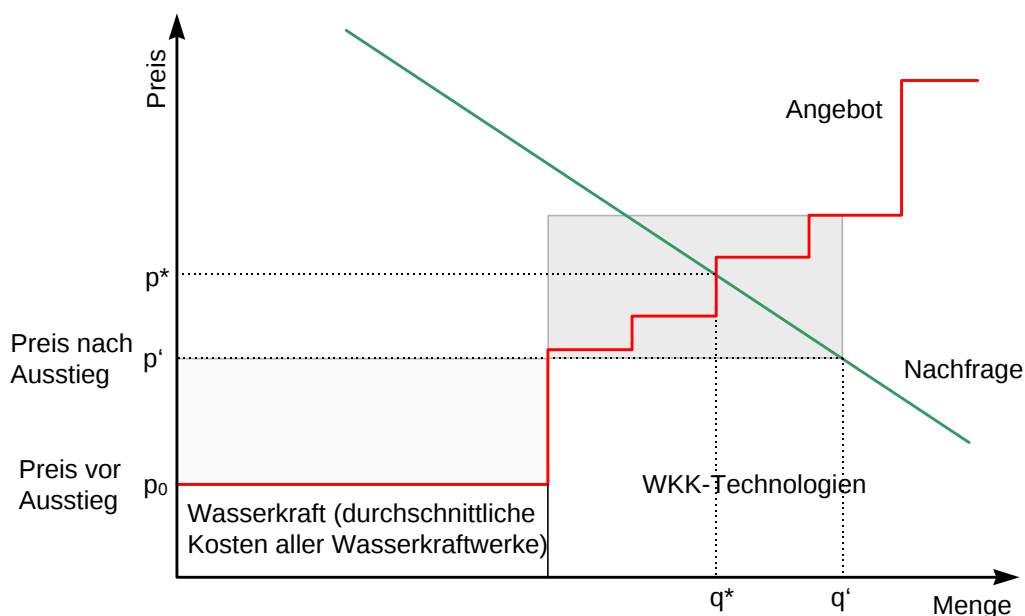
Anstatt Marktzutrittsbeschränkungen für bestimmte Technologien vorzusehen, lassen sich vermehrte Importe von KKW-Strom oder fossil erzeugtem Strom auch durch ein Zertifikatesystem verhindern. Ein Zertifikate-Agent legt die Menge der mit erneuerba-

ren oder WKK-Technologie zu produzierenden Menge jeweils so fest, dass keine zusätzlichen Importe an nicht erneuerbar oder mittels WKK erzeugten Strom entstehen. Wer in der Schweiz Strom an Endkunden verkauft, müsste dann in einem vom Zertifikate-Agent festgelegten Umfang Zertifikate für erneuerbar oder mittels WKK-Technologie erzeugten Strom kaufen. Angeboten werden die Zertifikate von den WKK-Produzenten und den Produzenten von erneuerbaren Technologien.

Die nachfolgende Grafik zeigt den Effekt eines solchen Zertifikatesystems auf die Strompreisbildung in der Schweiz. Es würde sich ein „Mischpreis“ zwischen alten, bestehenden und relativ günstig produzierenden Kraftwerken und den neu zu bauen den WKK-Kraftwerken einstellen. Die Produktionspreise der günstigen, bereits bestehenden Kraftwerke würden sich um die zu bezahlenden Zertifikatskosten erhöhen. Andererseits würden sich die Kosten der neu zu erstellenden WKK-Kraftwerke um den Zertifikateerlös reduzieren. Zu beachten ist, dass bei einer solchen Regelung die günstigsten WKK-Technologien eine „Zertifikaterente“ einfahren können.

Mit dieser „Mischpreisbildung“ kann die Strompreiszunahme gedämpft werden und die Realisierung von Zusatzrenten für die bestehenden Wasserkraftwerke vermieden werden.

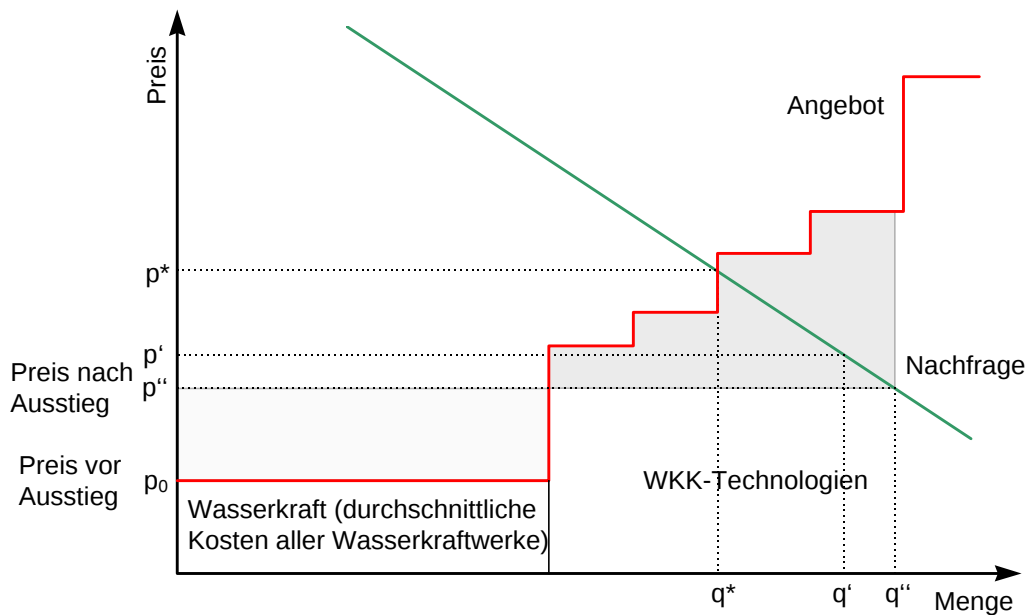
Grafik 3-8: Preisbildung bei Regulierungsmassnahme „Zertifikate“



– *Regulierungsmassnahme „Subvention“*

An Stelle eines Zertifikatesystems oder einer Marktzutrittsbeschränkung könnte auch mit einer Subventionierung die erwünschte Wirkung erreicht werden. Auf den Stromimporten und den grösseren Wasserkraftwerken wird eine Stromabgabe erhoben. Die Einnahmen aus dieser Stromabgabe werden dazu verwendet den Ausbau der erneuerbaren und WKK-Technologie gezielt zu fördern. Für die Subvention anrechenbar sind nur diejenigen Kosten, die sich nicht amortisieren lassen.

Die nachfolgende Grafik zeigt, welche Strompreise sich bei einer solchen „technologiespezifischen Subventionierung“ ergeben würde.

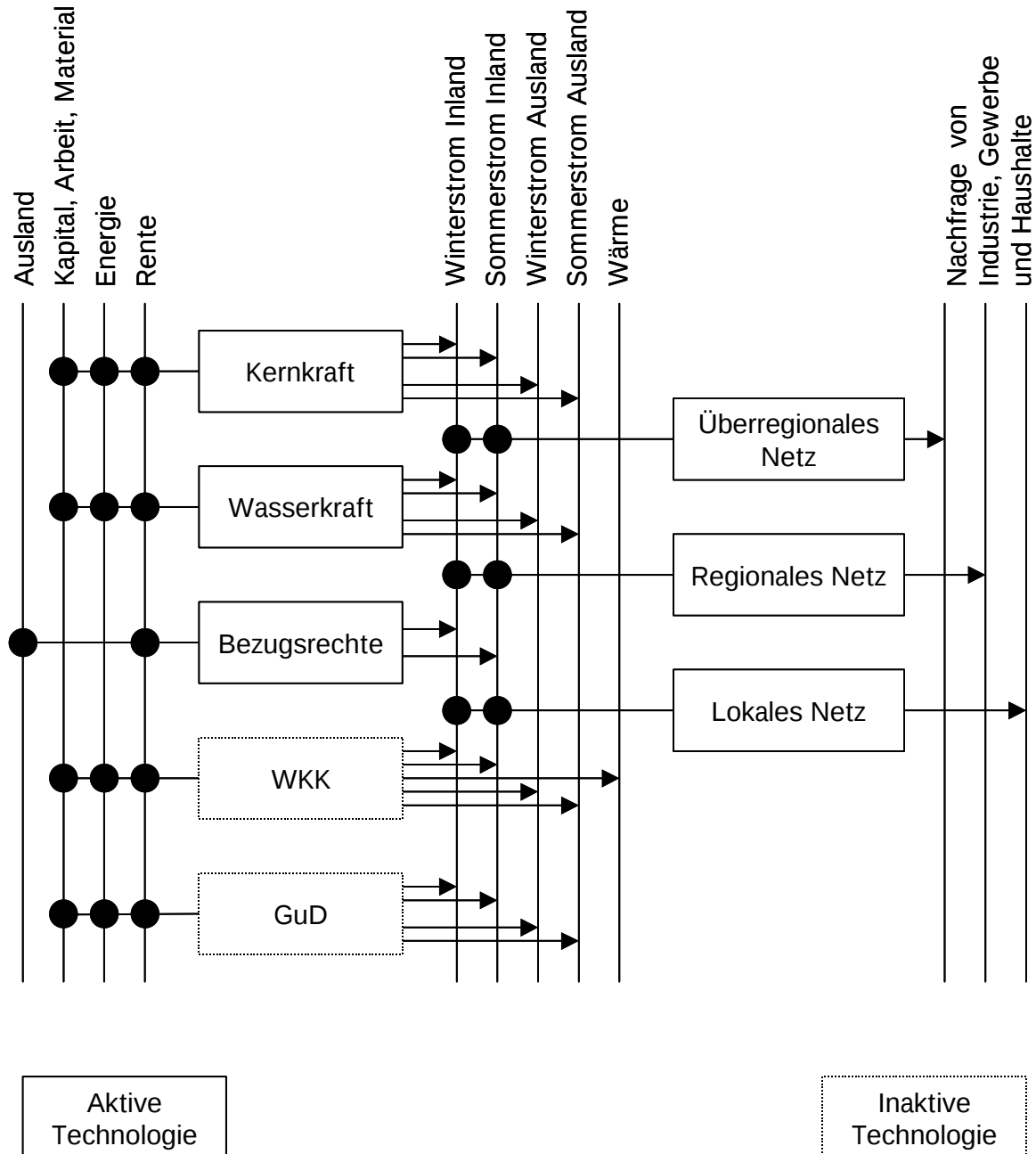
Grafik 3-9: Preisbildung bei Regulierungsmassnahme „technologiespezifische Subvention“

Im Rahmen dieser Studie gehen wir davon aus, dass die WKK-Strategie mit Hilfe eines Zertifikatehandels umgesetzt wird. Der Vorteil des Zertifikatehandels liegt im Vergleich zu den Subventionen und Marktzutrittsbeschränkungen darin, dass keine Zusatzrenten für Wasserkraftwerke realisiert werden können. Bei den Subventionen müsste zusätzlich die Finanzierung der Subventionen speziell geregelt werden. Die Problematik beim Zertifikatesystem liegt in der Festlegung der optimalen Quoten.

3.4.3 Elektrizitätssektor

Die nachfolgende Grafik zeigt schematisch den Elektrizitätssektor, wie er im Gleichgewichtsmodell berücksichtigt wird.

Grafik 3-10: Elektrizitätssektor im Gleichgewichtsmodell



Der Elektrizitätssektor wurde als zweistufiger Produktionsprozess modelliert. Auf der ersten Stufe wird ein Energieträger in elektrische Energie umgewandelt oder Strom importiert. In einem zweiten Schritt gelangt der produzierte Strom über unterschiedliche Verteilnetze zu den Endverbrauchern.

Die verschiedenen Stromproduktionstechnologien⁽²⁸⁾ produzieren mit den Inputs Arbeit, Kapital, Energie und Material⁽²⁹⁾ Strom für die Sommer- und Wintermonate. Die WKK-Technologien produzieren neben Strom zusätzlich Wärme. Die verschiedenen Technologien unterscheiden sich einerseits in ihrer Kostenstruktur⁽³⁰⁾, andererseits verfügen sie auch über eine unterschiedliche Outputstruktur. So produzieren WKK-Anlagen im Vergleich zu Kernkraftwerken relativ mehr Strom in den Winter- als in den Sommermonaten. Im Ausgangsjahr sind die Kosten für die meisten WKK-Technologien sowie für die GuD-Anlagen grösser als die erzielbaren Erträge, so dass diese Technologien nicht aktiv sind. Eine Technologie wird dann aktiv, wenn sich die Preise für Sommer- und Winterstrom verändern, was unmittelbar die erzielbaren Erträge beeinflusst, oder wenn sich die Preise der Inputs relativ zueinander verschieben. Eine Technologie, die den relativ teurer gewordenen Input stärker beansprucht, kann in diesem Fall durch eine Technologie, welche diesen Input kaum beansprucht, abgelöst werden.

Auf der zweiten Stufe des Elektrizitätssektors gelangt der Strom über unterschiedliche Verteilnetze zum Endverbraucher, was unterschiedliche Endpreise zur Folge hat. Im Modell unterscheiden wir drei verschiedene Verteilnetze mit unterschiedlichen Preisen. Grossbezüger von Strom aus überregionalen und regionalen Netzen sehen sich zudem einem niedrigerem Preis als der Durchschnittsabnehmer gegenüber. Insgesamt unterteilen wir den Strommarkt in fünf Teilmärkte, auf denen unterschiedliche Preise bezahlt werden.

Weiter unterscheiden wir im Gleichgewichtsmodell zwischen **Sommer- und Winterstrom**. Folgende Gründe sprechen für diese Unterscheidung:

- Vom Auftraggeber wurde eine Versorgungssicherheit im Winter von 50% vorgegeben.⁽³¹⁾ Eine Versorgungssicherheit von 50% ist dann erreicht, wenn die durchschnittliche Strombeschaffung (heimische Produktion und Bezugsrechte) dem inländischen Stromverbrauch entspricht. Da die Stromproduktion und -nachfrage Schwankungen unterworfen sind, bedeutet eine Versorgungssicherheit im Winter von 50%, dass im Durchschnitt jedes zweite Jahr ein zusätzlicher, vertraglich nicht gesicherter Winter-Nettoimport zur Bedarfsdeckung nötig wird. Für die Sicherstellung der vorgegebenen Versorgungssicherheit ist somit eine Erfassung des Winterstroms nötig.
- Die KKW-Stromproduktion wird neben einer Effizienzsteigerung in der Stromverwendung durch WKK-Strom ersetzt. Die WKKs produzieren im Vergleich zu den KKWs anteilmässig mehr Strom im Winter.⁽³²⁾
- Weiter ist davon auszugehen, dass auf Grund der Nachfrage- und Angebotssituation auf dem inländischen wie auch europäischen Strommarkt der Preis von Sommerstrom unter demjenigen für Winterstrom liegt (vgl. nachfolgendes Kapitel).

28 Für eine Aufzählung der im Modell verwendeten Technologien siehe 3.4.1.

29 So genannte „Vorleistungen“ von anderen Sektoren.

30 Für eine detaillierte Übersicht der Inputstruktur vgl. Anhang Kapitel 10.

31 Inwieweit das Festhalten an einer 50%-igen Versorgungssicherheit im Winter in einem liberalisierten europäischen Strommarkt noch Sinn macht, wird im Rahmen dieser Studie nicht diskutiert.

32 Die WKK-Anlagen sind wärmegeführt, das heisst sie sind in erster Linie auf den Wärmeabsatz ausgelegt und produzieren somit vor allem im Winter (vgl. Tabelle 3-6).

Die **Bezugsrechte** sind langfristige Lieferverträge oder Beteiligungen an ausländischen Kraftwerken. Diese Bezugsrechte werden bei der Bestimmung der 50%-igen Versorgungssicherheit wie heimische Anlagen behandelt. Damit eine Gleichbehandlung in allen Szenarien sichergestellt ist, wird davon ausgegangen, dass in allen Szenarien dieselben Bezugsrechte zur Verfügung stehen. Damit wird ausgeschlossen, dass beispielsweise bei einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie die ausländischen Bezugsrechte erhöht werden, was die volkswirtschaftlichen Kosten des vorzeitigen Ausstiegs mindern würde.

Wir haben unterstellt, dass sich die Bezugsrechte kurz- und mittelfristig gemäss den heutigen vertraglichen Regelungen entwickeln. Die Bezugsrechte und Lieferverpflichtungen laufen zum grössten Teil zwischen den Jahren 2016 und 2020 aus. Es wird unterstellt, dass die Aufstockung der Bezugsrechte dann in dem Umfang erfolgt, wie es zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit im Referenzszenario (mit Laufzeiten der KKWs von 50 und 60 Jahren) erforderlich ist. Diese so errechneten Bezugsrechte werden dann in allen Szenarien unterstellt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die unterstellten Netto-Bezugsrechte - also die Bezugsrechte abzüglich der Lieferverpflichtungen.⁽³³⁾

Tabelle 3-11: Netto-Bezugsrechte (Bezugsrechte abzüglich Lieferverpflichtungen) in allen Szenarien

Jahr	GWh Jahr	GWh Winter	GWh Sommer
2000	15'588	8'295	7'293
2005	14'828	7'860	6'968
2010	14'040	7'466	6'574
ab 2020	13'900	7'645	6'255

3.4.4 Stromexport- und Importpreise, Gas- und Oelpreise

Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen den Bezugsrechten bzw. Lieferverpflichtungen sowie den freien Ex- und Importen:

- Bei den **Bezugsrechten** und den Lieferverpflichtungen gehen wir davon aus, dass der Preis den langfristigen Grenzkosten der europäischen Stromproduktion für Grundlaststrom im Höchstspannungsbereich entsprechen (die Preise der bestehenden Bezugsrechte sind teilweise fixiert, Angaben über die konkreten Preise und Konditionen wurden uns nicht zur Verfügung gestellt). Dieser Preis entspricht durchschnittlich etwa 5.5 Rp./kWh⁽³⁴⁾. Auf Grund der unterschiedlichen Nachfrage- und Angebotssituation wird im Winter mit einem höheren Preis - nämlich 6 Rp./kWh - und im Sommer mit 5 Rp./kWh gerechnet. Die Preisdifferenz zwischen Winter und Sommer entspricht somit 1 Rp./kWh. Dies entspricht in etwa der Differenz in den Stromgestehungskosten eines Winter-GuD-Kraftwerks im Vergleich zu einem ganzjährig betriebenen GuD.

33 Diese Annahmen entsprechen in etwa den Annahmen im Bericht Prognos (2000b). Die im Prognos-Bericht ausgewiesenen fünfjährigen Schwankungen in den Bezugsrechten haben wir - aus modelltechnischen Gründen - geglättet.

34 vgl. Prognos/EWI (1999).

- Bei den **freien Exporten und Importen** muss der heutigen Stromüberschusssituation in Europa Rechnung getragen werden. Wir gehen davon aus, dass sich der Preis für die freien Ex- und Importe kurzfristig in etwa auf der Höhe der kurzfristigen Grenzkosten bewegen wird. Diese betragen ungefähr 4 Rp./kWh. Auch hier gehen wir wieder davon aus, dass im Winter höhere Preise zu erzielen sind, nämlich 4.5 Rp./kWh und im Sommer 3.5 Rp./kWh. Im Weiteren gehen wir davon aus, dass der Angebotsüberhang auf dem europäischen Strommarkt bis 2010 abgebaut wird. Dies bedeutet, dass sich die Preise für die freien Ex- und Importe ab 2010 auf dem Niveau der langfristigen Grenzkosten der europäischen Stromproduktion einpendeln wird.

Die Annahmen zur Entwicklung der Oel- und Gaspreise wurden aus Prognos (1999) abgeleitet. Wir gehen davon aus, dass der Weltmarktpreis für Rohöl jährlich um real 1.1% zunimmt. Beim Erdgas wurde vom Prinzip des „anlegbaren Preises“ ausgegangen, was nach Prognos (1999) zu einer realen Verteuerung des Gaspreises um jährlich 0.8% führt.

3.4.5 Kernenergieersatz: Stromspartechnologien

Die Stromspartechnologien werden im Rahmen von Produktions- und Nutzenfunktionen abgebildet. In diesen Produktions- und Nutzenfunktionen wird festgelegt, wie gut Elektrizität durch andere Energieträger (bspw. Gas und Oel) oder durch Arbeit und Kapital substituiert werden kann. Die jeweils unterstellten Substitutionselastizitäten wurden auf die Energieperspektiven des BFE kalibriert.

Mit diesen Annahmen wird sicher gestellt, dass eine durch einen vorzeitigen Ausstieg induzierte Strompreiserhöhung zu einem effizienteren Einsatz von Elektrizität führt. Eine Strompreiserhöhung führt aber nicht nur zu einem effizienteren Elektrizitätseinsatz (bspw. durch die vermehrte Installation von Stromsparlampen), sondern kann auch zu einem Ausweichen auf andere Energieträger (bspw. Oel oder Gas) führen.

Die Details zu den Produktions- und Nutzenfunktionen wie zu den unterstellten Substitutionselastizitäten sind Kapitel 11 zu entnehmen.

3.4.6 Stilllegungs- und Entsorgungskosten

Die Annahmen zu den Stilllegungs- und Entsorgungskosten basieren auf Angaben des BFE und des Unterausschusses Kernenergie (UAK).⁽³⁵⁾ Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die unterstellten Stilllegungs- und Entsorgungskosten.

35 BFE (1999), Bestand und Entwicklung des Stilllegungsfonds, Arbeitspapier.

BFE (2000), Auswirkungen einer längeren resp. kürzeren Betriebsdauer der KKW auf die Entsorgungskosten, Notiz.

UAK - Unterausschuss Kernenergie (1999), Ermittlung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke.

Tabelle 3-12: Stilllegungs- und Entsorgungskosten

	Stilllegungs- kosten	Entsorgungskosten				
		Laufzeit 40 Jahre			Laufzeit- verkürzung	Laufzeit- verlängerung
		Stand 1.1.99	Stand 1998	Bis 31.12.98 angefallen	um 10 Jahre Minderkosten	um 10 Jahre Mehrkosten
	Mio. Fr.	Mio. Fr.	Mio. Fr.	Mio. Fr.	Mio. Fr.	Mio. Fr.
KKB I+II	420	3'254	1'024	2'230		
KKM	226	1'452	421	1'031		
KKG	418	4'055	890	3'165		
KKL	406	4'376	609	3'767		
Total	1'470	13'137	2'944	10'193	-1'305	1'750

Die **Stilllegungskosten** für alle fünf KKWs werden auf 1.5 Mrd. Franken geschätzt. Es wird davon ausgegangen, dass eine Verlängerung oder Verkürzung der Laufzeit keinen massgeblichen Einfluss auf die Stilllegungskosten hat.

Viel stärker ins Gewicht fallen die **Entsorgungskosten** - diese betragen bei einer Laufzeit der KKWs von 40 Jahren rund 13.1 Mrd. Franken. Bei einer Verkürzung der Laufzeit um 10 Jahre können rund 1.3 Mrd. Franken an Entsorgungskosten eingespart werden. Bei einer Verlängerung um 10 Jahre muss mit Mehrkosten von 1.75 Mrd. Franken gerechnet werden.

Bei der Stilllegungs- und Entsorgungskostenproblematik müssen hinsichtlich eines vorzeitigen Kernenergieausstieges zwei volkswirtschaftlich relevante Effekte berücksichtigt werden:

- Bei einem vorzeitigen Ausstieg kann ein Teil der Entsorgungskosten eingespart werden. Gegenüber einer 60-jährigen Laufzeit können bei einem Ausstieg aus der Kernenergie gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» 5 Mrd. Franken an Entsorgungskosten eingespart werden. Allerdings muss hier berücksichtigt werden, dass die Einsparungen vor allem in der Phase der Konditionierung - also nach dem Jahre 2050 - anfallen. Gehen wir von einem 2%-igen Realzinssatz aus, so relativiert sich diese Grössenordnung aus heutiger Sicht.

Die Einsparungen bei den Entsorgungskosten wurden im Modell als variabler Kostenbestandteil bei der KKW-Stromproduktion erfasst (vgl. Tabelle 3-5). Dazu haben wir die Mehr- bzw. Minderkosten bei einer 10-jährigen Laufzeitverlängerung bzw. -verkürzung auf den innerhalb dieser 10 Jahren gesamthaft produzierten Strom aufgeteilt. Dabei haben wir mittels Diskontierung (mit einem Realzinssatz von 2%) berücksichtigt, dass ein grosser Teil der Mehr- und Minderkosten erst nach 2050 anfällt. Die variablen Entsorgungskosten berechnen sich so auf rund 0.26 Rp./kW produziertem KKW-Strom.

- Weiter ist zu berücksichtigen, dass bei einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie die noch anstehenden Einlagen in den Stilllegungs- und Entsorgungsfonds auf eine kürzere Laufzeit der KKWs verteilt werden müssen. Eine zentrale Rolle spielen dabei die bereits getätigten Rückstellung, die in Form von Finanzaktiva oder Einlagen in den bereits bestehenden Stilllegungsfonds vorliegen. Aus den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen lassen sich die bereits getätigten finanzaktiven Rückstellungen nur

teilweise eruieren. Insbesondere für Beznau I und II sowie Mühleberg liegen keine Zahlen vor, da diese in der Rechnung der NOK bzw. BKW geführt werden.

Wir gehen davon aus, dass die bei Beznau I und II vorhandenen finanzaktiven Rückstellungen und Einlagen in den Spezialfinanzierungsfonds bereits heute ausreichen, um die in Tabelle 3-12 ausgewiesenen Stilllegungs- und Entsorgungskosten zu finanzieren. Beim KKW Mühleberg gehen wir nur noch von einem geringen Nachholbedarf aus. Beim KKG und insbesondere beim KKL reichen die bereits getätigten Rückstellungen⁽³⁶⁾ und Einlagen in den Stilllegungsfonds noch nicht aus. Der zusätzliche jährliche Rückstellungsbedarf während der Restlaufzeit erhöht sich bei einem vorzeitigen Ausstieg beim KKG auf 120 Mio. CHF/Jahr und beim KKL auf rund 180 Mio. CHF/Jahr.⁽³⁷⁾

3.4.7 Kostentragung eines Kernenergieausstieges: Aktionärsmodell

Grundsätzlich ist in der Initiative „Strom ohne Atom“ eine Entschädigung der KKW-Betreiber nicht vorgesehen (vgl. Art. 1 Abs c des Initiativtexts). Für die Szenarien gilt: Der Verlust wird von den „Aktionären“ getragen.

Damit die verteilungspolitischen Implikationen eines Kernenergieausstieges erfasst werden können, wurden mittels eines iterativen Prozesses die Anteile ermittelt, welche inländische und ausländische Aktionäre sowie die öffentliche Hand an den vier Kraftwerken halten. Die Berechnungen, die auf Daten des Auftraggebers beruhen, ergeben die folgende Aktionärsstruktur:

Tabelle 3-13: Aktionärsstruktur der Kernkraftwerke

	KKB	KKG	KKL	KKM
Staat	100.00%	67.50%	44.84%	73.30%
Private		12.54%	18.55%	6.70%
Ausland		19.96%	36.61%	20.00%

Im Gleichgewichtsmodell haben wir sechs verschiedene Haushaltstypen - abgestuft nach ihrem Lebensstandard - unterschieden. Es wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Haushaltstypen im Verhältnis ihres Kapitaleinkommens an den Kernkraftwerken beteiligt sind.

36 Das KKL weist - bei einer Saldierung der Aktiven und Passiven - noch keine finanzaktiven Rückstellungen auf.

37 Bei der Berechnung dieses zusätzlichen Rückstellungsbedarfs sind wir von den Stilllegungs- und Entsorgungskosten gemäss Tabelle 3-12 und von einem realen Zinssatz von 2% ausgegangen.

4 Wirtschaftliche Auswirkungen ohne Einhaltung von CO₂-Zielen

4.1 Makroökonomische Effekte

In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten makroökonomischen Kennzahlen für das Ausstiegs-Szenario und die Moratoriums-Szenarien aufgeführt.

Tabelle 4-1: Auswirkungen des Szenarios SoA auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zum Referenzszenario)

	SoA							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.15%	-0.32%	-0.56%	-0.57%	-0.55%	-0.54%	-0.53%	-0.27%
Inländische Produktion	-0.09%	-0.20%	-0.32%	-0.34%	-0.33%	-0.33%	-0.34%	-0.21%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.05%	-0.23%	-0.40%	-0.43%	-0.43%	-0.41%	-0.41%	-0.21%
Wertschöpfung	-0.04%	-0.13%	-0.19%	-0.24%	-0.26%	-0.27%	-0.28%	-0.20%
Arbeitseinsatz	-0.03%	-0.12%	-0.15%	-0.16%	-0.14%	-0.13%	-0.13%	-0.07%
Kapitaleinsatz	-0.05%	-0.14%	-0.24%	-0.35%	-0.42%	-0.45%	-0.47%	-0.34%
Konsumausgaben	-0.06%	-0.15%	-0.28%	-0.33%	-0.35%	-0.36%	-0.37%	-0.15%
Investitionen	-0.87%	-1.23%	-1.65%	-1.48%	-1.29%	-1.22%	-1.18%	-0.68%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.18%	0.42%	2.86%	3.19%	3.52%	3.89%	3.77%	-0.25%
Stromverbrauch	0.25%	-4.33%	-8.65%	-8.55%	-8.02%	-7.48%	-7.10%	-0.24%
Energieverbrauch (fossil)	0.16%	2.27%	7.44%	7.99%	8.29%	8.61%	8.14%	-0.25%
Exporte	0.14%	0.02%	-0.06%	-0.10%	-0.10%	-0.09%	-0.07%	-0.23%
Exporte ohne Energie	0.40%	0.27%	0.23%	0.09%	-0.05%	-0.04%	-0.04%	-0.23%
Importe	-0.19%	-0.26%	-0.19%	-0.20%	-0.16%	-0.16%	-0.16%	-0.26%
Importe ohne Energie	-0.20%	-0.36%	-0.50%	-0.49%	-0.45%	-0.44%	-0.44%	-0.25%
Reallohn	-0.10%	-0.21%	-0.32%	-0.34%	-0.33%	-0.33%	-0.34%	-0.17%
Kapitalzins	-0.05%	-0.08%	0.00%	0.07%	0.12%	0.15%	0.17%	0.01%
Konsumentenpreisindex	-0.01%	0.11%	0.31%	0.41%	0.46%	0.48%	0.50%	0.15%

Tabelle 4-2: Auswirkungen des Szenarios M+(40) auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zum Referenzszenario)

	M+ (40)							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	0.05%	0.06%	0.05%	-0.01%	-0.06%	-0.07%	-0.08%	-0.01%
Inländische Produktion	0.03%	0.04%	0.02%	0.02%	0.04%	0.01%	0.00%	-0.03%
Inländische Produktion ohne Energie	0.04%	0.06%	0.07%	0.03%	0.02%	0.00%	0.00%	-0.03%
Wertschöpfung	0.01%	0.03%	0.02%	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.03%	-0.05%
Arbeitseinsatz	0.02%	0.02%	0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.02%	-0.03%
Kapitaleinsatz	0.01%	0.03%	0.04%	0.03%	0.02%	-0.01%	-0.04%	-0.08%
Konsumausgaben	-0.04%	-0.05%	-0.05%	-0.07%	-0.09%	-0.09%	-0.08%	-0.02%
Investitionen	0.29%	0.27%	0.17%	0.04%	-0.04%	-0.07%	-0.17%	0.04%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	-0.01%	0.07%	0.28%	3.83%	8.63%	7.58%	7.92%	-0.05%
Stromverbrauch	-0.01%	0.15%	0.60%	-0.98%	-1.36%	-1.28%	-0.23%	-0.05%
Energieverbrauch (fossil)	-0.01%	0.03%	0.15%	5.79%	12.76%	11.26%	11.19%	-0.05%
Exporte	0.11%	0.14%	0.16%	0.28%	0.43%	0.35%	0.37%	-0.03%
Exporte ohne Energie	0.11%	0.23%	0.39%	0.39%	0.41%	0.39%	0.40%	-0.03%
Importe	0.05%	0.04%	0.00%	0.16%	0.41%	0.31%	0.31%	-0.04%
Importe ohne Energie	0.05%	0.04%	-0.01%	-0.04%	-0.05%	-0.06%	-0.09%	-0.04%
Reallohn	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%	-0.02%	-0.03%	-0.04%	0.00%
Kapitalzins	0.01%	0.01%	-0.01%	-0.02%	0.00%	0.00%	-0.02%	-0.08%
Konsumentenpreisindex	-0.04%	-0.04%	-0.06%	-0.03%	0.00%	0.01%	-0.02%	-0.09%

Tabelle 4-3: Auswirkungen des Szenarios M+(50) auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zum Referenzszenario)

	M+ (50)							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	-0.02%	-0.07%	-0.01%
Inländische Produktion	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%	-0.02%
Inländische Produktion ohne Energie	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	0.03%	-0.02%
Wertschöpfung	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%
Arbeitseinsatz	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.00%	-0.01%
Kapitaleinsatz	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.03%	-0.04%
Konsumausgaben	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.04%	-0.05%	-0.01%
Investitionen	0.05%	0.07%	0.09%	0.11%	0.15%	0.00%	-0.25%	-0.02%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	3.22%	7.97%	-0.02%
Stromverbrauch	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	-1.05%	-0.18%	-0.02%
Energieverbrauch (fossil)	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	4.99%	11.25%	-0.02%
Exporte	0.03%	0.03%	0.04%	0.04%	0.05%	0.20%	0.39%	-0.02%
Exporte ohne Energie	0.03%	0.03%	0.04%	0.04%	0.05%	0.21%	0.42%	-0.02%
Importe	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.16%	0.34%	-0.02%
Importe ohne Energie	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.00%	-0.06%	-0.02%
Reallohn	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	-0.01%	-0.03%	-0.01%
Kapitalzins	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	-0.02%
Konsumentenpreisindex	-0.01%	-0.01%	-0.01%	0.00%	0.00%	0.03%	0.02%	-0.01%

Aus den Tabellen 4-2 und 4-3 geht hervor, dass die Moratoriums-Szenarien kaum vom Referenzszenario abweichen. Bis zur Abschaltung eines der grossen Kernkraftwerke (Gösgen oder Leibstadt) ergeben sich hinsichtlich der wirtschaftlichen Grössen keine nennenswerte Auswirkungen. Die Wirtschaft bereitet sich im Vorfeld mit einer leicht erhöhten Investitionstätigkeit auf die kommende Strompreiserhöhung vor. Diese erhöhte Investitionstätigkeit geht zu Lasten des Konsums. Die geringere Konsumnachfrage erklärt auch den marginalen Rückgang des Konsumentenpreisindex. Wie die beiden obigen Tabellen aber zeigen sind diese Anpassungsreaktionen im Falle der Szenarien M+(40) und M+(50) kaum von Bedeutung. Der Grund für die geringen Anpassungsreaktionen ist darin zu suchen, dass bei der Stilllegung der Kernkraftwerke in Form der ungekoppelten Wärmekraftwerke eine konkurrenzfähige Technologie bereit steht, die in der Lage ist, genügend Elektrizität zum herrschenden Strompreis zu produzieren.

Einzig der Verbrauch fossiler Energieträger ist in den Moratoriums-Szenarien höher als in der Referenz. Dies ist nicht weiter verwunderlich, werden doch die Kernkraftwerke, welche mittels Uran als primärem Energieträger Elektrizität erzeugen, durch ungekoppelte Wärmekraftwerke ersetzt, deren wichtigster Input der fossile Energieträger Gas ist. So nimmt der Einsatz fossiler Energieträger bezüglich der Referenzmenge im Szenario M+(40) um 12.76%, im Szenario M+(50) um 11.25% zu. Diese Zunahme der fossilen Energieträger ist höher als im Szenario SoA (+8.61%). Folgende Gründe sind dafür verantwortlich:

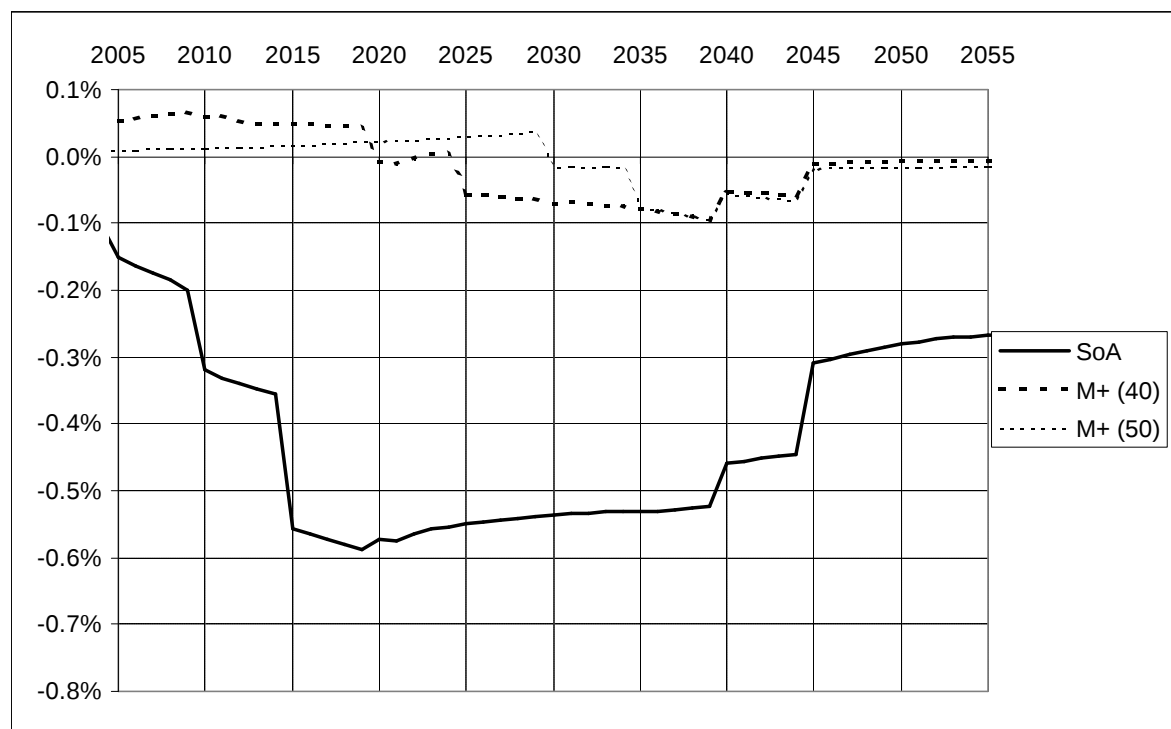
- In den Szenarien M+(40) und M+(50) kommt als Ersatztechnologie die nicht wärmegekoppelte GuD-Technologie zum Einsatz. Diese Technologie verbraucht relativ mehr fossile Energie (Erdgas) als die im Szenario SoA zum Einsatz kommende WKK-Technologie.
- Im Szenario SoA steigt der Strompreis auf Grund der teureren Ersatztechnologie (WKK) stärker als in den Szenarien M+(40) und M+(50). Dementsprechend ist im Szenario SoA auch die Stromnachfrage tiefer. Zur Deckung der Stromnachfrage muss somit im Szenario SoA weniger fossile Stromproduktion eingesetzt werden als in den Moratoriums-Szenarien.

- Die Moratoriums-Szenarien weisen im Vergleich zum Szenario SoA ein höheres wirtschaftliches Aktivitätsniveau aus, was mit einer höheren Stromnachfrage und somit einer vermehrten fossilen Stromproduktion einher geht.

Im Folgenden werden wir den ökonomisch und politisch brisanteren Fall des Ausstiegs detaillierter kommentieren als die Resultate der Moratoriums-Szenarien.

Als eine Kenngrösse für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes dient das **Bruttoinlandprodukt (BIP)**. Obwohl dies eine wichtige Kennzahl ist, sollte sie nicht überbewertet werden. Aus der Veränderung des BIP kann nicht direkt auf Wohlfahrtseffekte geschlossen werden, weil beispielsweise die Freizeit (die auch einen Nutzen stiftet) im BIP nicht enthalten ist. Ein höheres BIP ist durchaus mit einer geringeren, ein tieferes BIP mit einer höheren Wohlfahrt vereinbar. Die unten stehende Grafik 4-4 zeigt die relative Abweichung des BIP-Niveaus im Falle des Ausstiegs sowie der beiden Moratoriums-Szenarien.

Grafik 4-4: Relative Abweichungen des BIPs zum Referenzszenario

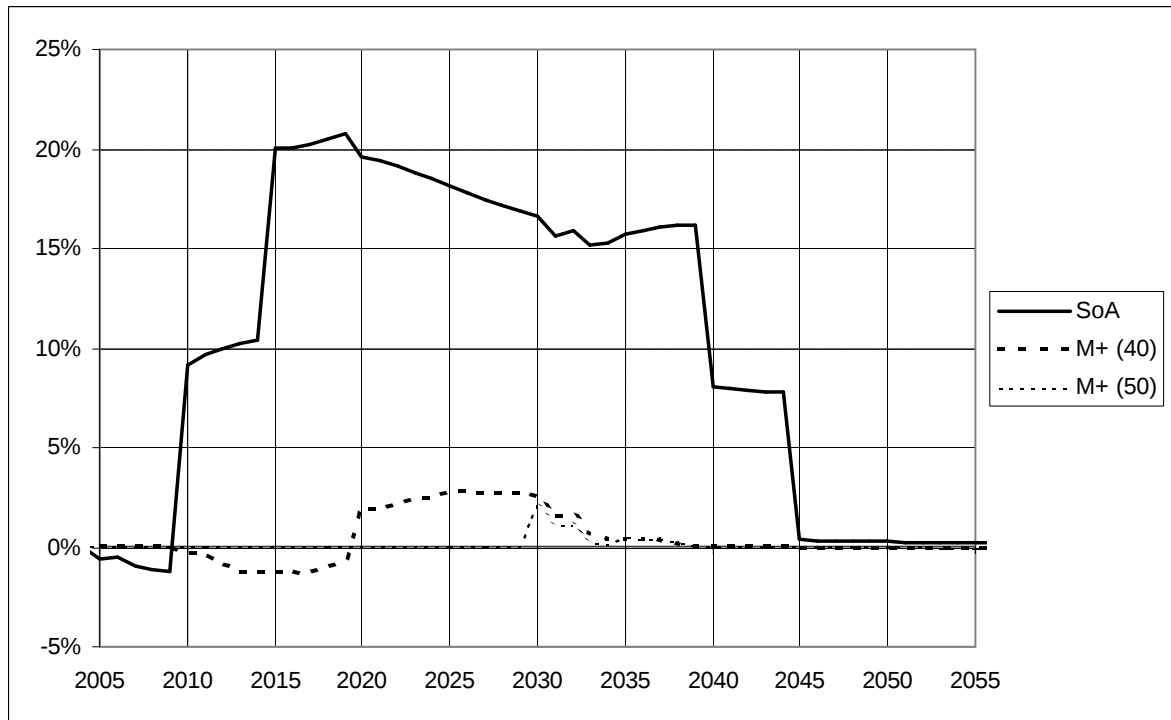
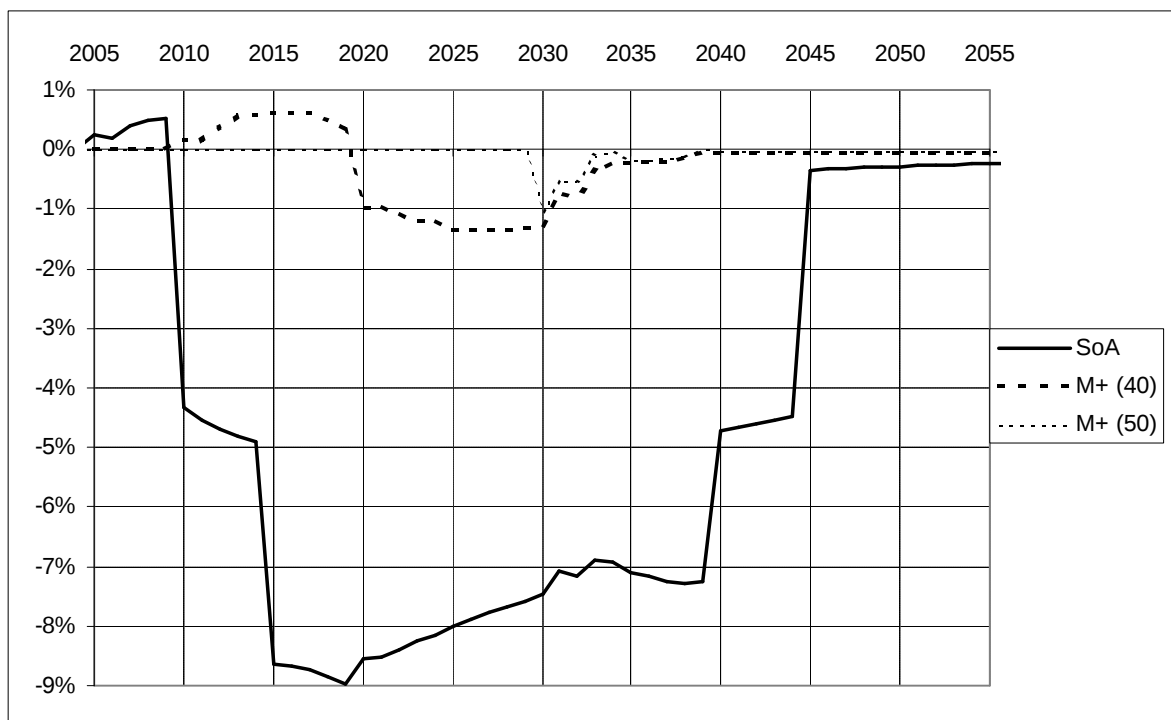


Für die Interpretation des BIP-Verlaufs im Falle des Ausstiegs unterscheiden wir zwischen kurz- und mittelfristigen Preis- und Mengeneffekten sowie langfristigen strukturellen Effekten, welche den Produktionsapparat der Schweizerischen Volkswirtschaft verändern.

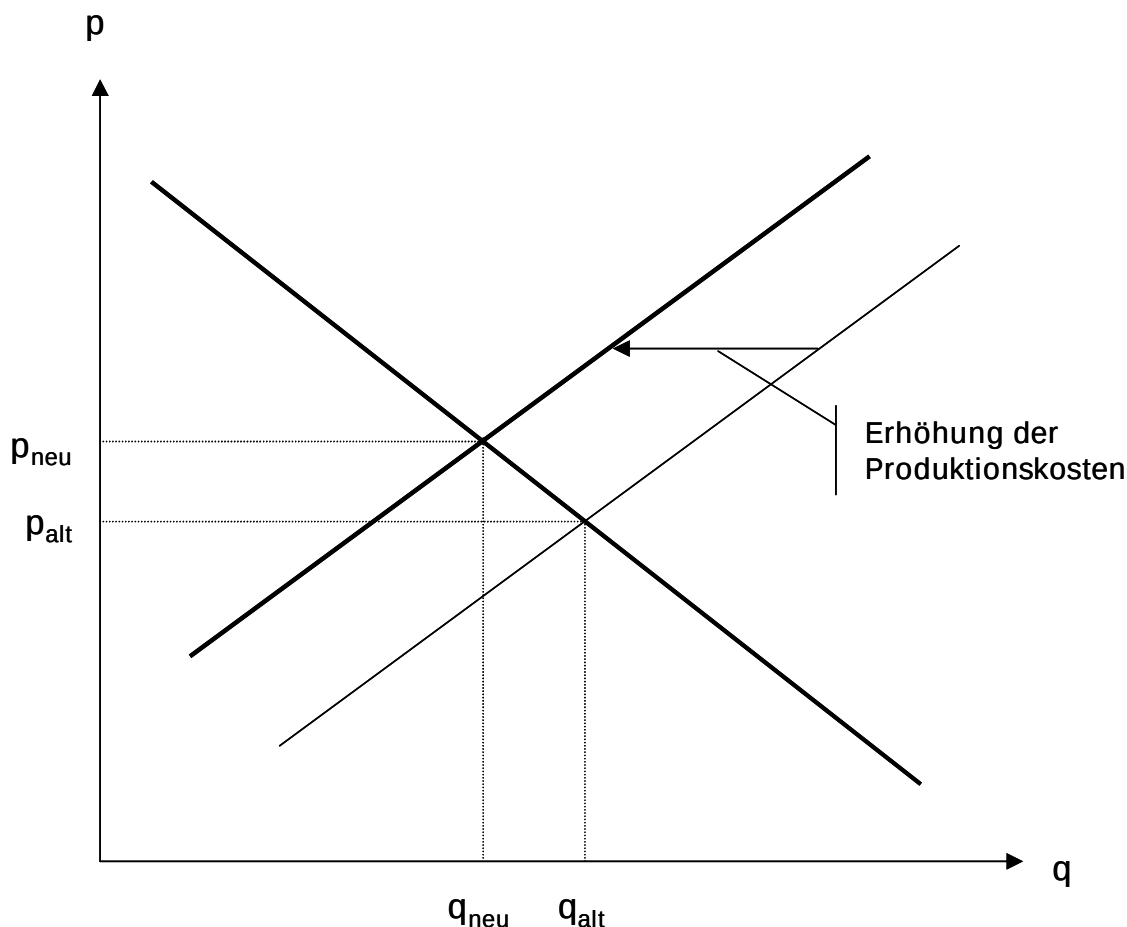
Als langfristiger Effekt gelten auch die Anpassungsreaktionen der Wirtschaft auf kommende Strompreiserhöhungen, die beispielsweise im Vorfeld der Stilllegung der grossen Kernkraftwerke bei den Szenarien M+(40) und M+(50) zu einer erhöhten Investitionstätigkeit und damit zu einem leicht höheren BIP führen.

Die kurz- und mittelfristigen Effekte schlagen sich in diskreten Sprüngen des BIP und dessen Teilaggregaten nieder. Diese Sprünge fallen mit den Ausstiegszeitpunkten zusammen. Wird ein Kernkraftwerk vom Netz genommen, verändert sich die Produktionsstruktur im Stromsektor. Es werden neue Technologien mit veränderten Kosten- und Ertragsstrukturen eingesetzt. Dies verändert die Gleichgewichtspreise und -mengen. Am ausgeprägtesten sind die Sprünge im Falle des Ausstiegs beim Abschalten von Gösgen (2010) und Leibstadt (2015). Die fehlende Stromproduktion von Beznau I und II sowie Mühleberg (2005) kann grösstenteils über eine Senkung des Exportniveaus ersetzt werden, sodass keine massgeblichen Preis- und Mengeneffekte zum Tragen kommen. Das Produktionspotenzial von Gösgen und Leibstadt muss hingegen durch vergleichsweise teurere Technologien - so genannte Wärmekraftkopplungs-Anlagen - zumindest zum Teil ersetzt werden. Der Einsatz teurerer Technologien in der Stromproduktion hat drei Effekte:

- Erstens steigt die Nachfrage nach Vorleistungen im Stromsektor. Denn die KKW-Ersatz-Technologien benötigen mehr Inputs um den gleichen Output zu realisieren. Die grössere Nachfrage nach Inputs erhöht deren Preise.
- Zweitens führen höhere Strompreise zu einem geringeren Stromkonsum (Spareffekt, vergleiche Grafik 4-5 und 4-6).
- Drittens tragen die höheren Strompreise zu einer Verteuerung der Produktion bei. Somit steigen auch die Preise der übrigen Inputs. Es resultiert ein allgemeiner Anstieg der Produktionskosten. Auf den Endnachfragemärkten verschiebt sich die Angebotskurve auf Grund der höheren Produktionskosten nach links (vergleiche Grafik 4-7). Es resultiert ein neues Gleichgewicht auf den Konsum- und Investitionsgütermärkten bei geringerer Menge, was mit einem tieferen realen BIP und höheren Preisen verbunden ist.

Grafik 4-5: Abweichung des Strompreises bezüglich des Referenzpreises**Grafik 4-6: Abweichung des Stromverbrauchs bezüglich der Referenzmenge⁽³⁸⁾**

38 Gleichen sich die Strompreise zwischen der Referenzentwicklung und der Ausstiegs- und Moratoriumsszenarien nach dem Jahr 2045 wieder an, so wird sich auch die Stromnachfrage tendenziell wieder angleichen. In der Realität wird diese Angleichung allerdings nicht so schnell passieren, wie dies die Grafik 4-6 aufzeigt. Es ist anzunehmen, dass sich bspw. über einen forcierten technischen Fortschritt während der Ausstiegsperiode auch nach der Angleichung der Strompreise (also nach dem Jahr 2045) eine tiefere Stromnachfrage vor allem im Ausstiegsszenario einstellen wird.

Grafik 4-7: Auswirkungen höherer Produktionskosten auf die Angebotskurve

Die kurz- und mittelfristigen Effekte wirken sich auch auf die langfristige Entwicklung der Wirtschaft aus. Im Falle des Ausstiegs wird Elektrizität mit teureren Technologien produziert, die zu steigenden Strompreisen führen. Als Folge steigen die Strompreise. Die Strompreise bleiben aber wegen des Zertifikatesystems unter den Grenzkosten - also den Kosten der letzten produzierten Stromeinheit. Während der Ausstiegperiode in den Jahren 2010 bis 2044 vermindert der höhere Strompreis den Stromeinsatz in der Produktion. Höhere Strompreise in der Produktion führen neben der Substitution von Elektrizität durch andere Vorleistungen oder Kapital und Arbeit zu einem Rückgang der Produktion. Dieser Produktionsrückgang führt zu tieferem Kapital- und Arbeitseinsatz. Im Ausstiegsszenario wächst deshalb der Kapitalstock der Gesamtwirtschaft in einem geringeren Ausmass. Am Ende der Ausstiegperiode resultiert somit ein kleinerer Kapitalstock. Um diesen kleineren Kapitalstock zu erhalten sind auch geringere Investitionen notwendig. Die vermehrten Investitionen in die Ersatztechnologien führen also zu einer Verdrängung von Investitionen in anderen Bereichen („crowding out“). Daraus resultiert ein langfristig leicht tieferes BIP-Niveau.

Im Falle der Moratoriumsinitiative ist bemerkenswert, dass das Abschalten der kleinen Kernkraftwerke Beznau I und II sowie Mühleberg ohne unmittelbare Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft bleibt. Das fehlende Stromangebot der abgeschalteten Kernkraftwerke kann vollumfänglich über die Verminderung der Exporte ersetzt werden. Sobald in

der Referenz die grossen Kernkraftwerke vom Netz genommen werden, gleichen sich die Entwicklungspfade in den Moratoriums-Szenarien der Referenzentwicklung an. Im Gegensatz zum Ausstieg findet in den Moratoriums-Szenarien kein Umbau der Produktionsstruktur statt, da sich die Preise kaum verändern.

Die **inländische Produktion** sinkt analog zum BIP. Zu beachten ist, dass die inländische Produktion ohne Energie stärker sinkt als die gesamte inländische Produktion. Dieser Effekt ist auf die unelastische Stromnachfrage zurückzuführen, d.h. die Menge sinkt proportional geringer als der Strompreis ansteigt. Der Umsatz des Stromsektors⁽³⁹⁾ steigt somit trotz sinkender Produktionsmengen.

Auch die **Wertschöpfung** sinkt mit dem BIP. Hier schlägt sich der geringere Kapitaleinsatz der Produktion nieder, wofür die gestiegenen Strompreise ursächlich sind, während der Arbeitseinsatz langfristig nahezu wieder auf das Referenzniveau zurückkehrt. Der Ausstieg hat somit zur Folge, dass die Produktion weniger kapitalintensiv ist als in der Referenz. Im Falle der Moratoriums-Szenarien ändert sich die Produktionsstruktur nicht. Der Kapital- und Arbeitseinsatz kehrt langfristig auf das Referenzniveau zurück.

Das geringere Konsumniveau ist mit einem geringeren **Arbeitseinsatz** verbunden. Relativ teurer gewordener Konsum wird durch relativ billiger gewordene Freizeit substituiert womit das Arbeitsangebot sinkt. Absolut gesehen dürfte die tiefere Lohnsumme während der Ausstiegsperiode in einer Abnahme von rund 3500 Arbeitsplätzen münden.

Es wurde bereits mehrmals betont, dass der geringere Stromverbrauch mit einem tieferen **Kapitaleinsatz** verbunden ist, was sich wiederum in geringeren **Investitionen** niederschlägt. Die daraus resultierende geringere Kapitalausstattung führt zu einem leichten Rückgang der Arbeitsproduktivität und dies wiederum wirkt sich leicht negativ auf die Reallöhne aus.

Im Falle eines Ausstiegs verschlechtern sich die „Terms of Trade“. Der Schweizer Franken erfährt eine Abwertung. Dies hat zur Folge, dass sich die schweizerischen Exporte aus Sicht der Empfängerländer leicht verbilligen. Umgekehrt verteuern sich die Importe für die inländische Nachfrage. Auf Grund der Verschlechterung der „Terms of Trade“ sinken die **Importe** exklusive Energie gegenüber der Referenz. Die Energieimporte, in erster Linie Gasimporte, nehmen hingegen zu, da die Energieproduktion auf gasbetriebene Werke umgestellt wird (Einsatz der Wärme-Kraft-Koppelung im Falle des Ausstiegs, resp. ungekoppelter Wärmekraftwerke in den Moratoriums-Szenarien).

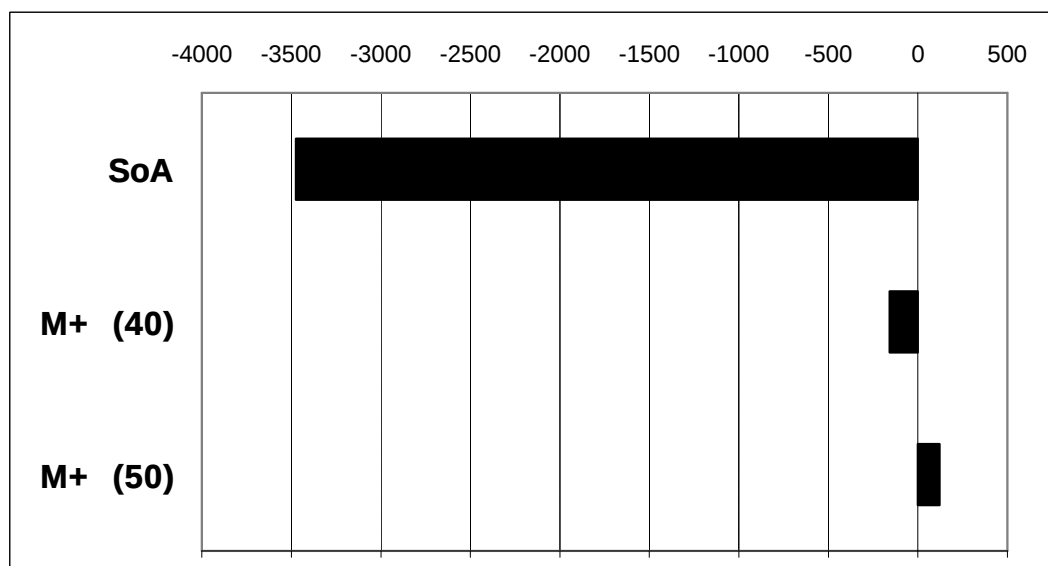
Damit die Importe - darunter auch die Gasmimporte - finanziert werden können, muss bei einer Verschlechterung der „Terms of Trade“ vermehrt exportiert werden. Die **Exporte** exklusive Energieexporte nehmen daher anfänglich sogar zu. Die gesamten Exporte nehmen anfangs leicht zu und sinken auf Grund der geringeren wirtschaftlichen Aktivität im Laufe der Ausstiegsperiode. Die Exporte nehmen aber weit weniger ab als die Importe.

39 In dieser Studie wurden die WKK-Technologien dem Stromsektor zugerechnet.

4.2 Beschäftigung

Die folgende Grafik zeigt die Beschäftigungswirkungen der verschiedenen Szenarien ausgedrückt in Anzahl Arbeitsplätzen.

Grafik 4-8: Durchschnittliche Auswirkungen auf die Beschäftigung verglichen zur Referenzbeschäftigung (Anzahl Arbeitsplätze)



Die Moratoriumsinitiativen sind bezüglich der Beschäftigung neutral. Im Falle des Ausstiegs nimmt die durchschnittliche Beschäftigung über die Betrachtungsperiode 2000 bis 2045 um rund 3500 Arbeitsplätze ab. Dieser Beschäftigungsrückgang ist auf die leicht rückläufigen Reallöhne zurück zu führen (vgl. vorangehendes Kapitel).

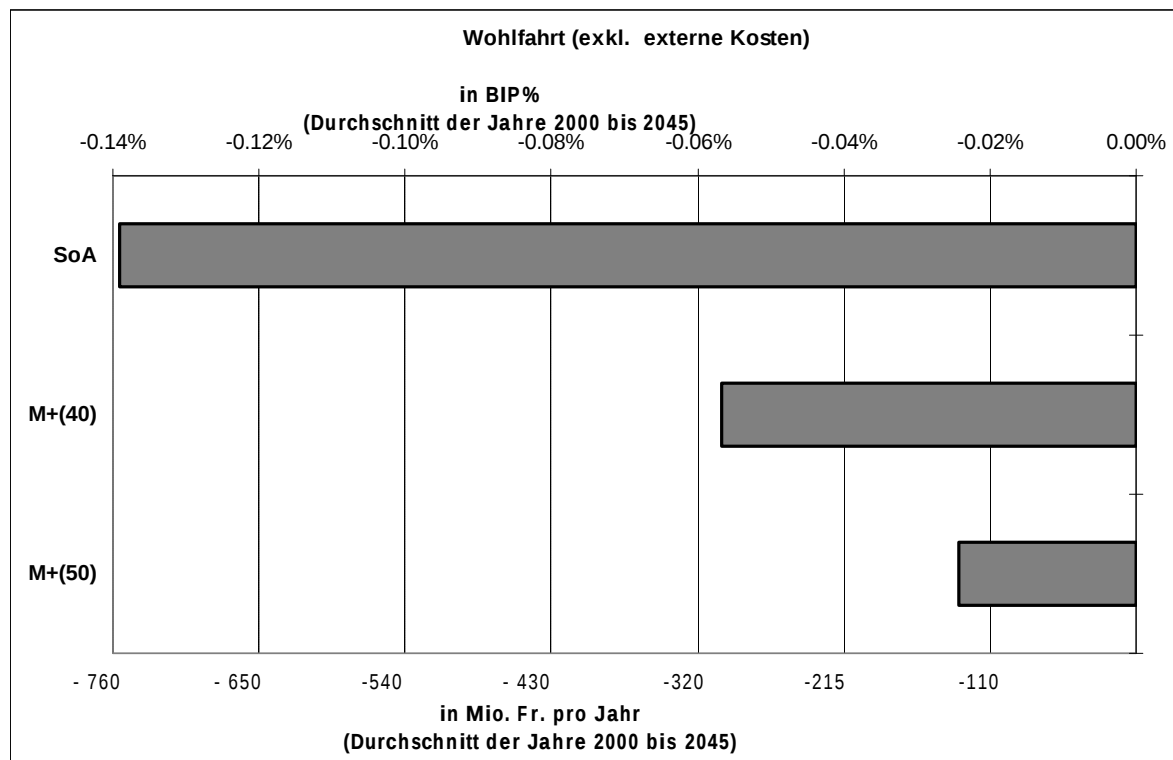
4.3 Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtseffekte

Die nachfolgende Grafik zeigt die Wohlfahrtseffekte *ohne* Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten. Bei der Messung der Wohlfahrts- bzw. Effizienzeffekte benutzen wird die so genannte Hicksche äquivalente Variation (HEV). Die HEV gibt an, wie viel Einkommen, gemessen zu Preisen des Referenzszenarios, den Haushalten gegeben resp. genommen werden müsste, damit sie gleich gut wie in den Ausstiegs- und Moratoriums-Szenario gestellt werden. In den HEV werden dabei nicht nur die monetären Einkommen aus Arbeit und Kapital berücksichtigt - auch die Freizeit stiftet Nutzen und wird als monetäre Grösse im Modell berücksichtigt.

Ist die HEV negativ, so ist die Wohlfahrt bzw. die Effizienz gesunken - dies unter Vernachlässigung der externen Effekte.⁽⁴⁰⁾

40 So sind hier bspw. externalisierte Risikokosten beim nuklear produzierten Strom nicht berücksichtigt.

Grafik 4-9: Wohlfahrtseffekte (äquivalente Variation) OHNE Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten (für die Jahre 2000 bis 2045) ⁽⁴¹⁾



Szenario SoA: Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie führt zu einem Rückgang der Wohlfahrt um -0.14 BIP%, was rund 750 Mio. CHF pro Jahr in den Jahren 2000 bis 2045 entspricht. Die negative Wirkung auf die Wohlfahrt fällt mit -0.14 BIP% geringer aus als die BIP-Wirkung (rund -0.5%). Dies ist auf die Änderungen im Arbeitsangebot und auf die geänderte Investitionstätigkeit zurückzuführen:

- Ein Rückgang des Arbeitsangebots führt beispielsweise zu einem Rückgang des realen BIPs, gleichzeitig kann sie aber dazu führen, dass die Haushalte zumindest teilweise durch Mehrkonsum an Freizeit, welcher in den HEV berücksichtigt wird, kompensiert werden.
- Die Investitionen sind ein Teil des BIPs. Für die Bestimmung der Wohlfahrt sind hingegen die Investitionen nur indirekt von Bedeutung. Es wird davon ausgegangen, dass die heutigen Investitionen dazu dienen, Konsumgüter zu produzieren und der durch die Investitionen ausgelöste künftige Mehrkonsum zu einem Wohlfahrtsgewinn führt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der heutige Konsumverzicht zu Gunsten der Investitionstätigkeit zu einem negativen Wohlfahrtseffekt führt. Der Saldo über den gesamten Zeithorizont ist entscheidend für die Wohlfahrtswirkung. So sinken bei-

41 Die in der Grafik dargestellten Zahlen wurden wie folgt berechnet:

Wohlfahrtseffekte in BIP%: Die Differenzen in den HEVs aller Wirtschaftssubjekte in den Jahren 2000 bis 2045 zwischen den Ausstiegs- und Moratoriums-Szenarien und dem Referenzszenario wurden auf das Jahr 2000 abdiskontiert und ins Verhältnis zum abdiskontierten BIP der Jahre 2000 bis 2045 gesetzt.

Wohlfahrtseffekte in Mio. CHF pro Jahr: Die abdiskontierten und aufsummierten HEV-Differenzen wurden annuitätisch auf die Jahre 2000 bis 2045 umgelegt.

Der für die Abdiskontierung gewählte Zinssatz entspricht der Diskontrate, welche 2% beträgt.

spielsweise die Konsumausgaben im Szenario SoA weniger stark als die Investitionen und damit das gesamte BIP.

Szenarien M+(40) und M+(50): Im Vergleich zum Ausstiegs-Szenario weisen die Moratoriums-Szenarien geringere Wohlfahrtseinbussen auf. Die Wohlfahrtsverluste - ohne Berücksichtigung externer Effekte - belaufen sich für M+(40) auf -0.06 BIP% oder 300 Mio. CHF pro Jahr und für M+(50) auf -0.02 BIP% oder 130 Mio. CHF pro Jahr.

4.4 Verteilungswirkungen

Bei der Analyse der sozialen Verteilungswirkungen geht es um die Frage, wie „Arme“, „Reiche“, „Erwerbstätige“ und „Nichterwerbstätige“ von einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie betroffen sind. Das angewandte Gleichgewichtsmodell ermöglicht die Berechnung der sozialen Verteilungseffekte für Haushalte abgestuft nach Alter (Erwerbstätige und RentnerInnen) und Lebensstandard, wobei die positiven Effekte durch die vermiedenen externen Kosten in der folgenden Analyse der sozialen Verteilungswirkungen nicht berücksichtigt werden.

Die Frage ist, wie sich ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie auf die Wohlfahrt der verschiedenen Haushalte auswirkt. Oder anders gefragt, welche Haushaltsgruppe ist von einem Ausstieg aus der Kernenergie besonders betroffen?

Bei der vorliegenden Analyse von sozialen Verteilungseffekten werden nicht nur die direkten Einkommenseffekte der höheren Strompreise oder von allfälligen Einbussen, die man als KKW-Aktionär gewärtigen muss, berücksichtigt. Vielmehr werden die Einkommenswirkungen mit Berücksichtigung von Verhaltensänderung und unter Einrechnung der gesamtwirtschaftlichen Rückkoppelungen in die Analyse mit einbezogen. Wie schon für die Wohlfahrt werden für die Berechnung der sozialen Verteilungswirkungen die äquivalente Variation (HEV) herangezogen.

Die Haushalte wurden nach Äquivalenz-Einkommen⁽⁴²⁾ und Alter in sechs verschiedene Haushaltsgruppen eingeteilt. Für die Einteilung in Altersgruppen war das Alter der ältesten Person massgebend. Wie die sechs Haushaltsgruppen charakterisiert werden können, zeigt folgende Tabelle 4-10.

42 Mit Hilfe einer Äquivalenzskala wurden die Haushalte in die jeweilige „Lebensstandard“-Gruppe eingeteilt. Äquivalenzskalen sind Einkommens- bzw. Ausgabendeflatoren, die Wohlstandsvergleiche zwischen Haushalten unterschiedlicher Grösse und Struktur ermöglichen. Für die Bestimmung des Lebensstandards wurden neben den Einkommen auch die Ausgaben berücksichtigt. Die von uns verwendete Äquivalenzskalen sind dokumentiert in:

ECOPLAN (1994), Auswirkungen der demografischen Alterung auf Branchen und Gesamtwirtschaft, Seite A-45ff.

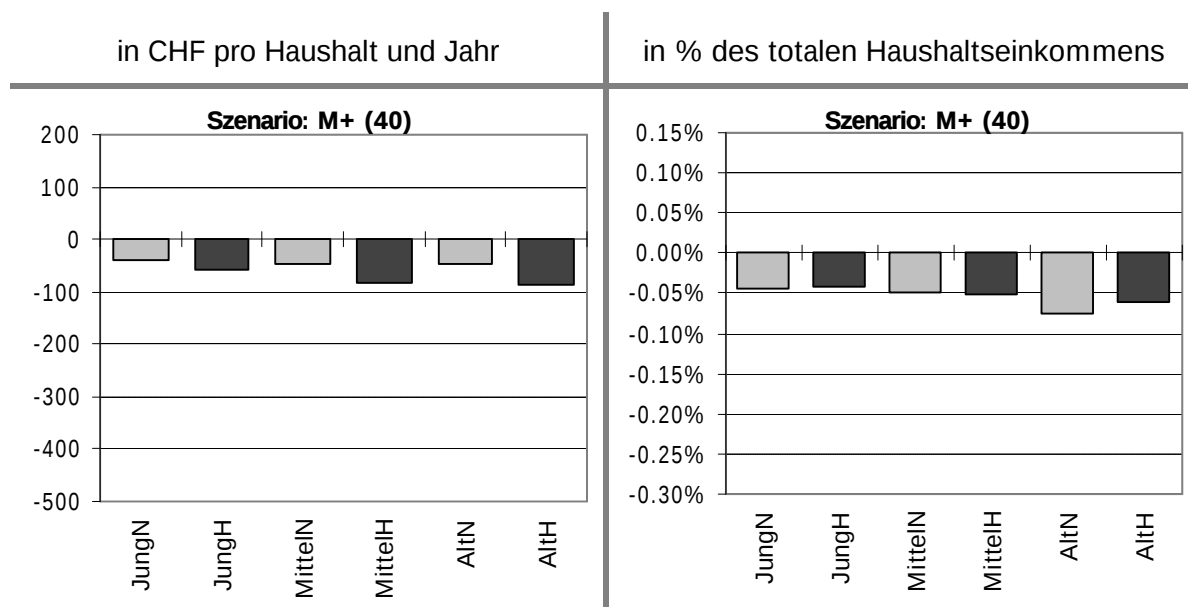
Tabelle 4-10: Charakteristika der Haushaltgruppen eingeteilt nach Alter und Lebensstandard

	JungN*)	JungH*)	MittelN	MittelH	AltN	AltH	Total
Alter	bis 39	bis 39	40 bis 64	40 bis 64	über 65	über 65	
Äquivalenz-Einkommen	bis 50'000	ab 50'000	bis 50'000	ab 50'000	bis 50'000	ab 50'000	
Bruttoeinkommen ⁽⁴³⁾	75'000	114'000	78'000	135'000	51'000	120'000	97'000
Haushaltgrösse (Anzahl Personen)	3.0	2.0	2.7	2.3	1.5	1.6	2.2

*) N steht für niedriges bzw. unterdurchschnittliches Einkommen, H für hohes bzw. überdurchschnittliches Einkommen

Welche sozialen Verteilungswirkungen sich nach Berücksichtigung der gesamtwirtschaftlichen Rückkoppelungen⁽⁴⁴⁾ über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2045 für die beiden Szenarien M+(40) und M+(50) ergeben, zeigen die beiden nachfolgenden Grafiken 4-11 und 4-12. Die Grafiken zeigen, in welchem Ausmass die einzelnen Haushalte im Vergleich zum Referenzszenario besser bzw. schlechter gestellt werden. ⁽⁴⁵⁾

Tabelle 4-11: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: M+(40)
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario, ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)

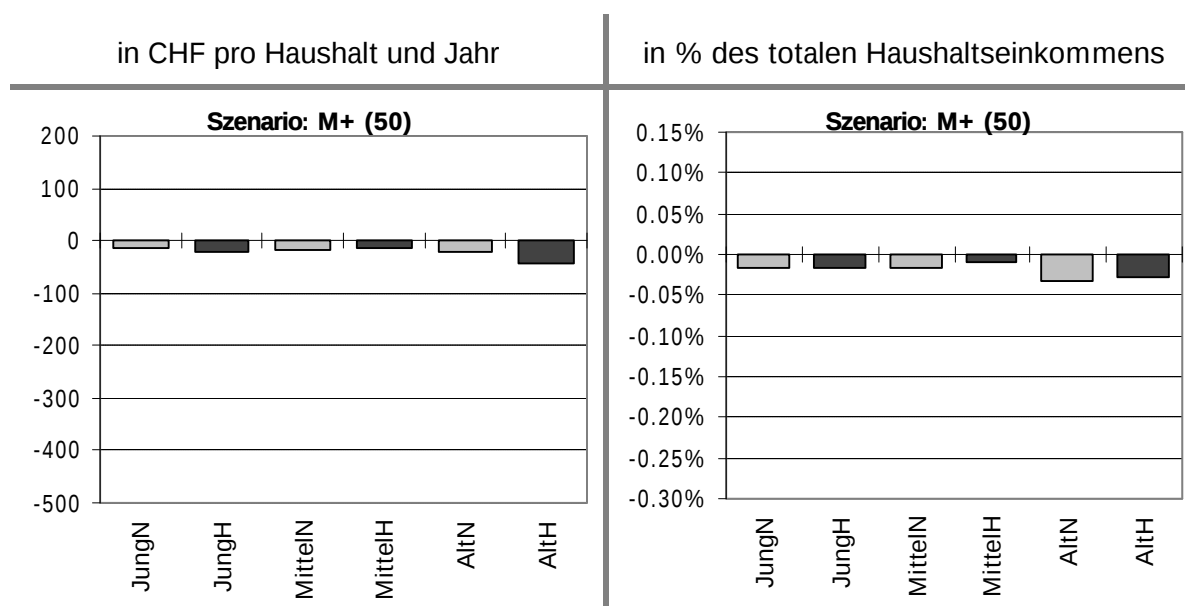


43 Arbeitseinkommen vor Abzug der Sozialversicherungsbeiträge, Kapitaleinkommen, Sozialtransfers und andere Transfereinkommen.

44 Berücksichtigt werden alle Effekte ausser den positiven Effekten der vermiedenen externen Kosten.

45 Die Besser- bzw. Schlechterstellung der Haushalte wird wie die Wohlfahrt mit Hilfe der Hickschen äquivalenten Variation (HEV) erfasst.

Tabelle 4-12: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: M+(50)
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario,
ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)

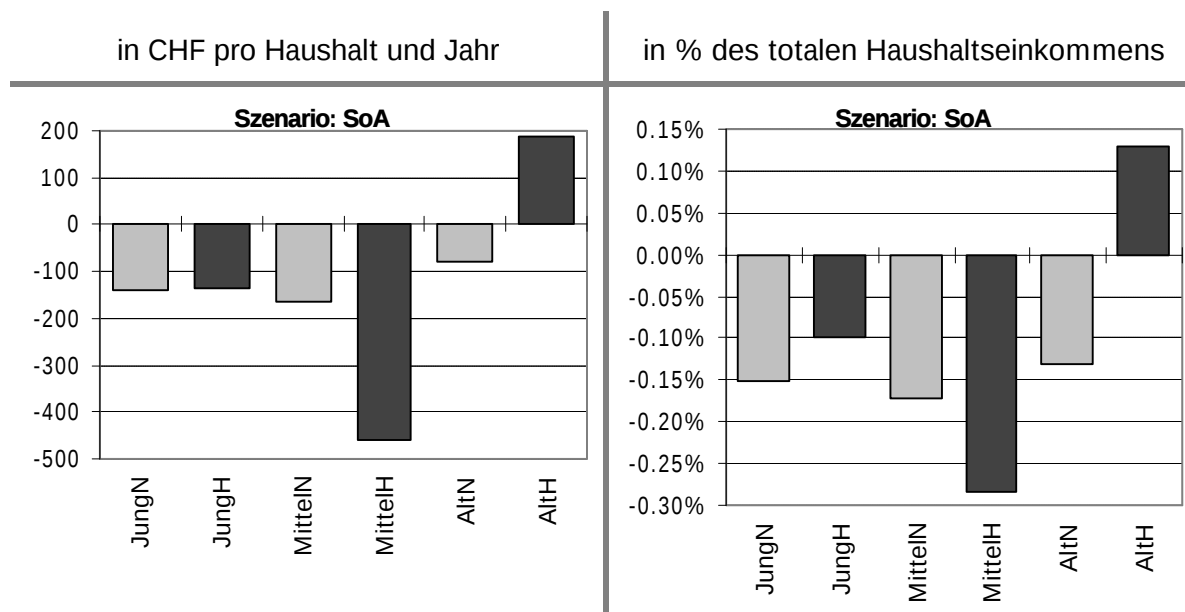


In den beiden Moratoriums-Szenarien liegt die maximale Belastung unter 100 Franken pro Jahr und Haushalt. Die Wohlfahrtseinbussen sind also für alle Haushalte gering.

Die Verteilungswirkungen im Falle des Szenarios SoA sind schwierig abzuschätzen, da bspw. die Zuweisung der Zertifikaterenten nicht klar ist. Wir haben die Annahme getroffen, dass die Zertifikaterenten den einzelnen Haushalten nach Massgabe ihres Kapitaleinkommens zufließen. Da der Rentnerhaushalt mit hohem Einkommen (AltH) das mit Abstand grösste relative Kapitaleinkommen aufweist, führen die Zertifikaterenten bei diesem Haushalt gar zu einer positiven Wohlfahrt. Am meisten ist der mittlere Haushalt mit hohem Einkommen (MittelH) betroffen, da dieser Haushalt ein sehr grosses Arbeitseinkommen hat, welches im Falle eines vorzeitigen Ausstiegs zurückgeht. Die Angaben zu den Verteilungswirkungen des Szenarios SoA sind aber auf Grund des unbekannten Verteilungsmechanismus für die Zertifikaterente mit grösster Vorsicht zu geniessen.

Es muss noch einmal betont werden, dass die positiven Effekte durch die **vermiedenen externen Kosten** in der obigen Analyse der sozialen Verteilungswirkungen **nicht berücksichtigt** werden.

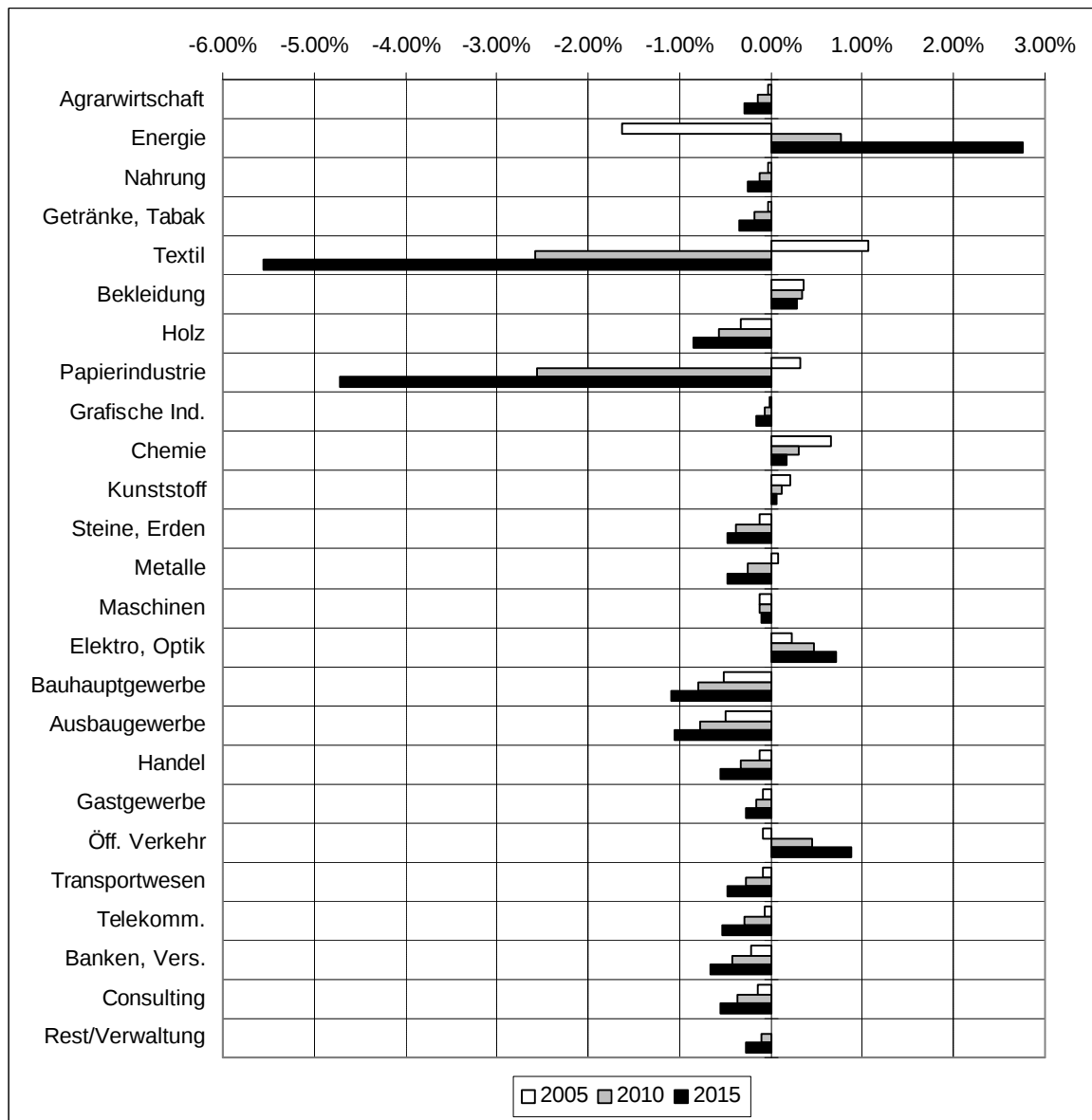
**Tabelle 4-13: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: SoA
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario,
ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)**



4.5 Auswirkungen auf die Branchen

Im Folgenden wollen wir uns mit der Frage auseinander setzen, welche Auswirkungen der Ausstieg oder die Moratoriumsinitiativen auf die einzelnen Branchen haben. Wie bereits dargelegt wurde, sind die makroökonomischen Effekte des Moratoriums gering. Dieses Bild findet man auch auf Branchenebene wieder. In den meisten Branchen verändert sich der Umsatz relativ zur Referenz nicht oder nur geringfügig. Anders präsentiert sich die Situation im Falle des Ausstiegs. Hier geht der Umsatz in den stromintensiven Branchen „Textil“ und „Papier“ um 5% zurück.⁽⁴⁶⁾ Der Umsatz des Energiesektors sinkt nach dem Abschalten von Beznau und Mühleberg, da das fehlende Produktionspotenzial über Bezugsrechte ersetzt werden kann und nicht über einheimische Produktion gedeckt werden muss. Gehen die grossen Kernkraftwerke vom Netz, so steigt der Umsatz trotz sinkender Menge auf Grund der inelastischen Nachfrage.

46 Der leichte Anstieg der Umsätze im Jahr 2005 der Textil-, Bekleidungs-, Papier- und Chemieindustrie lässt sich auf Grund der von Anpassungsreaktionen hervorgerufenen Reaktionen auf den Faktormärkten und den zu diesem Zeitpunkt noch nicht gestiegenen Strompreisen erklären.

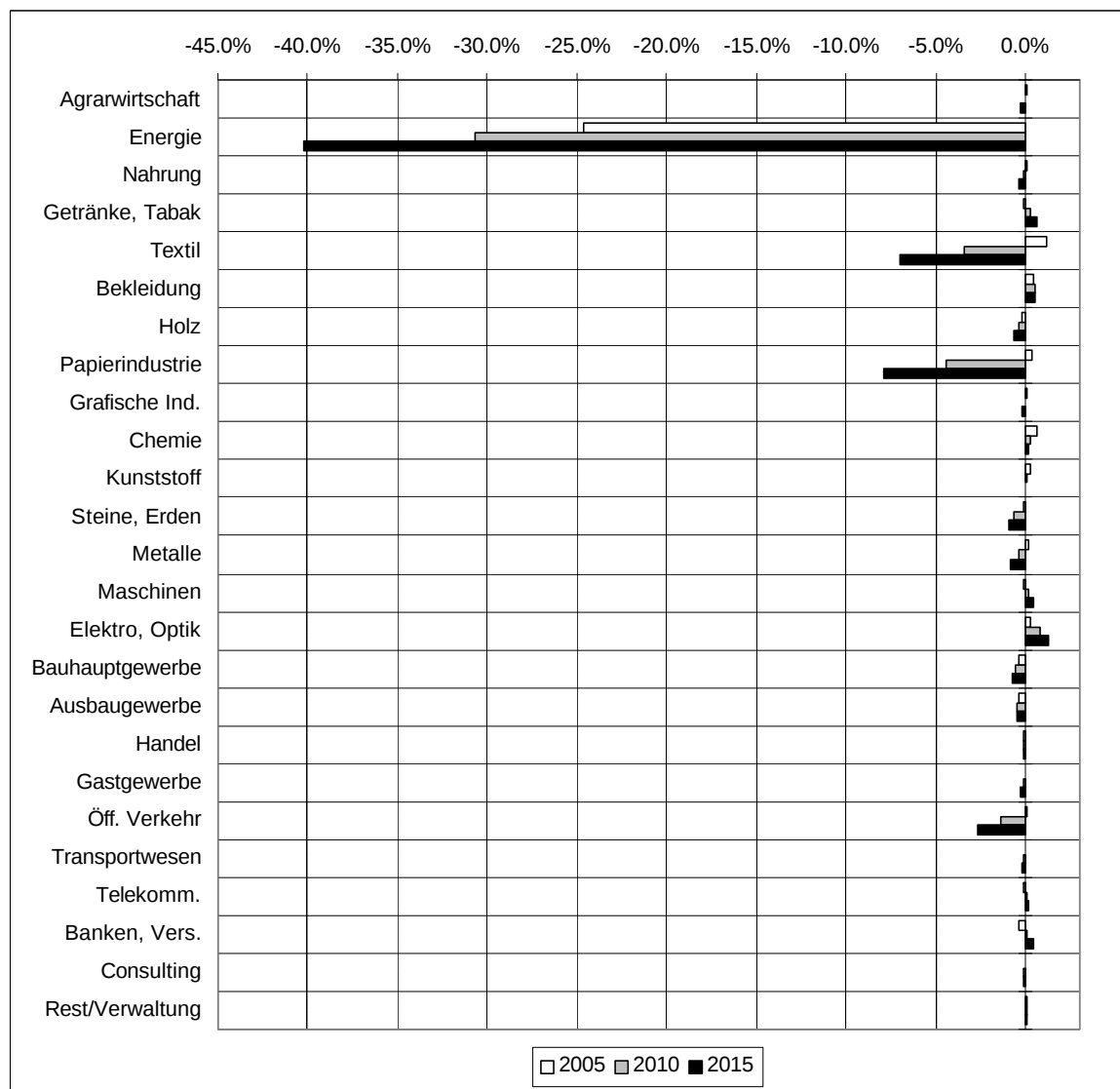
Grafik 4-14: Bruttoproduktionswerte (Umsätze) im Falle des Ausstiegs für die Jahre 2005, 2010 sowie 2015

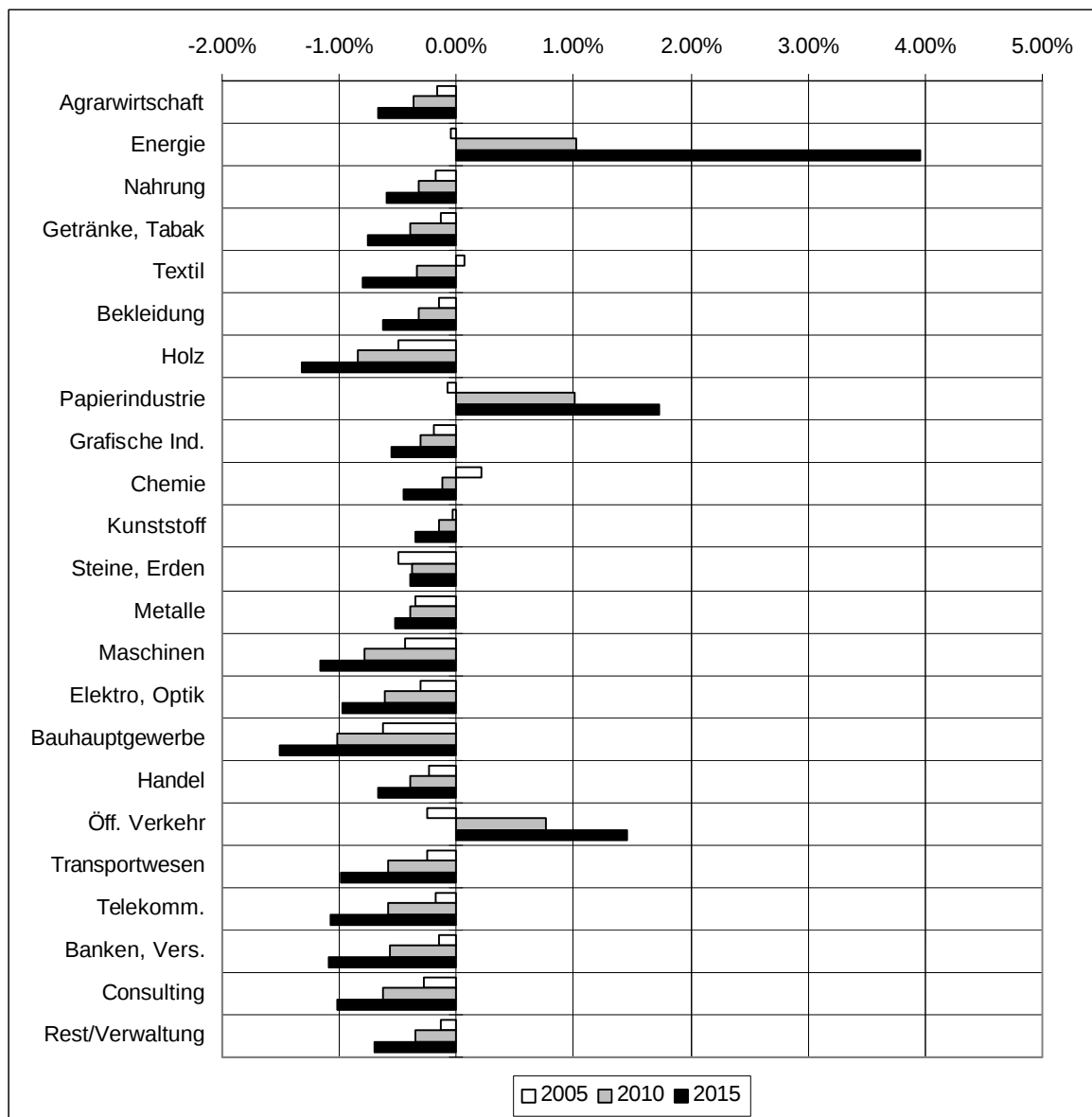
4.6 Aussenwirtschaftliche Wettbewerbsposition

Grafik 4-15 und Grafik 4-16 zeigen die Auswirkungen eines Ausstiegs auf die aussenwirtschaftliche Wettbewerbsposition einzelner Branchen. Die grösste Reaktion bezüglich des Aussenhandels zeigt erwartungsgemäss die Energiebranche: Die Exporte sinken und die Importe steigen dramatisch. Die tieferen Exporte sind durch sinkende Stromexporte bedingt. Die steigenden Importe des Energiesektors spiegeln die steigende Nachfrage nach Gas als Inputfaktor für die WKK-Anlagen wieder.

Als weitere Branchen reagieren die stromintensiven Branchen „Textil“ und „Papier“. In den tieferen Exporten kommt die sinkende Wettbewerbsfähigkeit dieser Branchen auf Grund des gestiegenen inländischen Strompreises zur Geltung.

Grafik 4-15: Exporte im Falle des Ausstiegs für die Jahre 2005, 2010 und 2015

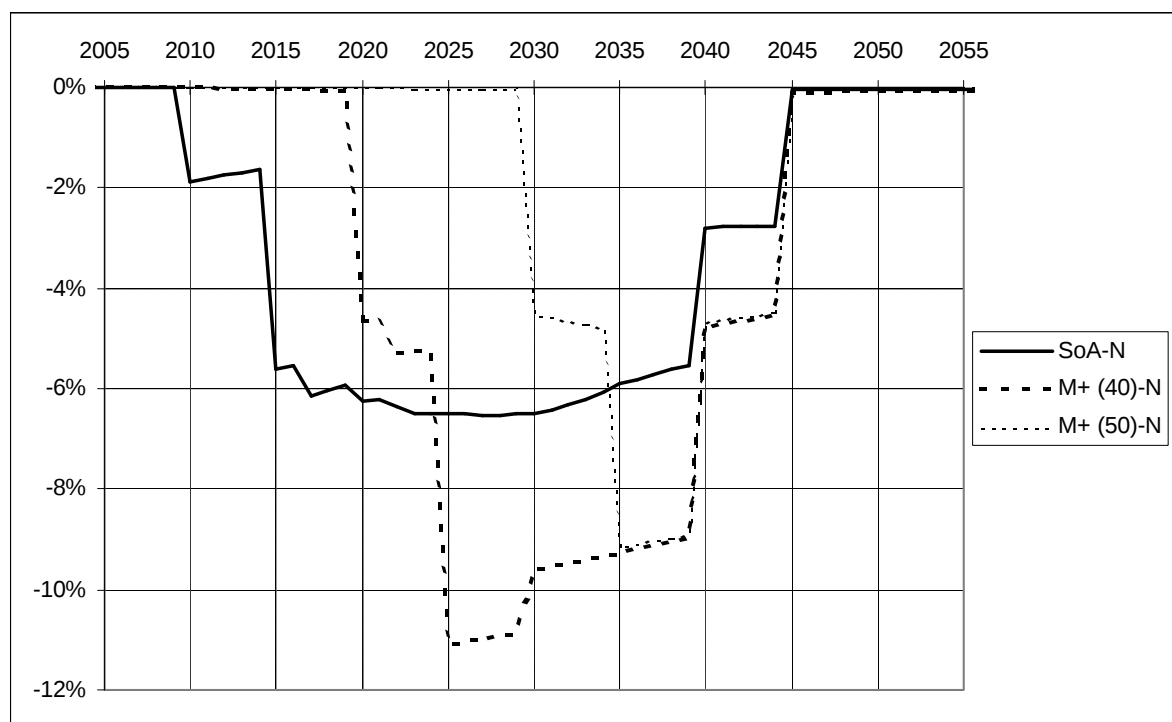


Grafik 4-16: Importe im Falle des Ausstiegs für die Jahre 2005, 2010 und 2015

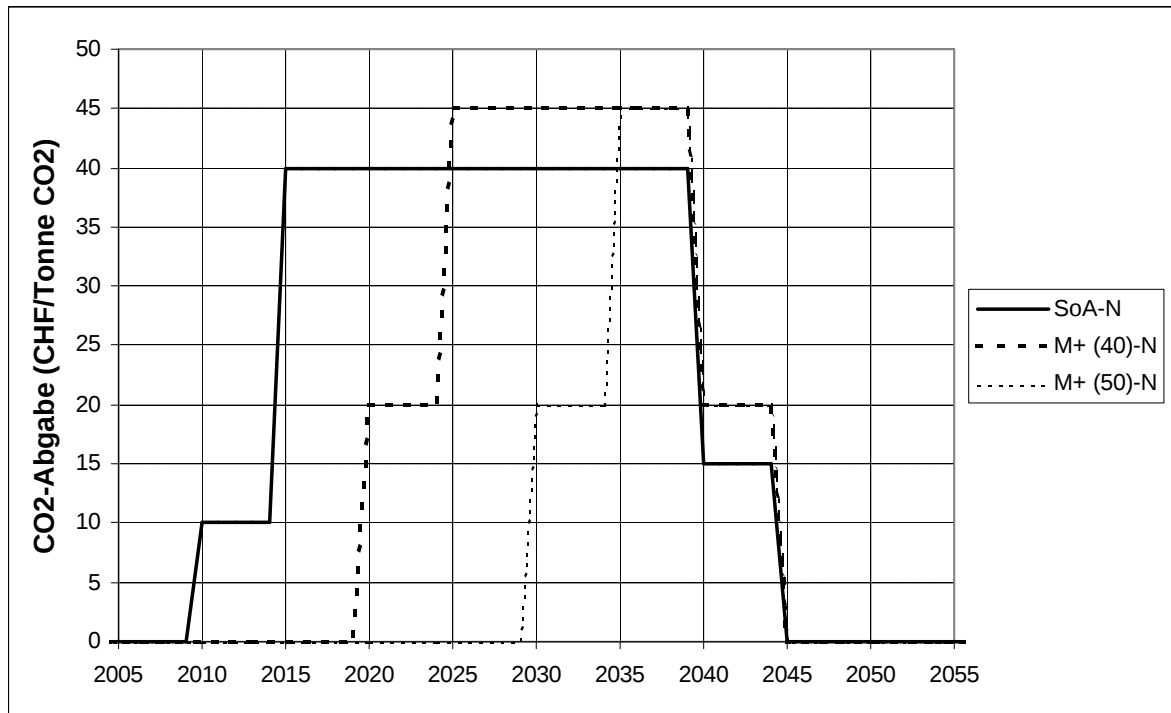
5 Wirtschaftliche Auswirkungen bei CO₂-Neutralisierung

In diesem Kapitel wenden wir uns der CO₂-Problematik eines Ausstiegs resp. Der Moratoriumsinitiativen zu. Da Kernkraftwerke durch gasbetriebene Kraftwerke ersetzt werden, nehmen die CO₂-Emissionen c.p. zu. Man ist sich heute einig, dass CO₂-Emissionen mit externen Kosten verbunden sind. Die folgenden Resultate berücksichtigen nun die zusätzlich entstehenden externen Kosten, welche durch eine Mehrmission von CO₂ entstehen, indem die externen Zusatzkosten über eine CO₂-Abgabe internalisiert werden. Hierfür wird eine uniforme Abgabe auf fossile Energieträger erhoben. Die Erträge der Abgabe werden der Allgemeinheit wieder zurückerstattet. Die Einnahmen aus dem Produktionssektor fließen über eine Senkung der Lohnnebenkosten an die Produzenten zurück, die Einnahmen aus dem Konsumsektor werden pro Kopf an die Haushalte zurückerstattet. Die folgenden Grafiken zeigen die zur Neutralisierung notwendige Reduktion des CO₂-Ausstosses sowie die dazu notwendige Höhe der CO₂-Abgabe.

Grafik 5-1: Profil der zur Neutralisierung notwendigen Reduktion der CO₂-Emissionen für die Szenarien SoA-N, M+ (40)-N sowie M+ (50)-N



Grafik 5-2: Profil der CO₂-Abgabehöhe für die Szenarien SoA-N, M+ (40)-N sowie M+ (50)-N



Im Folgenden besprechen wir die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen, welche mit der CO₂-Neutralisierung im Falle eines Ausstiegs resp. eines Moratoriums verbunden sind.

5.1 Makroökonomische Effekte

Die folgenden Tabellen stellen die wirtschaftlichen Auswirkungen der Neutralisierungsszenarien als Differenz zur Referenz dar, welche mit derjenigen aus Kapitel 4 identisch ist.

Tabelle 5-3: Auswirkungen des Szenarios SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zur Referenz)

	SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.27%	-0.46%	-0.71%	-0.73%	-0.71%	-0.69%	-0.67%	-0.38%
Inländische Produktion	-0.15%	-0.34%	-0.59%	-0.62%	-0.60%	-0.58%	-0.56%	-0.25%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.10%	-0.36%	-0.61%	-0.66%	-0.65%	-0.62%	-0.59%	-0.25%
Wertschöpfung	-0.06%	-0.19%	-0.26%	-0.32%	-0.34%	-0.35%	-0.33%	-0.21%
Arbeitseinsatz	-0.05%	-0.17%	-0.20%	-0.20%	-0.18%	-0.17%	-0.14%	-0.06%
Kapitaleinsatz	-0.07%	-0.21%	-0.35%	-0.48%	-0.54%	-0.57%	-0.57%	-0.37%
Konsumausgaben	-0.03%	-0.15%	-0.30%	-0.37%	-0.40%	-0.43%	-0.44%	-0.17%
Investitionen	-1.49%	-1.93%	-2.37%	-2.19%	-1.96%	-1.80%	-1.66%	-1.06%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.19%	-1.10%	-1.09%	-1.32%	-1.27%	-0.97%	-0.58%	-0.27%
Stromverbrauch	0.25%	-4.90%	-8.66%	-9.10%	-9.10%	-8.81%	-7.95%	-0.26%
Energieverbrauch (fossil)	0.17%	0.39%	1.93%	1.86%	1.97%	2.29%	2.38%	-0.27%
Exporte	0.07%	-0.15%	-0.33%	-0.38%	-0.38%	-0.35%	-0.29%	-0.27%
Exporte ohne Energie	0.33%	0.12%	0.00%	-0.17%	-0.31%	-0.29%	-0.25%	-0.27%
Importe	-0.27%	-0.51%	-0.59%	-0.61%	-0.59%	-0.56%	-0.51%	-0.30%
Importe ohne Energie	-0.30%	-0.53%	-0.65%	-0.66%	-0.63%	-0.60%	-0.57%	-0.29%
Reallohn	-0.13%	-0.27%	-0.34%	-0.38%	-0.38%	-0.39%	-0.38%	-0.23%
Kapitalzins	-0.06%	-0.06%	0.12%	0.20%	0.28%	0.32%	0.37%	0.10%
Konsumentenpreisindex	0.01%	0.23%	0.61%	0.73%	0.80%	0.84%	0.88%	0.31%

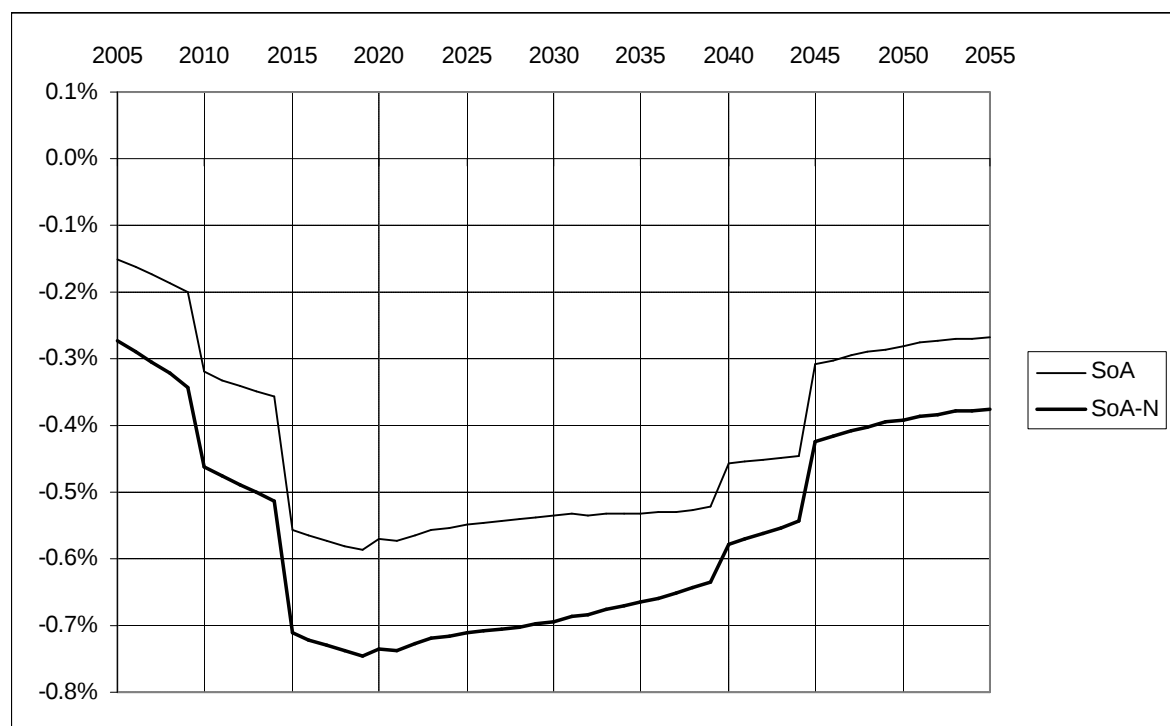
Tabelle 5-4: Auswirkungen des Szenarios M+ (40)-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zur Referenz)

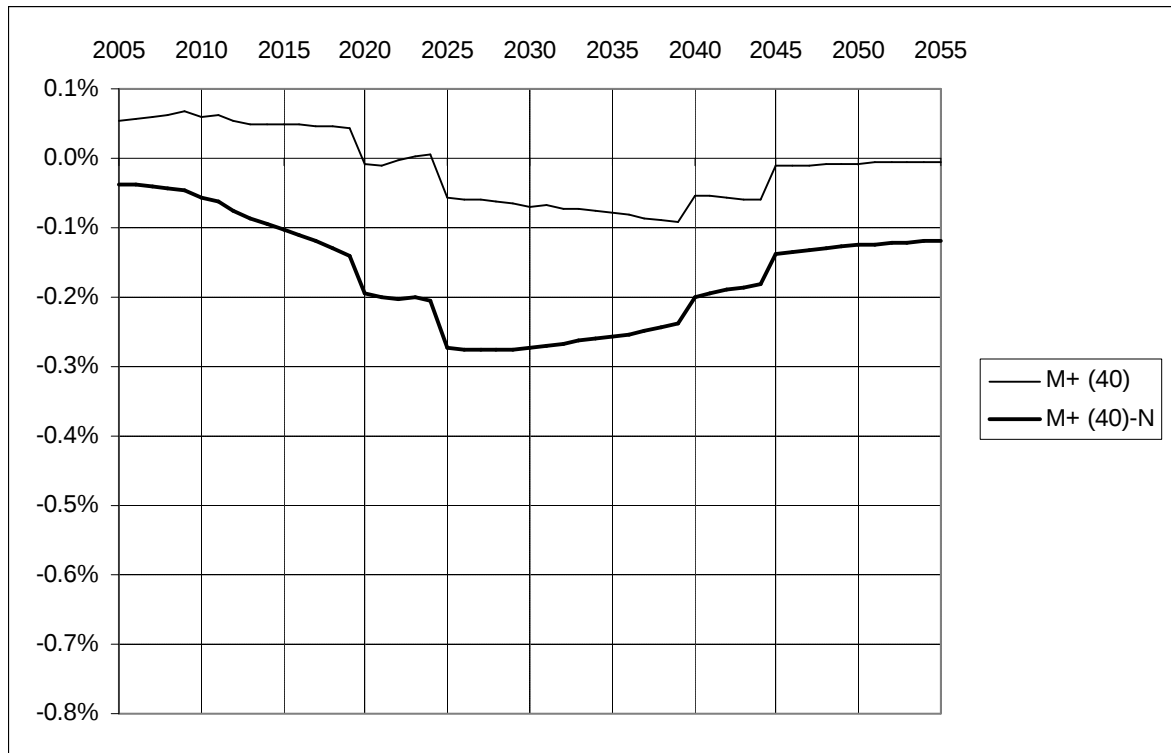
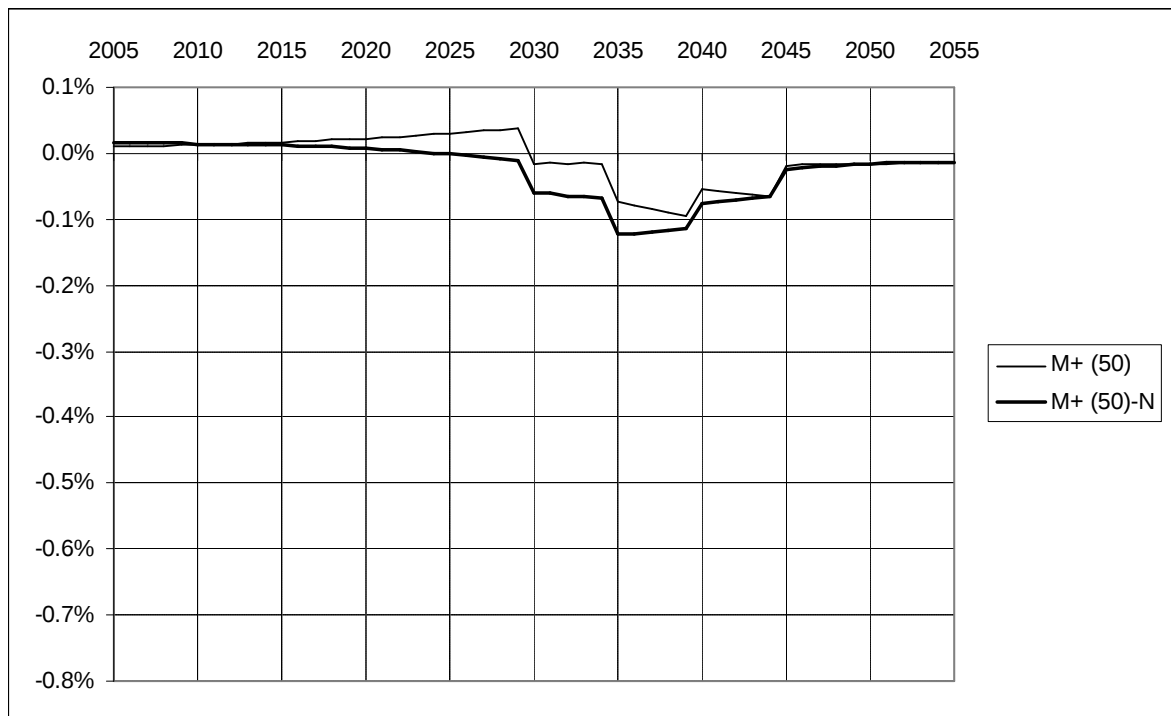
	M+ (40)-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.04%	-0.06%	-0.10%	-0.19%	-0.27%	-0.27%	-0.26%	-0.12%
Inländische Produktion	-0.02%	-0.04%	-0.09%	-0.23%	-0.36%	-0.35%	-0.33%	-0.10%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.02%	-0.03%	-0.05%	-0.22%	-0.34%	-0.33%	-0.30%	-0.10%
Wertschöpfung	-0.01%	-0.02%	-0.06%	-0.13%	-0.16%	-0.18%	-0.17%	-0.10%
Arbeitseinsatz	-0.01%	-0.02%	-0.05%	-0.12%	-0.14%	-0.13%	-0.10%	-0.04%
Kapitaleinsatz	-0.01%	-0.03%	-0.07%	-0.14%	-0.20%	-0.23%	-0.25%	-0.16%
Konsumausgaben	-0.02%	-0.02%	-0.03%	-0.09%	-0.17%	-0.20%	-0.22%	-0.07%
Investitionen	-0.19%	-0.31%	-0.56%	-0.81%	-0.87%	-0.76%	-0.67%	-0.29%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.00%	0.05%	0.24%	-0.03%	-0.86%	-0.65%	-0.10%	-0.12%
Stromverbrauch	0.00%	0.13%	0.55%	-2.69%	-5.10%	-5.03%	-4.08%	-0.11%
Energieverbrauch (fossil)	-0.01%	0.02%	0.12%	1.05%	0.90%	1.17%	1.49%	-0.12%
Exporte	0.04%	0.05%	0.02%	-0.04%	-0.17%	-0.16%	-0.10%	-0.11%
Exporte ohne Energie	0.04%	0.13%	0.25%	0.12%	0.00%	-0.01%	0.03%	-0.11%
Importe	-0.03%	-0.07%	-0.16%	-0.29%	-0.40%	-0.38%	-0.33%	-0.12%
Importe ohne Energie	-0.03%	-0.08%	-0.18%	-0.32%	-0.40%	-0.38%	-0.36%	-0.12%
Reallohn	-0.02%	-0.04%	-0.07%	-0.12%	-0.14%	-0.16%	-0.15%	-0.08%
Kapitalzins	-0.01%	-0.03%	-0.08%	-0.04%	0.08%	0.12%	0.17%	0.00%
Konsumentenpreisindex	0.00%	-0.01%	-0.04%	0.13%	0.35%	0.40%	0.43%	0.07%

Tabelle 5-5: Auswirkungen des Szenarios M+ (50)-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen zur Referenz)

	M+ (50)-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.06%	-0.12%	-0.01%
Inländische Produktion	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.11%	-0.22%	-0.01%
Inländische Produktion ohne Energie	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.10%	-0.19%	-0.01%
Wertschöpfung	0.00%	0.00%	0.00%	-0.01%	-0.02%	-0.05%	-0.07%	-0.03%
Arbeitseinsatz	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.04%	-0.05%	0.01%
Kapitaleinsatz	-0.02%	-0.02%	-0.02%	-0.03%	-0.04%	-0.06%	-0.09%	-0.07%
Konsumausgaben	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	-0.04%	-0.11%	-0.01%
Investitionen	0.02%	0.00%	-0.02%	-0.06%	-0.11%	-0.32%	-0.46%	-0.04%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	-0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.01%	-0.37%	0.04%	-0.04%
Stromverbrauch	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.32%	-3.95%	-0.04%
Energieverbrauch (fossil)	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	0.44%	1.65%	-0.04%
Exporte	0.03%	0.02%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	-0.03%
Exporte ohne Energie	0.03%	0.03%	0.02%	0.01%	0.00%	0.06%	0.14%	-0.03%
Importe	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.04%	-0.16%	-0.23%	-0.04%
Importe ohne Energie	0.00%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.04%	-0.16%	-0.26%	-0.04%
Reallohn	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	-0.02%	-0.04%	0.00%
Kapitalzins	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	-0.05%	0.00%	0.11%	-0.01%
Konsumentenpreisindex	-0.05%	-0.05%	-0.06%	-0.07%	-0.08%	0.06%	0.26%	-0.03%

Die CO₂-Neutralisierung wirkt dämpfend auf die wirtschaftliche Tätigkeit in der Schweiz. So ist das BIP-Niveau in allen Neutralisierungs-Szenarien niedriger als im Nicht-Neutralisierungsfalle (vgl. Grafik 5-6 bis Grafik 5-8).

Grafik 5-6: BIP-Abweichung der Szenarien SoA und SoA-N

Grafik 5-7: BIP-Abweichung der Szenarien M+ (40) und M+ (40)-N**Grafik 5-8: BIP-Abweichung der Szenarien M+ (50) und M+ (50)-N**

Weiter kann aus den Daten entnommen werden, dass das M+ (40)-Szenario von der CO₂-Neutralisierung stärker betroffen ist als das M+ (50)-Szenario. Wir wollen deshalb im Folgenden den gesamtwirtschaftlichen Effekt der CO₂-Neutralisierung näher betrachten. Um den gesamtwirtschaftlichen Effekt der Neutralisierung abzuschätzen, sind in den folgen-

den drei Tabellen die Abweichungen der wichtigsten makroökonomischen Grössen der Neutralisierungs-Szenarien zu den Nicht-Neutralisierungs-Szenarien aufgelistet. Wird beispielsweise für das Szenario M+ (40)-N ein BIP-Rückgang von 0.22% ausgewiesen, so bedeutet dies, dass das BIP im Szenario M+ (40)-N (Szenario mit Neutralisierung) um 0.22% niedriger ist als im Szenario M+ (40) (Szenario ohne Neutralisierung).

Tabelle 5-9: Unterschiede wichtiger makroökonomischer Grössen zwischen SoA und SoA-N

	SoA-N versus SoA							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.12%	-0.14%	-0.15%	-0.16%	-0.16%	-0.16%	-0.13%	-0.11%
Wertschöpfung	-0.02%	-0.06%	-0.07%	-0.08%	-0.08%	-0.08%	-0.05%	-0.01%
Arbeitseinsatz	-0.02%	-0.05%	-0.04%	-0.04%	-0.05%	-0.04%	-0.01%	0.01%
Konsumausgaben	0.03%	0.00%	-0.02%	-0.04%	-0.06%	-0.07%	-0.07%	-0.03%
Investitionen	-0.62%	-0.70%	-0.73%	-0.71%	-0.66%	-0.58%	-0.48%	-0.38%
Exporte	-0.07%	-0.16%	-0.27%	-0.28%	-0.28%	-0.26%	-0.22%	-0.04%
Importe	-0.08%	-0.25%	-0.40%	-0.42%	-0.42%	-0.40%	-0.35%	-0.04%
Importe ohne Energie	-0.09%	-0.16%	-0.14%	-0.16%	-0.18%	-0.16%	-0.12%	-0.04%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.01%	-1.52%	-3.95%	-4.51%	-4.79%	-4.86%	-4.35%	-0.03%
Stromverbrauch	0.00%	-0.58%	-0.02%	-0.55%	-1.08%	-1.33%	-0.86%	-0.03%
Energieverbrauch (fossil)	0.01%	-1.89%	-5.52%	-6.13%	-6.32%	-6.32%	-5.75%	-0.03%
Konsumentenpreisindex	0.03%	0.12%	0.30%	0.32%	0.35%	0.36%	0.38%	0.16%

Tabelle 5-10: Unterschiede wichtiger makroökonomischer Grössen zwischen M+ (40) und M+ (40)-N

	M+ (40)-N versus M+ (40)							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.09%	-0.12%	-0.15%	-0.18%	-0.22%	-0.20%	-0.18%	-0.11%
Wertschöpfung	-0.02%	-0.05%	-0.08%	-0.14%	-0.17%	-0.17%	-0.14%	-0.05%
Arbeitseinsatz	-0.02%	-0.04%	-0.06%	-0.11%	-0.13%	-0.12%	-0.08%	-0.01%
Konsumausgaben	0.03%	0.02%	0.02%	-0.02%	-0.08%	-0.11%	-0.13%	-0.05%
Investitionen	-0.48%	-0.59%	-0.72%	-0.85%	-0.83%	-0.69%	-0.50%	-0.33%
Exporte	-0.06%	-0.10%	-0.14%	-0.32%	-0.60%	-0.51%	-0.47%	-0.08%
Importe	-0.07%	-0.11%	-0.16%	-0.46%	-0.80%	-0.69%	-0.64%	-0.08%
Importe ohne Energie	-0.08%	-0.12%	-0.17%	-0.28%	-0.36%	-0.32%	-0.27%	-0.08%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.01%	-0.02%	-0.04%	-3.86%	-9.49%	-8.23%	-8.02%	-0.07%
Stromverbrauch	0.00%	-0.03%	-0.05%	-1.70%	-3.75%	-3.75%	-3.85%	-0.07%
Energieverbrauch (fossil)	0.01%	-0.01%	-0.04%	-4.74%	-11.86%	-10.09%	-9.70%	-0.07%
Konsumentenpreisindex	0.04%	0.03%	0.02%	0.16%	0.36%	0.39%	0.45%	0.16%

Tabelle 5-11: Unterschiede wichtiger makroökonomischer Grössen zwischen M+ (50) und M+ (50)-N

	M+ (50)-N versus M+ (50)							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	-0.05%	-0.05%	0.00%
Wertschöpfung	0.00%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.04%	-0.07%	-0.08%	-0.01%
Arbeitseinsatz	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.02%	-0.05%	-0.05%	0.02%
Konsumausgaben	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.03%	0.00%	-0.05%	0.00%
Investitionen	-0.04%	-0.07%	-0.11%	-0.17%	-0.26%	-0.32%	-0.21%	-0.02%
Exporte	0.00%	-0.01%	-0.02%	-0.03%	-0.05%	-0.20%	-0.38%	0.00%
Importe	-0.02%	-0.02%	-0.03%	-0.05%	-0.08%	-0.31%	-0.57%	-0.02%
Importe ohne Energie	-0.02%	-0.02%	-0.04%	-0.05%	-0.08%	-0.16%	-0.20%	-0.01%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.00%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-3.58%	-7.93%	-0.02%
Stromverbrauch	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.01%	-1.27%	-3.77%	-0.01%
Energieverbrauch (fossil)	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-4.54%	-9.61%	-0.02%
Konsumentenpreisindex	-0.04%	-0.05%	-0.06%	-0.07%	-0.08%	0.03%	0.23%	-0.02%

Es wurde bereits festgestellt, dass das **Bruttoinlandprodukt** in allen Neutralisierungs-Szenarien niedriger ist als in den Nicht-Neutralisierungs-Szenarien. Der BIP-Rückgang ist vor allem auf zwei Effekte zurückzuführen. Erstens kann die verzerrende Wirkung der CO₂-Neutralisierungsabgabe, welche eine einzige Produktgruppe mit einem hohen Ab-

gabesatz belastet, durch die „entzerrende“ Wirkung einer Senkung der Lohnnebenkosten nicht aufgehoben werden. Zweitens führt die Abgabe zu höheren Güterpreisen, was mit einer Reduktion der Investitionstätigkeit verbunden ist. Dadurch wächst der Kapitalstock weniger stark und die Arbeitsproduktivität sinkt leicht, was die wirtschaftlich negativen Effekte der Abgabe noch verschärft. Die negativen Effekte sind umso stärker, je grösser die zur CO₂-Neutralisierung notwendige Abgabe ist. So ist der BIP-Rückgang im Szenario M+(40)-N am grössten, da über einen längeren Zeitraum eine relativ hohe Abgabe erhoben werden muss, um das Neutralisierungsziel zu erreichen. So muss der Verbrauch fossiler Energieträger in den Jahren 2025 bis 2034 um 10 bis 12% gesenkt werden, wozu eine CO₂-Abgabe in der Höhe von CHF 45 pro Tonne CO₂ notwendig ist.

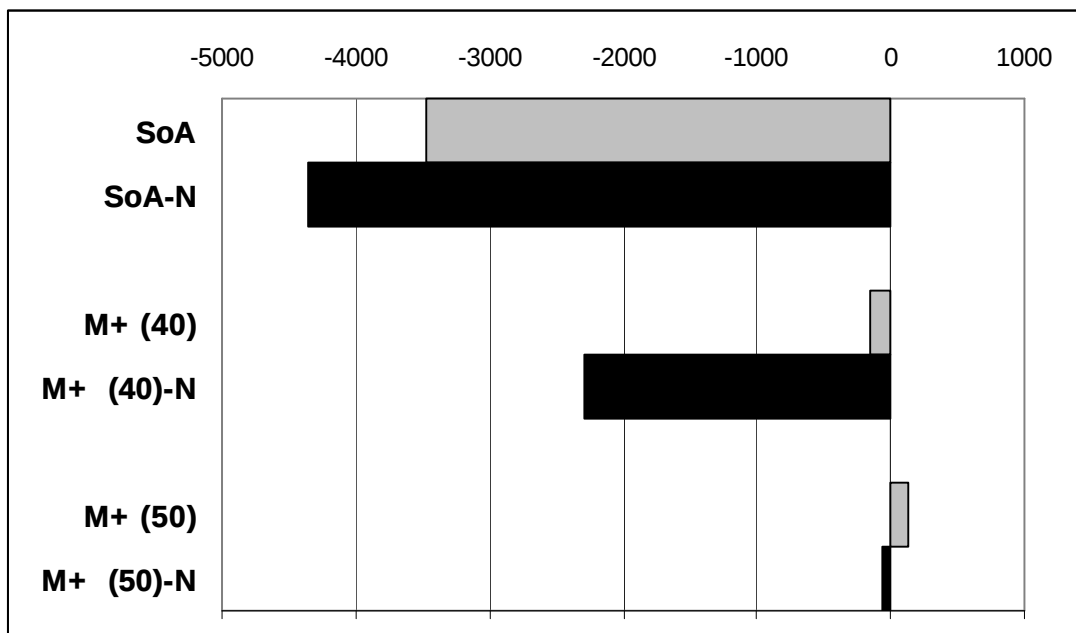
Analog zum BIP nimmt auch die **Wertschöpfung** durch die CO₂-Neutralisierung ab. Ausschlaggebend ist in erster Linie der geringere **Kapitaleinsatz**. Der **Arbeitseinsatz** sinkt hingegen unterproportional. Dies ist eine Folge des Rückerstattungsmechanismus. Da Arbeit auf Grund der sinkenden Lohnnebenkosten billiger wird, setzen die Unternehmer an Stelle von Kapital vermehrt Arbeit ein.

Im Aussenhandel ergibt sich die grösste Veränderung im **Importbereich**. Die Gesamtimporte nehmen stärker ab als die Importe ohne Energie. Da im Inland der Einsatz fossiler Energieträger zurückgeht, müssen diese auch in geringerem Umfange importiert werden.

5.2 Beschäftigung

Die folgende Grafik zeigt die Beschäftigungswirkungen der verschiedenen Neutralisierungs-Szenarien in Bezug auf die Referenzbeschäftigung.

Grafik 5-12: Durchschnittliche Auswirkung auf die Beschäftigung verglichen zur Referenzbeschäftigung (Anzahl Arbeitsplätze)⁽⁴⁷⁾



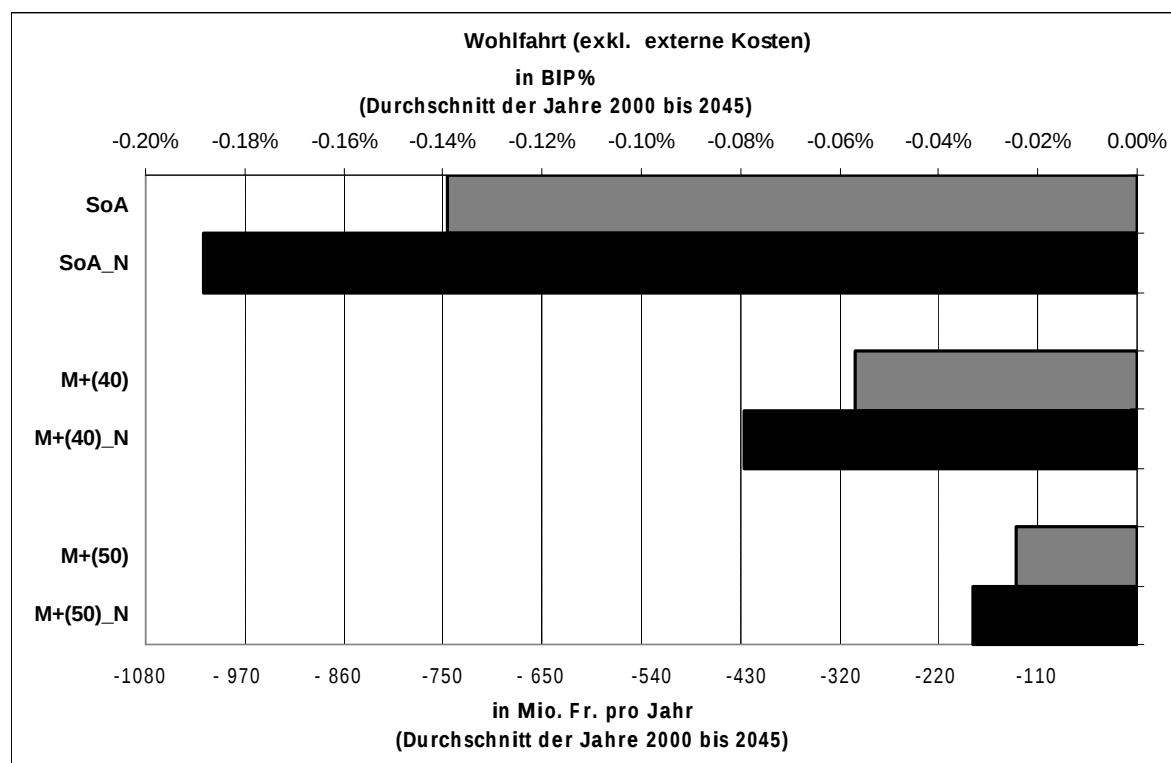
Wie aus der Grafik entnommen werden kann, wird die Beschäftigung im Szenario M+ (50)-N durch die CO₂-Neutralisierungsabgabe kaum beeinflusst. Ein leichter Rückgang der Beschäftigung verglichen mit dem Szenario SoA ist im Szenario SoA-N festzustellen. Am stärksten wirkt sich die CO₂-Neutralisierung auf das M+ (40)-Szenario aus.

⁴⁷ Die Beschäftigungswirkungen im Nicht-Neutralisierungsfalle sind in Kapitel 4.1 und 4.2 beschrieben.

5.3 Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtseffekte

Die nachfolgende Grafik zeigt die Wohlfahrtseffekte⁽⁴⁸⁾ *ohne* Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten für die Szenarien mit CO₂-Neutralisierung und vergleicht diese jeweils mit den entsprechenden Szenarien ohne Neutralisierung. Die CO₂-Neutralisierung wurde - wie oben bereits erwähnt - mit einer entsprechend angesetzten CO₂-Abgabe gemäss geltendem CO₂-Gesetz sicher gestellt.

Grafik 5-13: Wohlfahrtseffekte (äquivalente Variation) OHNE Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten (für die Jahre 2000 bis 2045) für den Fall mit und ohne Neutralisierung



Soll ein allfälliger vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie oder ein Moratorium CO₂-neutral sein, so verschlechtert sich die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt. Der Grund dafür ist die Einführung einer CO₂-Abgabe, die sich zusätzlich negativ auf die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt - immer unter Vernachlässigung der externen Effekte - auswirkt.

Die für die CO₂-Neutralisierung nötige CO₂-Abgabe verschlechtert die Wohlfahrt bei einem vorzeitigen Ausstieg (Szenario SoA-N) um weitere 0.05 BIP%, was ungefähr jährlich 250 Mio. CHF ausmacht. Die Wohlfahrtseinbusse beträgt bei einem CO₂-neutralen Ausstieg also rund 0.19 BIP% oder 1 Mrd. CHF. pro Jahr während den Jahren 2000 bis 2045.

48 Bei der Messung der Wohlfahrts- bzw. Effizienzeffekte benutzen wird die so genannte Hicksche äquivalente Variation (HEV). Die HEV gibt an, wie viel Einkommen, gemessen zu Preisen des Referenzszenarios, den Haushalten gegeben werden müsste, damit sie gleich gut wie in den Ausstiegs- und Moratoriums-Szenario gestellt werden. Ist die HEV negativ, so ist die Wohlfahrt bzw. die Effizienz gesunken - dies unter Vernachlässigung der externen Effekte.

Im Falle der Moratoriumsinitiative fallen die Wohlfahrtseinbussen bedeutend geringer aus. Beim Szenario M+(40)-N muss mit Wohlfahrtseinbussen von 0.08 BIP% oder jährlich 430 Mio. CHF gerechnet werden. Die Wohlfahrtseinbussen für das Szenario M+(50) sind noch einmal deutlich geringer und betragen rund 0.03 BIP% oder jährlich 180 Mio. CHF.

5.4 Wohlfahrtseffekte unter Berücksichtigung externer Kosten

Die Motivation für einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie liegt vor allem in der Vermeidung von Unfällen und in der Reduktion von nuklearem Abfall. Die mit KKW-Unfällen und der Entsorgung von nuklearen Abfällen verbundenen Risiken sind in den bisherigen Ausführungen nicht berücksichtigt worden. Ebenso wenig wurden die externen Kosten der Nutzung von fossilen Treib- und Brennstoffen wohlfahrtsmässig erfasst. Um ein vollständiges Mass für die gesellschaftliche Wohlfahrt zu erhalten, müssen aber die Risiko- und Umweltkosten berücksichtigt werden.

Gerade diese Kosten werden aber in unserem Gleichgewichtsmodell nicht berücksichtigt. Im Folgenden wollen wir die Wohlfahrtseffekte deshalb mit den externen Risiko- und Umweltkosten ergänzen. Wobei wir hier ein vereinfachtes Verfahren wählen, bei welchem die externen Kosten in einer separaten Rechnung auf Basis der Resultate aus dem Gleichgewichtsmodell berechnet werden. Die externen Kosten sind also nicht modellen-dogen. Angesichts der grossen Unsicherheiten bei der Bestimmung der externen Kosten, darf dieser vereinfachte Ansatz vertreten werden.

Die hier untersuchten Szenarien SoA-N, M+(40)-N und M+(50)-N unterscheiden sich bezüglich CO₂-Emissionen nicht. Alle diese Szenarien sind CO₂-neutral, das heisst, dass die CO₂-Emissionen gleich hoch sind wie im Referenzfall. Dies bedeutet, dass wir die externen Kosten der CO₂-Emissionen nicht berücksichtigen müssen.

Annahmen zu den externen Umweltkosten

Die nachfolgende Tabelle zeigt die angenommenen externen Umweltkosten. Bei den **Brennstoffen** wurde einerseits zwischen Oel und Gas aber auch zwischen verschiedenen Technologien unterschieden. Bei der Berechnung der Umweltkosten spielen in erster Linie die NO_x-Emissionen eine Rolle. Die spezifischen Emissionsfaktoren⁽⁴⁹⁾ für NO_x sind bei den Stromerzeugungstechnologien (GuD und BHKW) höher als bei den Feuerungen. Die Brennstoffe Oel und Gas unterscheiden sich vor allem in ihren SO₂-Emissionen. Für die Berechnung der externen Umweltkosten haben wir folgende Emissionszuschläge verwendet:⁽⁵⁰⁾

49 Die spezifischen Emissionsfaktoren für NO_x wurden dem Bericht Prognos (2000) entnommen. Hier muss betont werden, dass insbesondere für GuD und BHKWs keine konsolidierten Daten vorhanden sind. Die Werte basieren auf Messungen bei neueren GuD und BHKWs. Die Partikel- und SO₂-Emissionen fallen kaum ins Gewicht. Diese wurden aus BUWAL (1995b) entnommen.

50 Diese Werte wurden Infrac, Econcept, Prognos (1996), S. 149, entnommen. Dabei wurden Werte angenommen, die in der Mitte zwischen den publizierten Unter- und Obergrenzen liegen.

- NO_x: 25 CHF/kg
- Partikel: 18 CHF/kg
- SO₂: 25 CHF/kg

Aus der Multiplikation der obigen Emissionszuschläge und den spezifischen Emissionsfaktoren erhalten wir die externen Schadenskosten ohne Treibhauseffekt. Diese externen Schadenskosten beinhalten Gebäudeschäden, Ozonschäden, Waldschäden und Gesundheitsschäden, die beispielsweise bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe anfallen. Zusätzlich werden noch die vorgelagerten Prozessstufen⁽⁵¹⁾ (Förderung, Umwandlung/Raffination, Transport, Lagerung, Verteilung) mit berücksichtigt.

Grafik 5-14: Externe Umweltkosten ohne Treibhauseffekt und Risikokosten

	Spezifische Emissionsfaktoren			Externe Schadenskosten ohne Treibhauseffekt	
	NO _x kg /TJ Input	Partikel kg /TJ Input	SO ₂ kg /TJ Input	ohne vorgelagerten Prozessstufen	mit vorgelagerten Prozessstufen
Brennstoffe				Rp./kWh Input	
GuD	42	0.2	0.5	0.4	0.7
Gas-BHKW	80	0.1	0.5	0.7	1.0
Gas Zentralheizung	30	0.1	0.5	0.3	0.5
Oel EL, Zentralheizung	30	0.2	55	0.8	1.7
Oel MS	118	21	440	5.1	5.7
Treibstoffe					Rp./Liter
Benzin					68
Diesel					72
Elektrizität				Rp./kWh Output	
Wasserkraft					0.8
KKW ohne Risikokosten				< 0.1	0.4

Die hier unterstellten externen Kosten für die Brennstoffe beruhen auf älteren Publikationen. Die Werte gelten für die Situation im Jahre 1993. Inwieweit diese auch in Zukunft gültig sind, kann hier nicht beurteilt werden. Einerseits gilt es zu beachten, dass das mögliche Schadenspotenzial im Laufe der Zeit mit wachsender Bevölkerung, Löhnen usw. grösser wird, andererseits dürfte sich gemäss den Prognosen des BUWAL die Situation im Bereich der NO_x-Emissionen entschärfen. Dies ist vor allem zurückzuführen auf die in den Kraftfahrzeugen eingesetzten Katalysatoren. Da für die Situation in den nächsten Jahrzehnten keine Abschätzungen vorhanden sind, verwenden wir diese 93er-Werte und gehen davon aus, dass diese real konstant bleiben, also bspw. nicht dem wachsenden BIP angepasst werden.

Bei den **Treibstoffen** liegen aktuellere Abschätzungen über die zukünftige Entwicklung der externen Kosten vor. Die obige Tabelle zeigt die unterstellten externen Kosten - im-

51 Die externen Kosten der vorgelagerten Prozessstufen wurden der Seite 107 der PACER-Studie „Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatliche Leistungen im Wärmebereich“ des BFK - Bundesamts für Konjunkturfüragen (1994) entnommen.

mer ohne Treibhauseffekt - für Benzin und Diesel. Es wird mit rund 70 Rp./Liter gerechnet.⁽⁵²⁾

Die externen Kosten der **Elektrizitätserzeugung mittels Wasserkraft**⁽⁵³⁾ (Naturraumschäden und landwirtschaftliche Ertragseinbussen) und Kernenergie⁽⁵⁴⁾ (Gesundheitsschäden⁽⁵⁵⁾) im Normalbetrieb sowie externe Kosten in den vorgelagerten Prozessstufen) liegen in der Regel deutlich tiefer als die Kosten für die Verbrennung fossiler Energien.

Annahmen zu den externen Risikokosten

Nicht nur die Erfahrung zeigt, dass der Betrieb eines Kernkraftwerkes nicht ganz gefahrenlos ist. Trotz grossen Unsicherheiten kann festgehalten werden, dass ein Kernschmelzunfall mit Austritt von Radioaktivität Schäden in der Höhe von mehreren 1000 Milliarden Franken zur Folge haben kann (vgl. bspw. KATANOS-Bericht des Bundesamt für Zivilschutz 1995). Wie hoch die Risikokosten bzw. die mit Wahrscheinlichkeiten gewichtete Schäden eines Kernkraftunfalls sind, ist allerdings umstritten. In den folgenden Ausführungen stützen wir uns auf die Forschungsarbeiten von Zweifel und Umbricht.⁽⁵⁶⁾

Zweifel/Umbricht haben die Risikokosten für die fünf schweizerischen Kernkraftwerke mittels einer Schadendichtefunktion⁽⁵⁷⁾ abgeschätzt. Da die Einschätzungen über die Schäden bei einem KKW-Unfall weit auseinander gehen, haben sie die Risikokosten für verschiedene Szenarien errechnet. Die Szenarien werden durch ein Wertepaar aus Eintretenswahrscheinlichkeit und Katastrophenschaden charakterisiert. Die nachfolgende Grafik zeigt die Schadendichtefunktion für ein Expertenszenario, das einen Katastrophenschaden von 100 Mia. Franken oder mehr mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 1 zu 10 Millionen unterstellt. Die Grafik zeigt deutlich, dass für die Berechnung des Erwartungsschadens und damit der Risikokosten auch Schäden unter und über 100 Mia. Franken mit höherer bzw. geringerer Eintretenswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden. Das Szenario, das in der nachfolgenden Grafik durch einen Katastrophenschaden von 100 Mrd. Franken charakterisiert ist, schliesst somit Schäden von mehr als 1000 Mrd. nicht aus. Für die Schäden über 100 Mrd. Franken gilt aber, dass die Eintretenswahrscheinlichkeit unter 10^{-7} liegt.

52 Die Werte gelten für das Jahr 2005 und sind ECOPLAN (1999b), Seiten 131f, bzw. ECOPLAN (1998b) sowie Infrac (1999) entnommen.

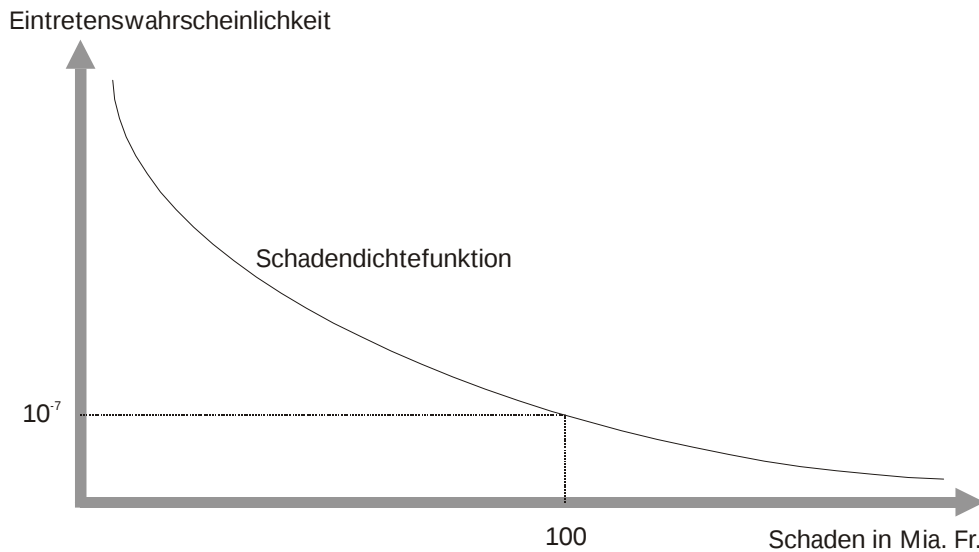
53 vgl. Prognos(1994a), Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft, S. 43.

54 vgl. Prognos (1994b), Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie, S. 26.

55 Andere Schäden wie bspw. Landschaftsschäden, Beeinträchtigung des Landschaftsbilds, Schäden an Flora und Fauna usw. bleiben bei den externen Effekten ohne vorgelagerte Prozessstufen unberücksichtigt.

56 Zweifel P., Umbricht R. (1999), Haftungsfragen bei Kernenergieanlagen, in: Meier, Renggli Previdoli; Energie - Wirtschaft - Nachhaltigkeit, S. 131ff.

57 Zweifel/Umbricht stützen sich dabei auf eine log-logistische Verteilung, welche berücksichtigt, dass Unfälle durch ein kumulatives Versagen von verschiedenen Sicherheitssystemen passieren. Die Schadendichtefunktion wird anhand von auf dem Markt beobachteten Haftpflichtprämien kalibriert.

Grafik 5-15: Schadendichtefunktion

Der erste Block der nachfolgenden Tabelle zeigt die Risikokosten der fünf schweizerischen Kernkraftwerke in Abhängigkeit von vier verschiedenen Szenarien. Die vier Szenarien kennzeichnen eine Schadendichtefunktion, die mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 10^{-7} und Katastrophenschäden von 20, 50, 100 und 200 Mia. Franken - gemäss der obigen Grafik - charakterisiert sind.⁽⁵⁸⁾ Beim Szenario mit einem Katastrophenschaden von 100 Mrd. Franken betragen die Risikokosten⁽⁵⁹⁾ gemäss Zweifel/Umbricht für das relativ neue KKL 2.05 Rp./kWh. Höhere Risikokosten werden für die älteren Kernkraftwerke KKB I und KKB II sowie insbesondere für das KKM - mit 5.58 Rp./kWh - errechnet.

In der Schweiz haften die Kernkraftwerkeigner verschuldensunabhängig mit ihrem gesamten Vermögen für alle Schäden, die durch den Betrieb oder einen Stör- oder Unfall verursacht werden. Trotz dieser unbeschränkten Gefährdungshaftung beschränkt sich de facto die Haftung auf die Zahlungsfähigkeit des Kernkraftwerkeigners. Da die Zahlungsfähigkeit der Kernkraftwerkeigner nicht mehr als einige Mia. CHF umfasst, müsste bei einem katastrophalen Unfall die Allgemeinheit für die Kosten aufkommen. Der zweite Block in Tabelle 5-16 zeigt, welche Risikokosten durch den Betreiber in etwa gedeckt werden könnten bzw. welcher Anteil der Risikokosten bereits internalisiert ist (Internalisierungsquote). Es handelt sich hierbei um ganz grobe Abschätzungen.⁽⁶⁰⁾ Diese groben Abschätzungen ändern aber nichts daran, dass bei einem hohen Schaden der grösste Teil ungedeckt bleibt. Zweifel/Umbricht halten denn auch fest, „dass der überwiegende Teil der Risikokosten nicht von den Betreibern getragen wird. Dies lässt darauf

58 Zweifel/Umbricht zeigen, dass die Risikokosten sehr viel stärker auf eine Variation des Katastrophenschadens, als auf eine Veränderung der Eintretenswahrscheinlichkeit reagieren. Deshalb haben wir auf Szenarien mit einer Variation der Eintretenswahrscheinlichkeit verzichtet.

Die Risikokosten bei den Szenarien von 200 Mia. CHF für KKB I, KKB II, KKM und KKG wurden anhand der Werte des KKL extrapoliert.

59 Die Risikokosten entsprechen dem mit Hilfe der Schadendichtefunktion berechneten jährlichen Erwartungsschaden, welcher anhand der jährlichen Stromproduktion der einzelnen KKW auf Rp./kWh umgelegt wird.

60 Zweifel/Umbricht geben grobe Schätzungen für die Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau II. Wir haben analoge Annahmen für die anderen drei Kraftwerke getroffen.

schliessen, dass die Risikokosten weder in die Investitionsentscheidungen der Betreiber, noch über den Strompreis in die Entscheidungen der Konsumenten einfließen“.

Wie hoch die externalisierten - also nicht vom Betreiber getragenen - Risikokosten in Abhängigkeit der vier Szenarien sind, zeigt der unterste Block der Tabelle 5-16. Ein Beispiel: Beim Szenario mit einem Katastrophenschaden von 100 Mia. CHF betragen die externen Risikokosten - also die Kosten, welche die Kernkraftwerkeigner nicht übernehmen - für das Kernkraftwerk Leibstadt 2.01 Rp./kWh.

Tabelle 5-16: Risikokosten, Internalisierungsquote und externalisierte Risikokosten für vier Szenarien von Schadendichtefunktionen⁽⁶¹⁾

Risikokosten in Rp./kWh für vier Szenarien				
	Szenario 20 Mia. CHF	Szenario 50 Mia. CHF	Szenario 100 Mia. CHF	Szenario 200 Mia. CHF
KKBI	0.59	1.9	4.17	9.01
KKBII	0.52	1.65	3.63	7.83
KKM	0.66	2.23	5.58	12.23
KKG	0.25	0.88	2.01	4.40
KKL	0.26	0.89	2.05	4.48
Durch Kraftwerkseigner gedeckte Risikokosten (Internalisierungsquote)				
	Szenario 20 Mia. CHF	Szenario 50 Mia. CHF	Szenario 100 Mia. CHF	Szenario 200 Mia. CHF
KKBI	28%	9%	4%	2%
KKBII	28%	9%	4%	2%
KKM	25%	8%	3%	1%
KKG	24%	7%	3%	1%
KKL	16%	5%	2%	1%
Externalisierte Risikokosten in Rp./kWh für vier Szenarien				
	Szenario 20 Mia. CHF	Szenario 50 Mia. CHF	Szenario 100 Mia. CHF	Szenario 200 Mia. CHF
KKBI	0.42	1.73	4.00	8.85
KKBII	0.37	1.50	3.48	7.69
KKM	0.49	2.06	5.41	12.07
KKG	0.19	0.82	1.95	4.34
KKL	0.22	0.85	2.01	4.44

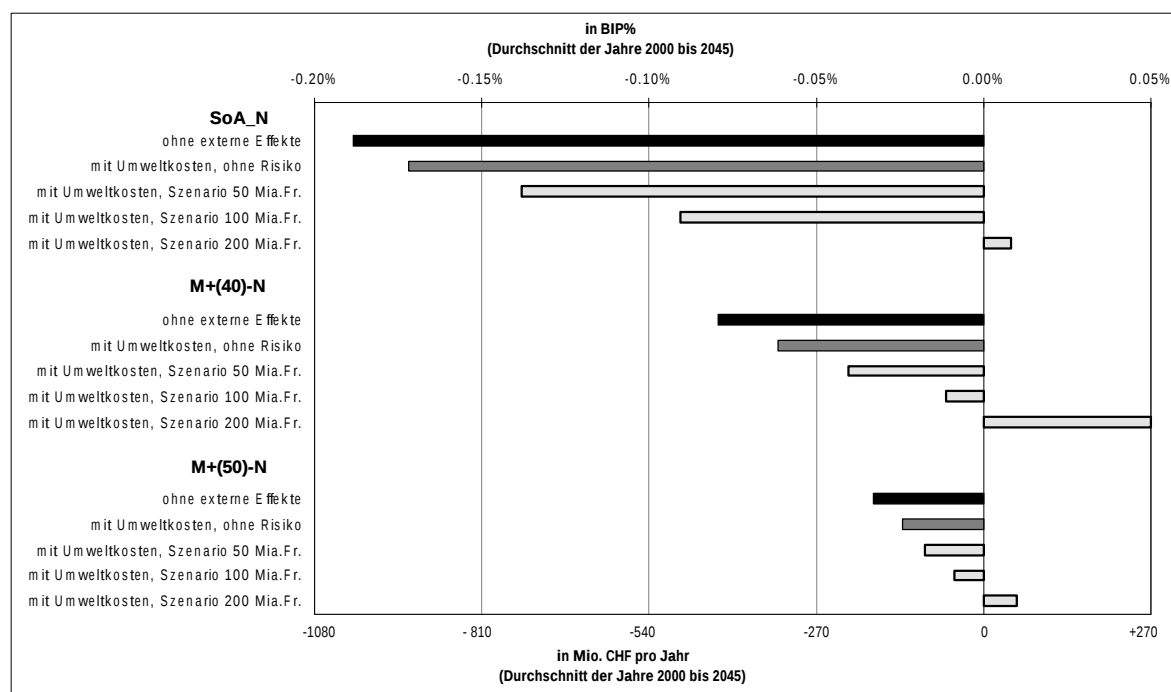
Bei einem Ausstieg aus der Kernenergie liessen sich diese externen Risikokosten vermeiden. Aus einer wirtschaftlichen Effizienz Sicht wäre auch eine Internalisierung dieser externen Kosten - bspw. über eine massive Erhöhung der Versicherungsdeckung der KKWs gegen Unfallrisiken - denkbar. Allerdings muss hier offen bleiben, bis zu welchem Punkt die externen Risikokosten zu internalisieren sind. Grundsätzlich gilt, dass im Optimum die Grenzkosten der Internalisierung gerade der marginalen Zahlungsbereitschaft für diese Internalisierung entspricht. Die marginale Zahlungsbereitschaft ihrerseits hängt wesentlich von der Risikoaversion der Bevölkerung ab. Demnach nimmt der optimale Internalisierungsgrad mit der Risikoaversion zu. Welcher Weg - der vorzeitige Ausstieg aus der Kernenergie oder die Internalisierung via Erhöhung der Versicherungsdeckung - aus volkswirtschaftlicher Sicht optimaler ist, muss offen bleiben.

61 In dieser Tabelle wurde eine Eintretenswahrscheinlichkeit von 1 zu 10 Millionen unterstellt.

Wohlfahrtseffekte unter Berücksichtigung der externen Kosten

Nachfolgend beschränken wir uns auf die Wohlfahrtseffekte eines vorzeitigen Ausstiegs - verfolgen also die Internalisierung via Erhöhung der Versicherungsdeckung nicht mehr weiter. Dabei gehen wir davon aus, dass die in der obigen Tabelle dargestellten Risikokosten mit dem BIP wachsen. Im Weiteren gehen wir davon aus, dass die Schadenshöhe und die Eintretenswahrscheinlichkeit unter den einzelnen Kraftwerken unabhängig sind. Unter den obigen Annahmen zu den Umwelt- und Risikokosten lassen sich nun die Wohlfahrtseffekte unter Berücksichtigung der externen Kosten berechnen. Die nachfolgende Grafik zeigt die Wohlfahrtseffekte für die CO₂-neutralen Szenarien SoA-N, M+(40)-N und M+(50)-N unter Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten.

Grafik 5-17: Wohlfahrtseffekte (äquivalente Variation) MIT Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten (für die Jahre 2000 bis 2045)



Bei einem vorzeitigen Ausstieg unter Einhaltung der CO₂-Neutralität (Szenario **SoA-N**) ist unter Vernachlässigung der externen Kosten mit einer Wohlfahrtseinbusse von -0.19 BIP% zu rechnen (vgl. dazu auch Kapitel 5-3). Berücksichtigt man die Umweltkosten, so sind leicht geringere Wohlfahrtseinbussen zu verzeichnen. Die Gründe für die leichte Verbesserung sind in der CO₂-Abgabe zu suchen, die auf Brenn- und Treibstoffen erhoben wird. Zwar steigen die externen Umweltkosten für die Stromerzeugung. Dies wird aber durch den durch die CO₂-Abgabe verursachten Rückgang an fossilen Brennstoffen und insbesondere Treibstoffen mehr als kompensiert. Allerdings sind auch nach der Berücksichtigung der externen Umweltkosten noch Wohlfahrtseinbussen im Ausmass von -0.17 BIP% oder jährlich 930 Mio. CHF (in den Jahren 2000 bis 2045) zu verzeichnen.

Massgeblicheren Einfluss hat die Berücksichtigung der Risikokosten. Vorgängig haben wir keine Annahme getroffen, wie hoch der bei einem KKW-Unfall angerichtete Schaden ist. Wir können somit auch nicht klar bestimmen, ob sich bspw. ein vorzeitiger Ausstieg gesamtwirtschaftlich unter Berücksichtigung der Risikokosten lohnen würde. Hingegen

können wir darstellen, welche Wohlfahrtseffekte sich bei den verschiedenen Szenarien der Risikokostenberechnung ergeben. Die obige Grafik zeigt, dass die Wohlfahrtseffekte bei den Szenarien mit Katastrophenschäden bis 100 Mrd. Fr. immer noch negativ sind. Das heisst, dass die Einsparungen bei den externalisierten Risikokosten die negativen Wohlfahrtswirkungen eines vorzeitigen Ausstiegs nicht kompensieren können.

Berechnet man die Risikokosten mittels einer Schadendichtefunktion, die sich u.a. mittels einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 10^{-7} und eines Katastrophenschadens von 200 Mrd. Fr. charakterisieren lässt, so sind die Einsparungen bei den externalisierten Risikokosten grösser als die bei einem vorzeitigen Ausstieg zu erwartenden Wohlfahrtseinbussen - ein vorzeitiger Ausstieg würde sich in diesem Falle lohnen.

Bei den Moratoriums-Szenarien (**M+(40)-N** und **M+(50)-N**) zeigt sich ein ähnliches Muster wie beim Ausstiegs-Szenario - nur dass die Wohlfahrtseinbussen geringer sind.

Fazit: Aus Sicht der Wohlfahrt spielen die Risikokosten eine massgebliche Rolle. Klar ist, dass der grösste Teil der Risikokosten der Kernkraftwerke nicht von den KKW-Betreibern, sondern von der Allgemeinheit getragen wird. Wie hoch diese so genannten „externalisierten“ Risikokosten sind, lässt sich heute (noch) nicht bestimmen. Auch können wir nicht beurteilen, welcher Weg - der vorzeitige Ausstieg oder die Internalisierung der externen Risikokosten über eine Erhöhung der Versicherungsdeckung - aus Wohlfahrtssicht optimal ist. Dazu müssten nicht nur die externen Risikokosten sondern auch die Risikoaversion bzw. die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung bekannt sein. Ob sich ein vorzeitiger Ausstieg aus einer gesamtwirtschaftlichen Sicht unter Berücksichtigung der Risikokosten lohnen würde, muss daher offen bleiben.

Was hingegen berechnet wurde, sind die Wohlfahrtseinbussen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs, die sich auf durchschnittlich rund 200 Franken pro Haushalt und Jahr beziffern lassen (vgl. nachfolgendes Kapitel). Die Frage nach der Risikobeurteilung kann dementsprechend auch folgendermassen gestellt werden: Sind wir bereit, durchschnittlich 200 Franken pro Haushalt und Jahr zu bezahlen, um das Risiko eines KKW-Unfalls durch einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie zu vermeiden.

5.5 Soziale Verteilungswirkungen

Analog zum Kapitel 4.4 untersuchen wir nachfolgend die sozialen Verteilungswirkungen eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie und der Moratoriums-Szenarien unter Einhaltung der CO₂-Neutralität. In den nachfolgenden Grafiken sind die Verluste und Gewinne für sechs verschiedene Haushalte dargestellt (vgl. Tabelle 4-10):

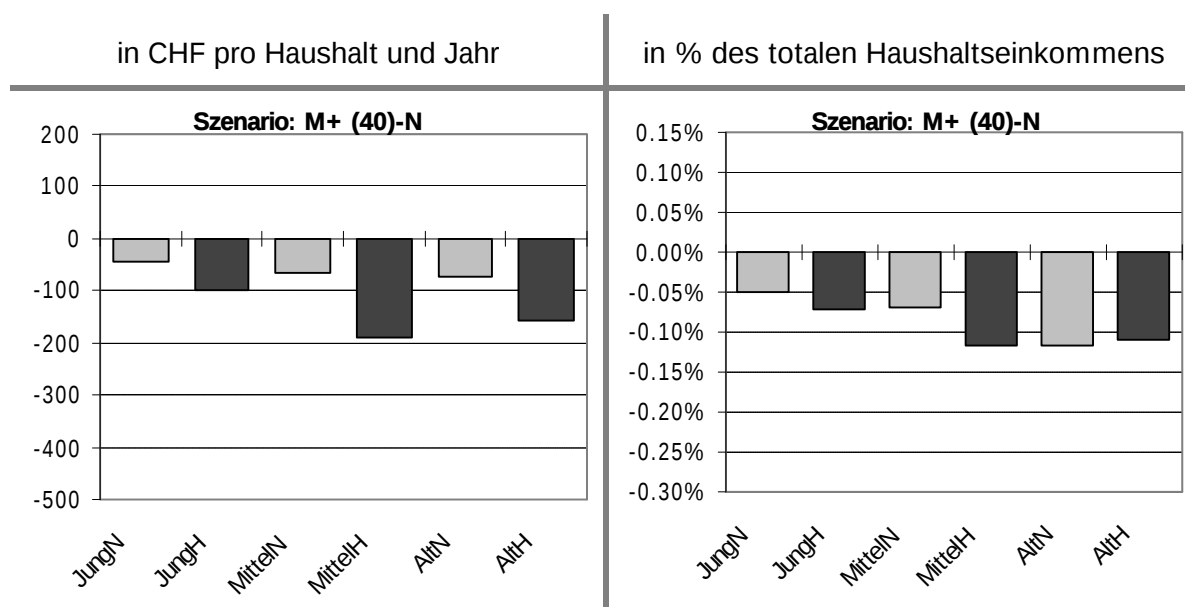
- JungN: Alter bis 39 Jahre, unterdurchschnittliches Einkommen
- JungH: Alter bis 39 Jahre, überdurchschnittliches Einkommen
- MittelN: Alter zwischen 40 und 64 Jahre, unterdurchschnittliches Einkommen
- MittelH: Alter zwischen 40 und 64 Jahre, überdurchschnittliches Einkommen
- AltN: Alter ab 65 Jahren, unterdurchschnittliches Einkommen
- AltH: Alter ab 65 Jahren, überdurchschnittliches Einkommen

Bei der vorliegenden Analyse von sozialen Verteilungseffekten werden nicht nur die direkten Einkommenseffekte der höheren Strompreise oder von allfälligen Einbussen, die

man als KKW-Aktionär gewärtigen muss, berücksichtigt. Vielmehr werden die Einkommenswirkungen mit Berücksichtigung von Verhaltensänderungen und unter Einrechnung der gesamtwirtschaftlichen Rückkoppelungen in die Analyse mit einbezogen. Zu beachten ist, dass hier die positiven Wohlfahrtseffekte der vermiedenen externen Kosten nicht berücksichtigt sind.

Welche sozialen Verteilungswirkungen sich nach Berücksichtigung der gesamtwirtschaftlichen Rückkoppelungen über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2045 für die beiden Szenarien M+(40)-N und M+(50)-N einstellen, zeigen die beiden nachfolgenden Grafiken. Die Grafiken zeigen, in welchem Ausmass die einzelnen Haushalte im Vergleich zum Referenzszenario besser bzw. schlechter gestellt werden. ⁽⁶²⁾

**Tabelle 5-17: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: M+(40)-N
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario, ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)**

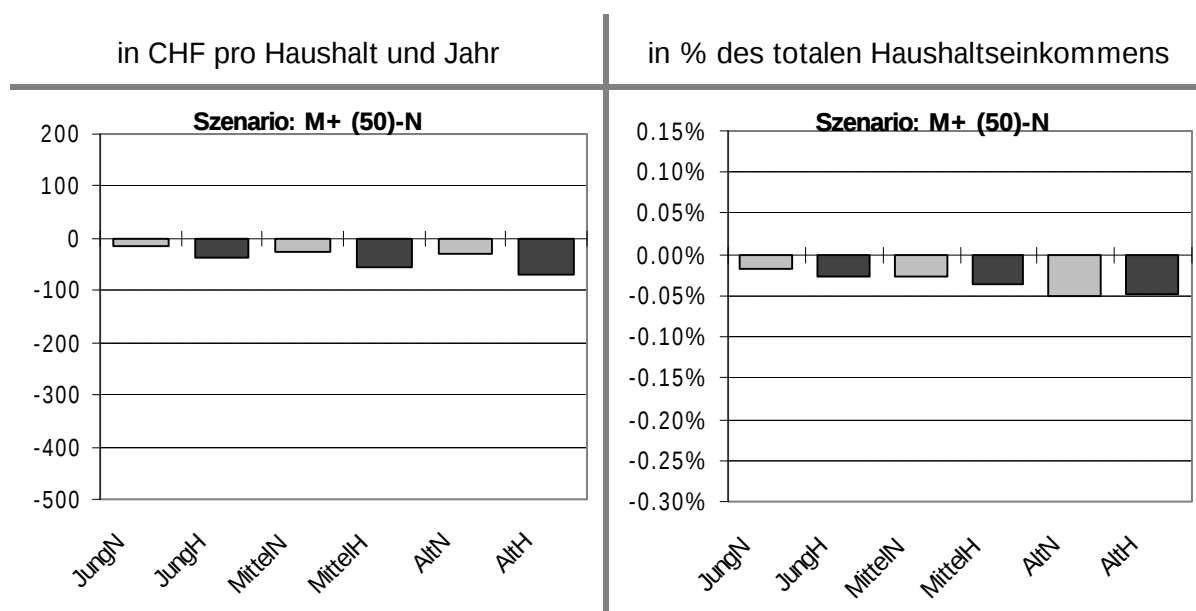


Im Szenario M+(40) sind ausser für die Haushalte MittelH und Alth die Belastungen kleiner als 100 CHF pro Jahr. Die maximale Belastung von 200 CHF pro Jahr oder 0.11% des Haushaltseinkommens hat der Haushalt MittelH zu tragen. Die hier zur CO₂-Neutralisierung eingesetzte CO₂-Abgabe wird ungefähr hälftig über eine Reduktion bei den AHV-Lohnbeiträgen und pro Kopf rückerstattet. Diese Rückerstattungsform führt zu keinen grösseren Umverteilungen zwischen den Haushalten. Dies zeigt ein Vergleich mit den Verteilungswirkungen des Szenarios M+(40) in Grafik 4-11, bei der noch keine CO₂-Abgabe zur CO₂-Neutralisierung erhoben wird.

Die nachfolgende Grafik zeigt, dass beim Szenario M+(50) kaum nennenswerte Einbußen bei den Haushalten hingenommen werden müssen. Die maximale Belastung liegt in der Grössenordnung von 50 CHF pro Haushalt und Jahr.

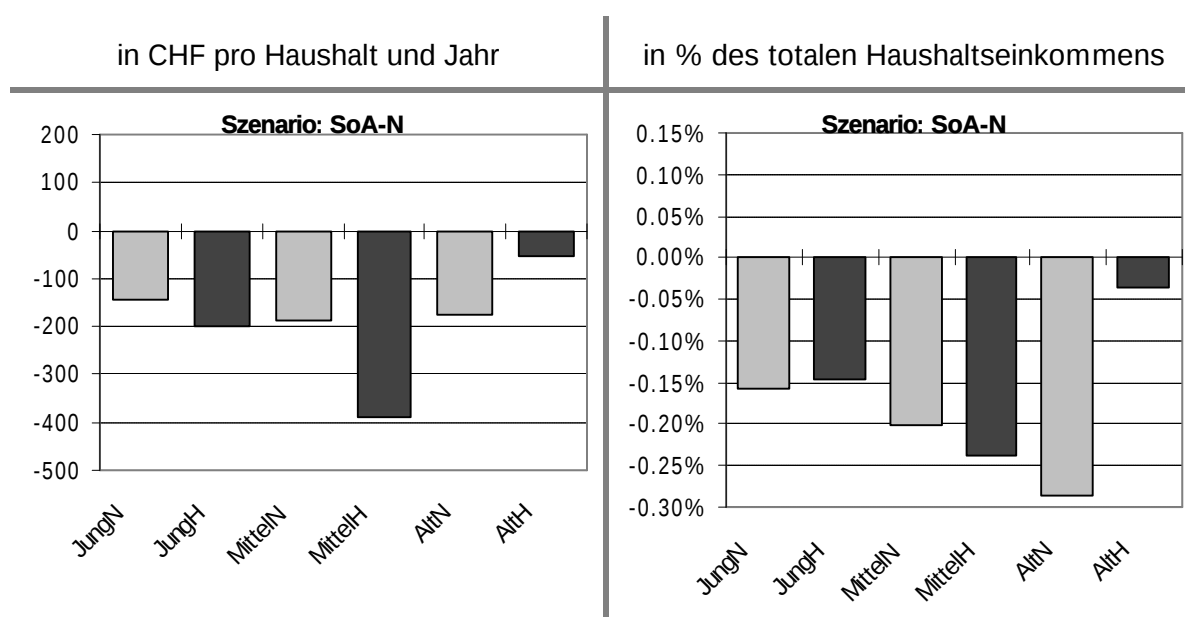
62 Die Besser- bzw. Schlechterstellung der Haushalte wird wie die Wohlfahrt mit Hilfe der Hickschen äquivalenten Variation (HEV) erfasst.

**Tabelle 5-18: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: M+(50)-N
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario, ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)**



Wie schon im Kapitel 4-4 erwähnt, sind die Verteilungswirkungen im Falle des Szenarios SoA-N nur schwierig abzuschätzen, da bspw. die Zuweisung der Zertifikaterenten nicht klar ist. Gehen wir davon aus, dass die Zertifikaterenten den einzelnen Haushalten nach Massgabe ihres Kapitaleinkommens zufließen, ist eine maximale Belastung für den Haushalt MittelH von 400 CHF pro Jahr zu verzeichnen. Die anderen Haushalte müssen mit einer Schlechterstellung von 50 bis 200 CHF pro Jahr rechnen.

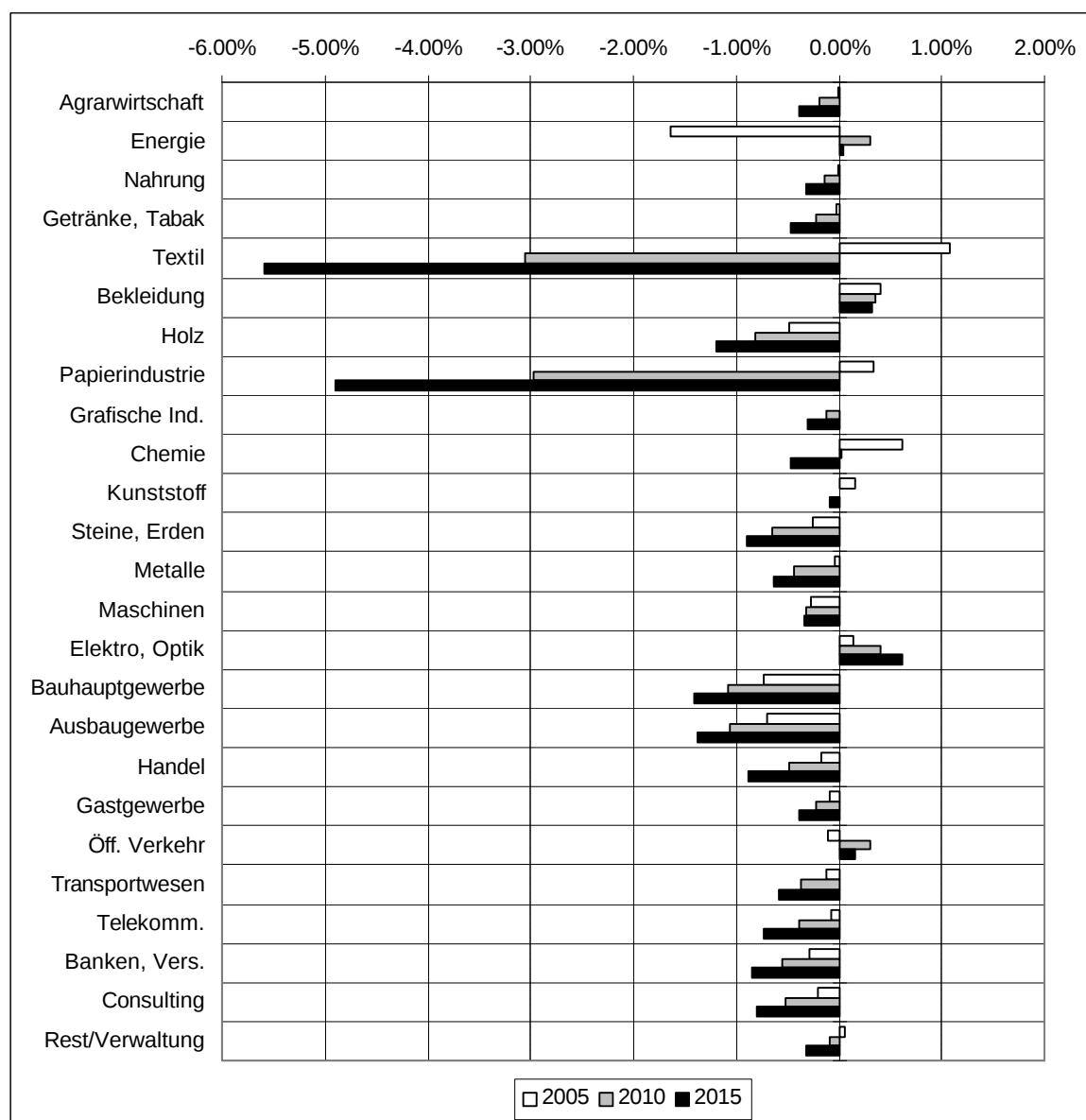
**Tabelle 5-19: Verteilungswirkungen nach Alter, Lebensstandard: SoA
(Besser- bzw. Schlechterstellung im Vergleich zum Referenzszenario, ausgedrückt in äquivalenten Variationen für die Jahre 2000 bis 2045)**

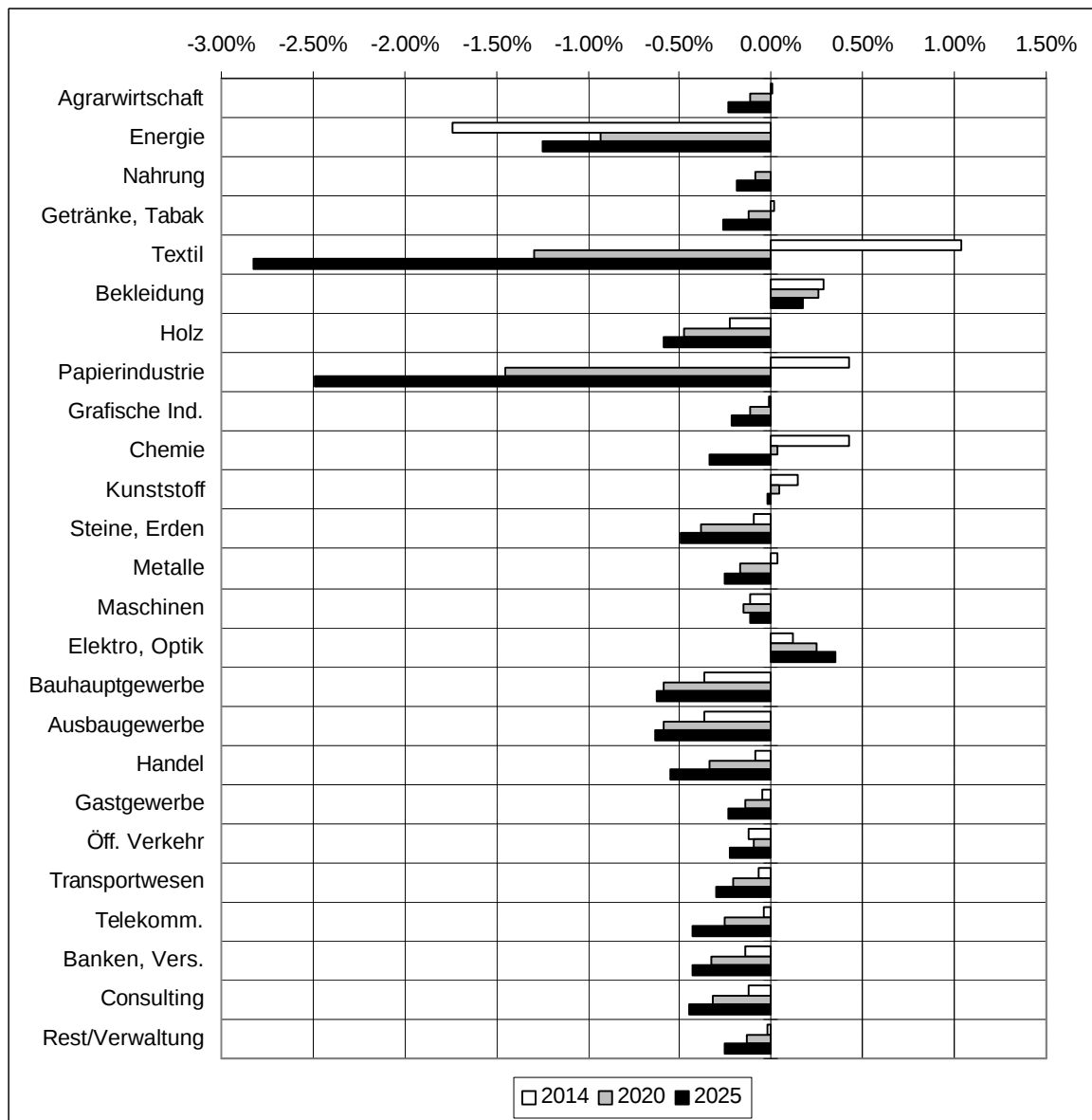


5.6 Auswirkungen auf die Branchen

Die leicht negativen Effekte der Neutralisierung spiegeln sich auch in den Branchenumsätzen wider (Grafik 5-20 und Grafik 5-21). Besonders betroffen sind wie im Falle ohne Neutralisierung die Branchen „Textil“ und „Papier“. Allerdings zeigen die Daten auch, dass der Umsatzrückgang dieser beiden Branchen in erster Linie durch das frühere Abschalten der Kernkraftwerke bedingt ist. Die CO₂-Abgabe betrifft jedoch die meisten Branchen im gleichen Ausmass. Bemerkenswert ist der Umsatzrückgang im Energiesektor verglichen zum Nicht-Neutralisierungsfall. Darin kommt die erwünschte Wirkung der CO₂-Abgabe zum Ausdruck - also der Rückgang des Verbrauchs fossiler Energieträger.

Grafik 5-20: Bruttoproduktionswerte (Umsätze) SoA-N für die Jahre 2005, 2010 sowie 2015



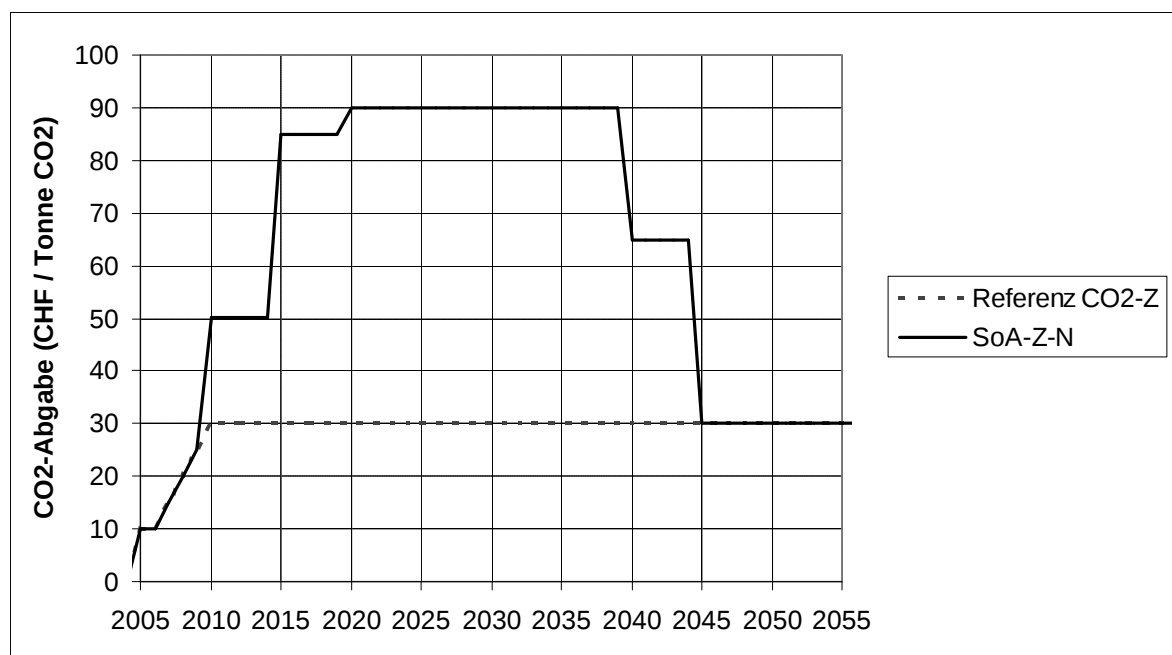
Grafik 5-21: Bruttoproduktionswerte (Umsätze) M+ (40)-N für die Jahre 2014, 2020 sowie 2025

6 Wirtschaftliche Auswirkungen unter Einhaltung der CO₂-Ziele

In diesem Kapitel stellen wir die wirtschaftlichen Auswirkungen eines sofortigen Ausstiegs unter dem CO₂-Gesetz dar. Das CO₂-Gesetz sieht eine im Vergleich zu 1990 10-prozentige Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 vor, wobei bei den Brennstoffen 15 Prozent und bei den Treibstoffen 8 Prozent eingespart werden soll.

In einem ersten Schritt haben wir ein **neues Referenzszenario (Referenz CO₂-Z)** bestimmt, bei welchem die CO₂-Ziele eingehalten werden. Um die CO₂-Ziele zu erreichen, wurde eine Abgabe auf fossilen Energieträger eingeführt, deren Einnahmen ungefähr hälftig über eine Reduktion der AHV-Lohnbeiträge und pro Kopf rückerstattet wurden. Um die spezifischen Brenn- und Treibstoffziele zu erreichen, mussten für Brenn- und Treibstoffe unterschiedliche Abgabesätze implementiert werden. Das Profil der Abgabesätze auf Brennstoffe der beiden Szenarien ist in Grafik 6-1 wiedergegeben.

Grafik 6-1: Profil der CO₂-Abgabehöhe auf Brennstoffe für die Referenz CO₂-Z und das Szenario SoA-Z-N



Bei den Treibstoffen muss die CO₂-Abgabe höher angesetzt werden, um das Ziel einer 8-prozentigen Reduktion nur annähernd zu erreichen. Die Abgabe auf Treibstoffe steigt von CHF 40 pro Tonne CO₂ im Jahre 2005 auf den Maximalsatz von CHF 210 pro Tonne CO₂ im Jahre 2010 und später. Trotz des Maximalsatzes kann das Treibstoffziel nicht ganz erreicht werden.

Eine CO₂-Abgabe mit dem vorgegebenen Rückerstattungsmodus bewirkt, vergleicht man die beiden Referenzszenarien miteinander, dass das BIP auf einen tieferliegenden Wachstumspfad einschwenkt. So beträgt die Abweichung des BIP-Niveaus zwischen den beiden Referenzszenarien rund 0.7% im Jahre 2040.

Im Rahmen dieser Studie interessieren uns aber nicht die wirtschaftlichen Auswirkungen einer CO₂-Abgabe zur Erreichung der CO₂-Ziele, sondern die wirtschaftlichen Auswirkungen eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie unter Einhaltung der CO₂-Ziele.

Dazu haben wir in einem zweiten Schritt ein Alternativszenario (SoA-Z-N) gerechnet, das einen Ausstieg aus der Kernenergie vorsieht unter gleichzeitiger Einhaltung der CO₂-Ziele. Dazu wurden die Abgabesätze für die fossilen Energieträger so erhöht, dass die gesamten jährlichen CO₂-Emissionen im Falle des Ausstiegs denjenigen des Referenzszenarios mit CO₂-Gesetz (Referenz CO₂-Z) entsprechen.

Tabelle 6-2 zeigt die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Ausstiegs unter dem CO₂-Gesetz. Die Angaben sind als relative Abweichungen zu den Referenzwerten mit CO₂-Gesetz (Referenz CO₂-Z) zu verstehen. Zur Veranschaulichung repliziert Tabelle 6-3 die Resultate für das Szenario SoA-N, um die Bedeutung des CO₂-Gesetzes für den Ausstieg qualitativ abschätzen zu können⁽⁶³⁾.

Tabelle 6-2: Auswirkungen des Szenarios SoA-Z-N auf die wichtigsten makroökonomischen Größen (prozentuale Abweichungen vom Referenzszenario mit CO₂-Gesetz)

	SoA-Z-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.29%	-0.50%	-0.74%	-0.78%	-0.78%	-0.77%	-0.75%	-0.43%
Inländische Produktion	-0.18%	-0.38%	-0.57%	-0.62%	-0.62%	-0.62%	-0.60%	-0.31%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.13%	-0.40%	-0.61%	-0.68%	-0.71%	-0.71%	-0.66%	-0.31%
Wertschöpfung	-0.07%	-0.20%	-0.25%	-0.32%	-0.37%	-0.38%	-0.37%	-0.24%
Arbeitseinsatz	-0.08%	-0.18%	-0.16%	-0.18%	-0.19%	-0.18%	-0.15%	-0.09%
Kapitaleinsatz	-0.06%	-0.22%	-0.36%	-0.51%	-0.60%	-0.63%	-0.63%	-0.41%
Konsumausgaben	-0.02%	-0.15%	-0.29%	-0.37%	-0.42%	-0.46%	-0.50%	-0.21%
Investitionen	-1.61%	-2.04%	-2.49%	-2.36%	-2.13%	-1.93%	-1.75%	-1.13%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.24%	-1.45%	-0.94%	-1.38%	-1.81%	-2.01%	-1.08%	-0.33%
Stromverbrauch	0.52%	-4.84%	-8.70%	-9.31%	-10.33%	-10.86%	-9.84%	-0.31%
Energieverbrauch (fossil)	0.13%	-0.01%	2.39%	2.10%	1.98%	1.94%	2.70%	-0.34%
Exporte	0.04%	-0.20%	-0.33%	-0.42%	-0.46%	-0.46%	-0.39%	-0.33%
Exporte ohne Energie	0.30%	0.05%	-0.03%	-0.22%	-0.41%	-0.42%	-0.37%	-0.33%
Importe	-0.29%	-0.52%	-0.55%	-0.61%	-0.61%	-0.61%	-0.54%	-0.35%
Importe ohne Energie	-0.32%	-0.57%	-0.77%	-0.80%	-0.76%	-0.74%	-0.69%	-0.34%
Reallohn	-0.17%	-0.30%	-0.35%	-0.40%	-0.43%	-0.45%	-0.42%	-0.28%
Kapitalzins	-0.06%	-0.05%	0.14%	0.21%	0.29%	0.35%	0.41%	0.11%
Konsumentenpreisindex	0.06%	0.29%	0.61%	0.74%	0.84%	0.92%	0.94%	0.39%

63 Es gilt zu beachten, dass ein direkter Vergleich der Werte für das Szenario SoA-Z-N und SoA-N nicht möglich ist, da sich diese auf eine unterschiedliche Basis beziehen (Referenz mit resp. ohne CO₂-Gesetz).

Tabelle 6-3: Auswirkungen des Szenarios SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen vom Referenzszenario ohne CO₂-Gesetz)

	SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.27%	-0.46%	-0.71%	-0.73%	-0.71%	-0.69%	-0.67%	-0.38%
Inländische Produktion	-0.15%	-0.34%	-0.59%	-0.62%	-0.60%	-0.58%	-0.56%	-0.25%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.10%	-0.36%	-0.61%	-0.66%	-0.65%	-0.62%	-0.59%	-0.25%
Wertschöpfung	-0.06%	-0.19%	-0.26%	-0.32%	-0.34%	-0.35%	-0.33%	-0.21%
Arbeitseinsatz	-0.05%	-0.17%	-0.20%	-0.20%	-0.18%	-0.17%	-0.14%	-0.06%
Kapitaleinsatz	-0.07%	-0.21%	-0.35%	-0.48%	-0.54%	-0.57%	-0.57%	-0.37%
Konsumausgaben	-0.03%	-0.15%	-0.30%	-0.37%	-0.40%	-0.43%	-0.44%	-0.17%
Investitionen	-1.49%	-1.93%	-2.37%	-2.19%	-1.96%	-1.80%	-1.66%	-1.06%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.19%	-1.10%	-1.09%	-1.32%	-1.27%	-0.97%	-0.58%	-0.27%
Stromverbrauch	0.25%	-4.90%	-8.66%	-9.10%	-9.10%	-8.81%	-7.95%	-0.26%
Energieverbrauch (fossil)	0.17%	0.39%	1.93%	1.86%	1.97%	2.29%	2.38%	-0.27%
Exporte	0.07%	-0.15%	-0.33%	-0.38%	-0.38%	-0.35%	-0.29%	-0.27%
Exporte ohne Energie	0.33%	0.12%	0.00%	-0.17%	-0.31%	-0.29%	-0.25%	-0.27%
Importe	-0.27%	-0.51%	-0.59%	-0.61%	-0.59%	-0.56%	-0.51%	-0.30%
Importe ohne Energie	-0.30%	-0.53%	-0.65%	-0.66%	-0.63%	-0.60%	-0.57%	-0.29%
Reallohn	-0.13%	-0.27%	-0.34%	-0.38%	-0.38%	-0.39%	-0.38%	-0.23%
Kapitalzins	-0.06%	-0.06%	0.12%	0.20%	0.28%	0.32%	0.37%	0.10%
Konsumentenpreisindex	0.01%	0.23%	0.61%	0.73%	0.80%	0.84%	0.88%	0.31%

Der Vergleich zeigt, dass die Wirtschaft bei einem vorzeitigen CO₂-neutralen Ausstieg unter Einhaltung der CO₂-Ziele gegenüber einem CO₂-neutralen Ausstieg ohne Einhaltung der CO₂-Ziele geringfügig schlechtere Zahlen schreibt - die Unterschiede sind allerdings marginal. Die geringe Differenz der BIP-Abweichung zwischen SoA-Z-N und SoA-N ist dadurch bedingt, dass unter dem CO₂-Gesetz die CO₂-Emissionen stärker zurückgehen müssen, um den Ausstieg CO₂-neutral zu erreichen. Damit dies erreicht werden kann, muss der Abgabesatz höher angesetzt werden. Da die marginale CO₂-Minderung mit steigender Abgabehöhe abnimmt, muss eine relativ grössere Abgabe gewählt werden, was die verzerrende Wirkung und damit die negative Wirkung auf das BIP verstärkt.

Bezüglich der Beschäftigungs- und Wohlfahrtseffekte des Szenarios SoA-Z-N ergeben sich im Vergleich zum Szenario SoA-N keine massgeblichen Änderungen.

7 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse untersuchen wir, welchen Einfluss eine Änderung von Rahmenbedingungen und Annahmen auf die wirtschaftlichen Auswirkungen hätte. Wir untersuchen dies anhand des Szenarios mit den grössten Auswirkungen - also mit Hilfe des Szenarios SoA. Folgende Sensitivitäten wurden berechnet:

- Forcierter technischer Fortschritt (Brennstoffzellen)
- Tiefere / höhere Substitutionselastizitäten

7.1 Forcierter technischer Fortschritt (Brennstoffzellen)

Mit welchen wirtschaftlichen Auswirkungen wäre bei einem vorzeitigen Ausstieg zu rechnen, wenn die Brennstoffzellen-Technologie in den nächsten Jahren den Durchbruch schaffen würde - dies unabhängig davon, ob ein vorzeitiger Ausstieg beschlossen wird oder nicht? Dieser Frage gehen wir in der folgenden Sensitivitätsanalyse nach.

Angelehnt an Prognos (2000b) unterstellen wir folgende Eckwerte für die Brennstoffzellen-Technologie:

- Die elektrischen Wirkungsgrade der Brennstoffzellen liegen zwischen 45 und 62 %, die Gesamtwirkungsgrade der Brennstoffzellen zwischen 89 und 93 %, das entspricht Stromkennziffern zwischen 1 und 2.
- Die Streubreite der spezifischen Investitionskosten reicht von 1250 CHF/KW_{el} für grosse Anlagen und 2900 CHF/KW_{el} für Mini-Anlagen.
- Die Betriebskosten (Vollwartungskosten) wurden mit 1.5 Rp/kWh bis 3 Rp/kWh angesetzt.
- Die Stromgestehungskosten der tatsächlich eingesetzten Brennstoffzellen liegen zwischen 5 Rp./kWh und maximal 9 Rp./kWh und sind damit deutlich tiefer als die unterstellten WKK-Kosten von 6 bis 12 Rp./kWh.

Die nachfolgende Grafik 7-1 zeigt die BIP-Entwicklung für den Fall, dass bei einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie die Brennstoffzellen-Technologie zu den obigen Bedingungen zur Verfügung steht. Der maximale BIP-Rückgang beträgt rund 0.3% und ist damit im Vergleich zu einem Ausstieg, der auf die herkömmliche WKK-Technologie angewiesen ist, halb so hoch. Für die anderen makroökonomischen Zahlen und die Wohlfahrt zeigt sich ein ähnliches Bild wie für das BIP (vgl. Tabelle 7-2 und Grafik 7-3).

Die Auswertung zeigt, dass ein Marktdurchbruch einer neuen Stromerzeugungstechnologien die Kosten eines vorzeitigen Ausstiegs massgeblich reduzieren kann. Werden mit der Brennstoffzellen-Technologie Stromgestehungskosten erreicht, die deutlich unter den obigen Annahmen zu stehen kommen, dürfte ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie kaum mehr nennenswerte volkswirtschaftliche Nachteile aufweisen.

Grafik 7-1: BIP-Entwicklung bei einem KKW-Ersatz durch herkömmliche WKK-Technologien (Szenario SoA) und einem Ersatz durch Brennstoffzellen (SoA-BZ)

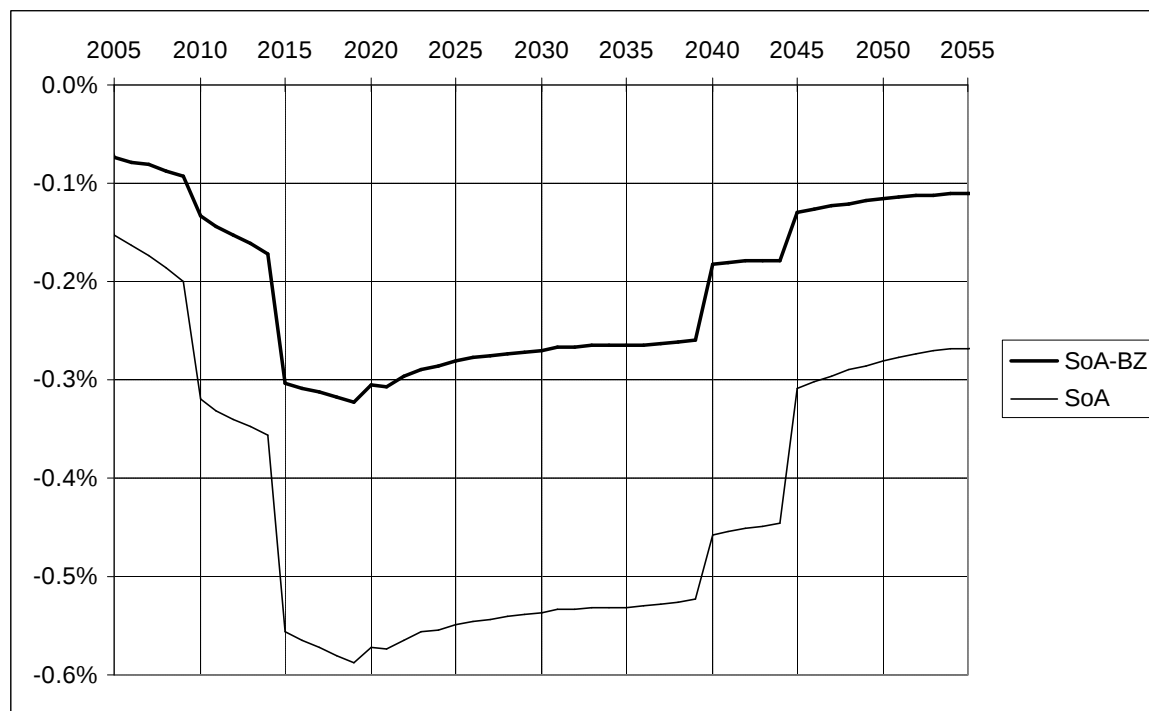
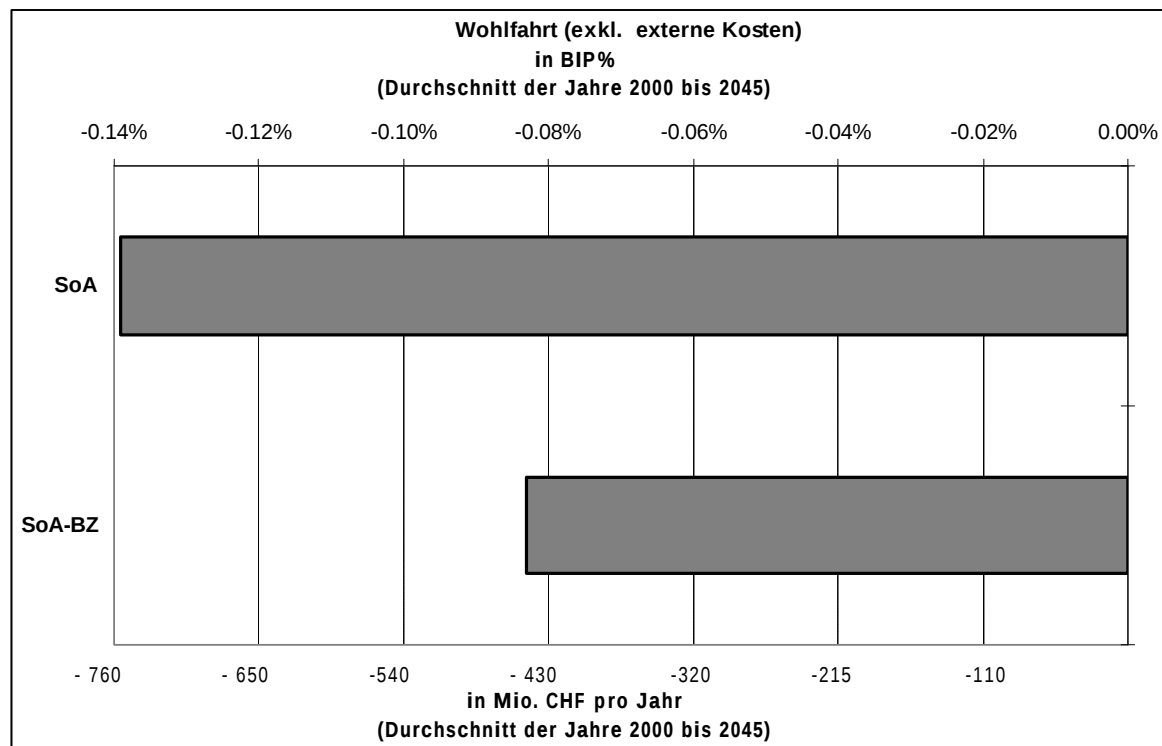


Tabelle 7-2: Auswirkungen des Szenarios SoA-BZ auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen (prozentuale Abweichungen vom Referenzszenario)

	SoA-BZ							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.07%	-0.13%	-0.30%	-0.31%	-0.28%	-0.27%	-0.27%	-0.11%
Inländische Produktion	-0.03%	-0.08%	-0.18%	-0.18%	-0.17%	-0.16%	-0.16%	-0.11%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.01%	-0.03%	-0.21%	-0.23%	-0.22%	-0.20%	-0.20%	-0.11%
Wertschöpfung	-0.01%	-0.04%	-0.12%	-0.15%	-0.15%	-0.14%	-0.15%	-0.10%
Arbeitseinsatz	-0.02%	-0.03%	-0.10%	-0.10%	-0.08%	-0.07%	-0.07%	-0.03%
Kapitaleinsatz	-0.01%	-0.06%	-0.14%	-0.20%	-0.23%	-0.24%	-0.25%	-0.18%
Konsumausgaben	-0.08%	-0.07%	-0.16%	-0.19%	-0.19%	-0.19%	-0.20%	-0.05%
Investitionen	-0.43%	-0.66%	-0.89%	-0.77%	-0.63%	-0.59%	-0.58%	-0.32%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.18%	2.30%	2.73%	3.07%	3.42%	3.79%	3.68%	-1.18%
Stromverbrauch	-0.99%	-0.09%	-5.33%	-5.27%	-4.74%	-4.20%	-4.00%	-0.12%
Energieverbrauch (fossil)	0.62%	3.23%	5.93%	6.48%	6.78%	7.11%	6.77%	-1.55%
Exporte	0.19%	0.20%	0.01%	-0.01%	0.00%	0.02%	0.05%	-0.17%
Exporte ohne Energie	0.43%	0.48%	0.31%	0.18%	0.05%	0.07%	0.08%	-0.17%
Importe	-0.12%	-0.07%	-0.08%	-0.07%	-0.02%	-0.02%	-0.01%	-0.19%
Importe ohne Energie	-0.12%	-0.20%	-0.33%	-0.31%	-0.26%	-0.25%	-0.25%	-0.13%
Reallohn	-0.09%	-0.09%	-0.20%	-0.21%	-0.18%	-0.18%	-0.18%	-0.07%
Kapitalzins	-0.01%	-0.05%	-0.05%	-0.01%	0.03%	0.05%	0.05%	-0.05%
Konsumentenpreisindex	0.00%	-0.04%	0.10%	0.15%	0.18%	0.18%	0.19%	-0.03%

Grafik 7-3: Wohlfahrtseffekte (äquivalente Variation) OHNE Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten (für die Jahre 2000 bis 2045)



7.2 Tiefere / höhere Substitutionselastizitäten

Die Sensitivität der Resultate wurde im Hinblick auf alternative, zentrale Substitutionselastizitäten geprüft. Für die folgenden Elastizitäten wurden Szenarien berechnet.

Tabelle 7-1: Werte für Substitutionselastizitäten für Sensitivitätsanalysen

Szenario	Elastizität	Referenzwert	Wert für Sensitivität	CO2-Neutralität
E1-SoA-N	Substitution zwischen Freizeit und Konsum	1.67	0.7	Erreicht
E2-SoA	Substitution im Konsum	0.8	0.5	Nicht erreicht
E2-SoA-N	Substitution im Konsum	0.8	0.5	Erreicht
E3-SoA-N	Substitution zwischen Arbeit sowie Kapital und Energie	0.68 bis 0.96	0.2 bis 0.29	Erreicht
E4-SoA	Substitution zwischen Kapital und Energie	0.2	0.8	Nicht erreicht
E4-SoA-N	Substitution zwischen Kapital und Energie	0.2	0.8	Erreicht

Das Referenzszenario sowie das Ausstiegs-Szenario mit Neutralisierung (SoA-N) wurde für jede alternative Elastizität neu berechnet, wobei jeweils nur eine Elastizität angepasst wurde. Wird in den Ausstiegs-Szenarien die Neutralisierung mit den Abgabesätzen des Szenarios SoA nicht erreicht, so wurden die Abgabesätze entsprechend angepasst (d.h.

die Abgabesätze der Szenarien E2-SoA und E4-SoA entsprechen den Sätzen des Szenarios SoA-N, die Sätze der Szenarien E2-SoA-N und E4-SoA-N weichen hingegen von den SoA-N-Sätzen ab). Im Folgenden gehen wir auf die Resultate der verschiedenen Sensitivitäten ein.

E1) Sensitivität „Substitutionselastizität zwischen Freizeit und Konsum“

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse einer unelastischen Substitutionselastizität zwischen Konsum und Freizeit für die wichtigsten makroökonomischen Grössen.

Tabelle 7-2: Auswirkungen des Szenarios E1-SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

	E1-SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.21%	-0.35%	-0.53%	-0.54%	-0.51%	-0.50%	-0.47%	-0.27%
Inländische Produktion	-0.12%	-0.27%	-0.48%	-0.50%	-0.46%	-0.44%	-0.42%	-0.17%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.07%	-0.28%	-0.50%	-0.52%	-0.51%	-0.48%	-0.45%	-0.17%
Wertschöpfung	-0.05%	-0.12%	-0.15%	-0.19%	-0.21%	-0.21%	-0.20%	-0.14%
Arbeitseinsatz	-0.03%	-0.08%	-0.03%	-0.02%	0.00%	0.01%	0.03%	0.00%
Kapitaleinsatz	-0.06%	-0.19%	-0.30%	-0.42%	-0.47%	-0.48%	-0.48%	-0.29%
Konsumausgaben	-0.02%	-0.09%	-0.19%	-0.24%	-0.26%	-0.28%	-0.30%	-0.11%
Investitionen	-1.23%	-1.62%	-2.02%	-1.84%	-1.61%	-1.48%	-1.35%	-0.81%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.29%	-1.06%	-1.48%	-1.76%	-1.61%	-1.39%	-0.87%	-0.18%
Stromverbrauch	0.36%	-4.75%	-9.14%	-9.65%	-9.55%	-9.46%	-8.44%	-0.19%
Energieverbrauch (fossil)	0.26%	0.38%	1.56%	1.45%	1.66%	1.95%	2.16%	-0.18%
Exporte	0.10%	-0.07%	-0.23%	-0.26%	-0.25%	-0.23%	-0.17%	-0.19%
Exporte ohne Energie	0.35%	0.20%	0.10%	-0.05%	-0.18%	-0.17%	-0.12%	-0.19%
Importe	-0.23%	-0.42%	-0.57%	-0.56%	-0.50%	-0.46%	-0.42%	-0.21%
Importe ohne Energie	-0.25%	-0.44%	-0.63%	-0.61%	-0.54%	-0.51%	-0.47%	-0.20%
Reallohn	-0.12%	-0.29%	-0.40%	-0.43%	-0.42%	-0.42%	-0.41%	-0.20%
Kapitalzins	-0.06%	-0.10%	0.05%	0.12%	0.17%	0.21%	0.25%	0.04%
Konsumentenpreisindex	0.01%	0.22%	0.60%	0.70%	0.75%	0.77%	0.79%	0.22%

Die wichtigsten Grössen (BIP, inländische Produktion und Wertschöpfung) sinken weniger stark als im Szenario SoA-N, da der Arbeitseinsatz nicht mehr abnimmt, sondern auf Grund geringerer Substitutionsmöglichkeiten konstant bleibt. Die wirtschaftliche Tätigkeit im Inland nimmt somit weniger stark ab. Der Ausstieg kann mit den Abgabesätzen des Szenarios SoA-N CO₂-neutral realisiert werden.

Die Wohlfahrtseffekte sind am Schluss dieses Kapitels in Grafik 7-8 für alle Sensitivitäten zusammengefasst. Eine tiefere Substitutionselastizität zwischen Konsum und Freizeit hat indirekt eine geringere Arbeitsangebotselastizität zur Folge, der Arbeitseinsatz nimmt - wie oben erwähnt - als Reaktion auf die Reallohnneinbussen kaum mehr ab. Dies hat zur Folge, dass die Substitutionsmöglichkeiten der Wirtschaft eingeschränkt werden und in diesem Falle insbesondere die CO₂-Abgabe zu - allerdings nur leicht - geringeren Wohlfahrtseinbussen führt als bei elastischerem Arbeitsangebot.

E2) Sensitivität „Substitutionselastizität im Konsum“

In dieser Sensitivität wechseln die Konsumenten weniger schnell zwischen den Konsumgüterbündeln „Verkehr“, „Energie“ sowie „übriger Konsum“. Die Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft mit den Abgabesätzen für die Neutralisierung des Szenarios SoA-N zeigt Tabelle 7-3.

Tabelle 7-3: Auswirkungen des Szenarios E2-SoA auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

	E2-SoA							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.29%	-0.49%	-0.73%	-0.76%	-0.77%	-0.76%	-0.72%	-0.42%
Inländische Produktion	-0.19%	-0.39%	-0.66%	-0.71%	-0.70%	-0.68%	-0.64%	-0.30%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.14%	-0.43%	-0.72%	-0.76%	-0.78%	-0.75%	-0.69%	-0.30%
Wertschöpfung	-0.08%	-0.22%	-0.31%	-0.38%	-0.41%	-0.41%	-0.38%	-0.23%
Arbeitseinsatz	-0.08%	-0.21%	-0.25%	-0.26%	-0.25%	-0.23%	-0.19%	-0.08%
Kapitaleinsatz	-0.07%	-0.23%	-0.39%	-0.53%	-0.61%	-0.64%	-0.63%	-0.41%
Konsumausgaben	-0.01%	-0.14%	-0.31%	-0.40%	-0.45%	-0.49%	-0.51%	-0.21%
Investitionen	-1.60%	-2.04%	-2.44%	-2.28%	-2.04%	-1.85%	-1.68%	-1.12%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.16%	-0.22%	0.63%	0.37%	0.36%	0.39%	1.14%	-0.32%
Stromverbrauch	0.44%	-4.01%	-7.43%	-7.67%	-8.25%	-8.47%	-7.17%	-0.31%
Energieverbrauch (fossil)	0.06%	1.27%	3.86%	3.68%	3.98%	4.15%	4.55%	-0.32%
Exporte	0.03%	-0.19%	-0.39%	-0.45%	-0.47%	-0.46%	-0.35%	-0.32%
Exporte ohne Energie	0.29%	0.08%	-0.05%	-0.22%	-0.40%	-0.39%	-0.30%	-0.33%
Importe	-0.30%	-0.53%	-0.69%	-0.73%	-0.69%	-0.66%	-0.57%	-0.34%
Importe ohne Energie	-0.34%	-0.60%	-0.86%	-0.86%	-0.81%	-0.76%	-0.70%	-0.34%
Reallohn	-0.17%	-0.32%	-0.40%	-0.43%	-0.44%	-0.46%	-0.44%	-0.28%
Kapitalzins	-0.07%	-0.07%	0.11%	0.19%	0.26%	0.32%	0.38%	0.11%
Konsumentenpreisindex	0.07%	0.29%	0.68%	0.80%	0.88%	0.94%	0.97%	0.39%

Ein Vergleich mit den Resultaten für das Szenario SoA-N zeigt, dass die relativen Auswirkungen unter beiden Elastizitäten in derselben Grössenordnung liegen. Nur der Einsatz fossiler Energieträger ist in der Sensitivität markant höher und der Kernenergieausstieg ist mit den CO₂-Abgabesätzen des Szenarios SoA-N nicht mehr CO₂-neutral. Um den Ausstieg CO₂-neutral zu gestalten, müssen die Abgabesätze im Vergleich zum Szenario SoA-N um rund 50 Prozent erhöht werden, was mit negativen Effekten für die Wirtschaft verbunden ist. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Ausstiegs mit Neutralisierung stellt die folgende Tabelle dar.

Tabelle 7-4: Auswirkungen des Szenarios E2-SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

	E2-SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.38%	-0.60%	-0.87%	-0.91%	-0.91%	-0.89%	-0.84%	-0.50%
Inländische Produktion	-0.22%	-0.48%	-0.80%	-0.84%	-0.84%	-0.81%	-0.76%	-0.33%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.17%	-0.51%	-0.87%	-0.92%	-0.94%	-0.90%	-0.84%	-0.33%
Wertschöpfung	-0.09%	-0.26%	-0.37%	-0.44%	-0.47%	-0.47%	-0.44%	-0.25%
Arbeitseinsatz	-0.09%	-0.24%	-0.29%	-0.30%	-0.29%	-0.26%	-0.22%	-0.08%
Kapitaleinsatz	-0.09%	-0.28%	-0.47%	-0.62%	-0.71%	-0.73%	-0.71%	-0.44%
Konsumausgaben	0.01%	-0.13%	-0.33%	-0.43%	-0.49%	-0.53%	-0.57%	-0.23%
Investitionen	-2.05%	-2.57%	-3.05%	-2.87%	-2.57%	-2.33%	-2.06%	-1.38%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.17%	-0.79%	-0.99%	-1.15%	-1.46%	-1.15%	-0.74%	-0.34%
Stromverbrauch	0.44%	-4.19%	-8.06%	-8.36%	-9.03%	-8.90%	-8.15%	-0.33%
Energieverbrauch (fossil)	0.06%	0.54%	1.84%	1.82%	1.72%	2.13%	2.31%	-0.35%
Exporte	-0.02%	-0.29%	-0.54%	-0.61%	-0.65%	-0.61%	-0.51%	-0.36%
Exporte ohne Energie	0.24%	-0.02%	-0.20%	-0.37%	-0.57%	-0.54%	-0.45%	-0.36%
Importe	-0.36%	-0.67%	-0.92%	-0.95%	-0.93%	-0.87%	-0.78%	-0.38%
Importe ohne Energie	-0.40%	-0.71%	-1.02%	-1.02%	-0.97%	-0.91%	-0.83%	-0.37%
Reallohn	-0.21%	-0.37%	-0.47%	-0.53%	-0.55%	-0.56%	-0.54%	-0.33%
Kapitalzins	-0.08%	-0.09%	0.12%	0.22%	0.32%	0.40%	0.49%	0.18%
Konsumentenpreisindex	0.09%	0.35%	0.84%	0.99%	1.12%	1.18%	1.26%	0.52%

Die Einschränkung der Substitutionsmöglichkeiten im Konsum (also bspw. zwischen Strom und anderen Konsumgütern) führt - unter gleichen Annahmen - zu geringeren Wohlfahrtseinbussen (vgl. Grafik 7-8). Der Grund liegt in den geringeren „Ausweichmöglichkeiten“ der Konsumenten auf Energiepreiserhöhungen, hervorgerufen durch den Kernenergieausstieg und die zur CO₂-Neutralisierung eingesetzte CO₂-Abgabe. Bei geringeren Substitutionsmöglichkeiten zwischen Energiegütern und anderen Konsumgütern wirkt die CO₂-Abgabe weniger verzerrend. Die Effizienzverluste der CO₂-

Abgabe sind geringer - aber auch die Wirkung auf den Energieverbrauch nimmt ab. Wird die CO₂-Abgabe so weit erhöht, dass die CO₂-Neutralität bei einem vorzeitigen Ausstieg wieder hergestellt ist, steigen die Wohlfahrtseinbussen wieder. Die Grafik 7-8 zeigt, dass die Wohlfahrtseinbussen im vorliegenden Falle leicht höher sind als im Vergleichsszenario SoA-N.

E3) Sensitivität „Substitutionselastizität zwischen Arbeit sowie Kapital und Energie“

In diesem Kapitel wird analysiert, welche Auswirkungen eine geringere Substitutionselastizität zwischen Arbeit und dem Kapital-Energie-Bündel auf die Gesamtwirtschaft hat. Diese Elastizität stellt im Hinblick auf die Rückerstattung der Neutralisierungs-Abgabe eine zentrale Grösse dar. Die folgende Tabelle gibt die Resultate für die wichtigsten makroökonomischen Grössen wieder.

Tabelle 7-5: Auswirkungen des Szenarios E3-SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

	E3-SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.17%	-0.36%	-0.60%	-0.63%	-0.61%	-0.59%	-0.56%	-0.25%
Inländische Produktion	-0.10%	-0.28%	-0.55%	-0.59%	-0.56%	-0.54%	-0.51%	-0.18%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.05%	-0.30%	-0.58%	-0.62%	-0.61%	-0.58%	-0.55%	-0.18%
Wertschöpfung	-0.05%	-0.17%	-0.26%	-0.32%	-0.34%	-0.34%	-0.32%	-0.16%
Arbeitseinsatz	-0.05%	-0.20%	-0.27%	-0.29%	-0.28%	-0.27%	-0.24%	-0.09%
Kapitaleinsatz	-0.04%	-0.14%	-0.24%	-0.36%	-0.41%	-0.42%	-0.42%	-0.24%
Konsumausgaben	-0.07%	-0.19%	-0.37%	-0.44%	-0.46%	-0.48%	-0.48%	-0.15%
Investitionen	-0.91%	-1.33%	-1.78%	-1.61%	-1.38%	-1.25%	-1.15%	-0.58%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.22%	-0.90%	-1.14%	-1.44%	-1.34%	-1.09%	-0.63%	-0.18%
Stromverbrauch	0.41%	-4.41%	-8.62%	-9.17%	-9.30%	-9.10%	-8.11%	-0.17%
Energieverbrauch (fossil)	0.15%	0.47%	1.84%	1.71%	1.95%	2.23%	2.38%	-0.19%
Exporte	0.14%	-0.06%	-0.27%	-0.33%	-0.32%	-0.29%	-0.24%	-0.18%
Exporte ohne Energie	0.40%	0.21%	0.06%	-0.11%	-0.25%	-0.23%	-0.19%	-0.18%
Importe	-0.19%	-0.42%	-0.63%	-0.64%	-0.58%	-0.55%	-0.50%	-0.21%
Importe ohne Energie	-0.21%	-0.44%	-0.69%	-0.69%	-0.63%	-0.59%	-0.56%	-0.20%
Reallohn	-0.10%	-0.27%	-0.39%	-0.42%	-0.42%	-0.42%	-0.41%	-0.18%
Kapitalzins	-0.07%	-0.10%	0.05%	0.10%	0.16%	0.19%	0.22%	-0.01%
Konsumentenpreisindex	-0.03%	0.18%	0.58%	0.66%	0.71%	0.73%	0.75%	0.14%

Die Daten zeigen, dass die wirtschaftliche Tätigkeit in der Schweiz relativ leicht weniger zurückgeht als im Szenario SoA-N: Die geringeren Substitutionsmöglichkeiten verhindern, dass im gleichen Ausmass Kapital durch Arbeit ersetzt wird, was die Investitionen weniger stark sinken lässt und somit einen positiven Effekt auf das BIP ausübt. Die zur Neutralisierung notwendige Abgabe entspricht derjenigen des Szenarios SoA-N.

Die Einschränkung der Substitution zwischen dem Kapital-Energie-Bündel und Arbeit in der Produktion führt zu leichten Wohlfahrtseinbussen, wie dies der Vergleich der Szenarien SoA-N und E3-SoA-N in der Grafik 7-8 zeigt. Der Grund liegt darin, dass in diesem Falle die durch die Abgaberückerstattung erzielte Senkung der Lohnnebenkosten zu weniger grossen Wohlfahrtsgewinnen führt. Die durch die Senkung der Lohnnebenkosten erzielbaren Effizienzgewinne sind bei eingeschränkter Substitution zwischen Arbeit und dem Kapital-Energie-Bündel geringer und damit auch die Wohlfahrtsgewinne.

E4) Sensitivität „Substitutionselastizität Kapital und Energie“

Die Erhöhung der Substitutionselastizität zwischen Kapital und Energie bedeutet, dass das Kapital bei einer Verteuerung der Energie energieeffizienter eingesetzt wird. Die Resultate der Berechnungen mit den Abgabenhöhen für das Szenario SoA-N lauten wie folgt:

Tabelle 7-6: Auswirkungen des Szenarios E4-SoA auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

	E4-SoA							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.14%	-0.30%	-0.49%	-0.52%	-0.52%	-0.52%	-0.56%	-0.27%
Inländische Produktion	-0.05%	-0.29%	-0.58%	-0.61%	-0.60%	-0.60%	-0.67%	-0.20%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.01%	-0.25%	-0.48%	-0.54%	-0.56%	-0.56%	-0.62%	-0.20%
Wertschöpfung	-0.03%	-0.12%	-0.18%	-0.24%	-0.27%	-0.30%	-0.33%	-0.20%
Arbeitseinsatz	-0.02%	-0.14%	-0.18%	-0.20%	-0.20%	-0.20%	-0.24%	-0.07%
Kapitaleinsatz	-0.04%	-0.11%	-0.18%	-0.30%	-0.37%	-0.42%	-0.45%	-0.33%
Konsumausgaben	-0.07%	-0.17%	-0.28%	-0.32%	-0.33%	-0.35%	-0.41%	-0.13%
Investitionen	-0.78%	-1.13%	-1.63%	-1.55%	-1.43%	-1.39%	-1.35%	-0.74%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.42%	-2.46%	-3.58%	-3.80%	-3.88%	-3.66%	-5.72%	-0.18%
Stromverbrauch	0.48%	-6.00%	-10.15%	-10.69%	-11.14%	-11.15%	-13.60%	-0.17%
Energieverbrauch (fossil)	0.39%	-1.08%	-0.97%	-0.99%	-0.87%	-0.55%	-2.55%	-0.19%
Exporte	0.18%	-0.07%	-0.26%	-0.33%	-0.37%	-0.37%	-0.47%	-0.22%
Exporte ohne Energie	0.44%	0.19%	0.07%	-0.11%	-0.30%	-0.32%	-0.43%	-0.22%
Importe	-0.13%	-0.42%	-0.63%	-0.66%	-0.64%	-0.64%	-0.74%	-0.24%
Importe ohne Energie	-0.15%	-0.40%	-0.65%	-0.66%	-0.63%	-0.63%	-0.67%	-0.23%
Reallohn	-0.04%	-0.18%	-0.23%	-0.27%	-0.27%	-0.29%	-0.32%	-0.14%
Kapitalzins	-0.03%	-0.05%	0.08%	0.11%	0.14%	0.16%	0.18%	-0.01%
Konsumentenpreisindex	-0.05%	0.13%	0.44%	0.51%	0.54%	0.56%	0.63%	0.10%

Die grössere Effizienz des Energieverbrauchs in der Produktion hat zur Folge, dass der Einsatz fossiler Energieträger nicht mehr zunimmt, sondern sogar leicht sinkt. Die CO₂-Emissionen sind somit tiefer als im Szenario SoA-N, womit die Neutralisierungs-Abgabe gesenkt werden kann. Dies hat einen leicht positiven Effekt auf das BIP. Die Resultate für die angepasste Abgabe zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 7-7: Auswirkungen des Szenarios E4-SoA-N auf die wichtigsten makroökonomischen Grössen

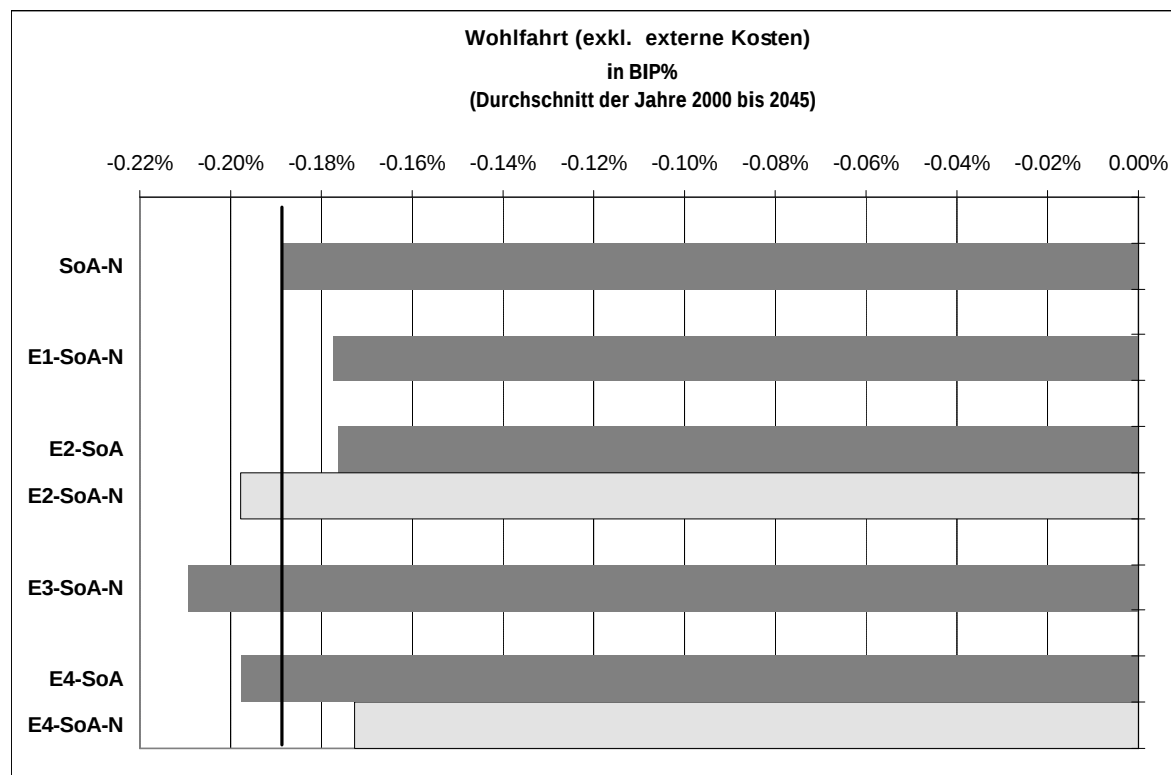
	E4-SoA-N							
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	ab 2055
BIP	-0.10%	-0.26%	-0.45%	-0.49%	-0.48%	-0.48%	-0.49%	-0.25%
Inländische Produktion	-0.06%	-0.26%	-0.48%	-0.51%	-0.53%	-0.53%	-0.52%	-0.21%
Inländische Produktion ohne Energie	-0.02%	-0.24%	-0.42%	-0.47%	-0.51%	-0.51%	-0.49%	-0.22%
Wertschöpfung	-0.02%	-0.12%	-0.17%	-0.23%	-0.26%	-0.28%	-0.29%	-0.21%
Arbeitseinsatz	-0.03%	-0.14%	-0.18%	-0.20%	-0.20%	-0.20%	-0.20%	-0.10%
Kapitaleinsatz	-0.01%	-0.08%	-0.15%	-0.26%	-0.33%	-0.38%	-0.41%	-0.33%
Konsumausgaben	-0.08%	-0.18%	-0.28%	-0.32%	-0.34%	-0.36%	-0.38%	-0.15%
Investitionen	-0.56%	-0.86%	-1.32%	-1.28%	-1.15%	-1.09%	-1.07%	-0.58%
Energieverbrauch (Fossile+Strom)	0.42%	-1.86%	-1.69%	-1.69%	-2.32%	-2.17%	-1.26%	-0.19%
Stromverbrauch	0.48%	-6.00%	-10.12%	-10.65%	-11.12%	-11.12%	-10.49%	-0.18%
Energieverbrauch (fossil)	0.39%	-0.25%	1.67%	1.96%	1.32%	1.56%	2.44%	-0.19%
Exporte	0.19%	-0.03%	-0.15%	-0.23%	-0.29%	-0.29%	-0.27%	-0.22%
Exporte ohne Energie	0.45%	0.22%	0.16%	-0.02%	-0.22%	-0.24%	-0.23%	-0.22%
Importe	-0.12%	-0.34%	-0.42%	-0.45%	-0.47%	-0.48%	-0.43%	-0.24%
Importe ohne Energie	-0.13%	-0.35%	-0.55%	-0.57%	-0.55%	-0.55%	-0.54%	-0.24%
Reallohn	-0.07%	-0.20%	-0.25%	-0.29%	-0.29%	-0.30%	-0.30%	-0.15%
Kapitalzins	-0.03%	-0.06%	0.03%	0.05%	0.10%	0.12%	0.12%	-0.04%
Konsumentenpreisindex	-0.01%	0.14%	0.35%	0.40%	0.48%	0.51%	0.48%	0.09%

Sind Kapital und Energie leichter substituierbar, so steigen - bei gleichen Annahmen - die Wohlfahrtseinbussen. Der Vergleich zwischen den Szenarien SoA-N und E4-SoA in der nachfolgenden Grafik zeigt dies. Hier gilt wieder - wie in den beiden ersten Sensitivitäten

- die Argumentation, dass je flexibler, elastischer die Wirtschaft auf Strompreiserhöhungen und CO₂-Abgaben reagieren kann, desto mehr Wohlfahrtseinbussen sind zu gewärtigen. Die Wirkung der Abgaberückerstattung spielt in diesem Falle keine zentrale Rolle.

Die nachfolgende Grafik vergleicht die berechneten Wohlfahrtseffekte der obigen Sensitivitäten mit dem ursprünglichen Szenario SoA-N. Die Szenarien, welche mit einem dunklen Balken gekennzeichnet sind, weisen alle dieselbe CO₂-Abgabehöhe auf, unterscheiden sich aber in den Elastizitäten gemäss Tabelle 7-1. Bei zwei Sensitivitätsszenarien war für die Wiederherstellung der CO₂-Neutralität bei einem vorzeitigen Kernenergieausstieg eine Erhöhung (Szenario E2-SoA-N) bzw. eine Senkung (Szenario E4-SoA-N) der CO₂-Abgabe nötig.

Grafik 7-8: Wohlfahrtseffekte (äquivalente Variation) OHNE Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten (für die Jahre 2000 bis 2045)



Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Wohlfahrtseffekte bei der Wahl unterschiedlicher Substitutionselastizitäten nicht wesentlich unterscheiden. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich die Effizienzverluste von Energiepreiserhöhungen und die Effizienzgewinne der Abgaberückerstattung bei geänderten Substitutionselastizitäten teilweise ausgleichen.

Leicht grössere Auswirkungen sind bei den wirtschaftlichen Rahmendaten (bspw. dem BIP) zu konstatieren. Hier zeigt insbesondere die Wahl der Substitutionselastizitäten zwischen den Konsumgütern und Energie Wirkung. Je geringer die Substitutionsmöglichkeiten im Konsum sind, desto grössere BIP-Einbussen sind zu gewärtigen.

8 Vergleich mit anderen Studien

Neben der vorliegenden ECOPLAN-Studie befassen sich zwei weitere Studien mit einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie:

- Prognos-Studie:
Prognos (2000b), Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ sowie „MoratoriumPlus“.
- Pfaffenberger-Studie:
Pfaffenberger W., Gerdey H.-J. (2000), Volkswirtschaftliche Auswirkungen des Ausstiegs der Schweiz aus der Kernenergie.

Im Folgenden wollen wir auf diese beiden Studien eingehen und die Annahmen und Resultate mit der vorliegenden Studie vergleichen.

Prognos-Studie (Prognos 2000b)

Die vorliegende ECOPLAN-Studie wurde bezüglich des energietechnischen Teils mit der Prognos-Studie⁽⁶⁴⁾ koordiniert. Die technischen und Kostendaten für die Ersatztechnologien (insbesondere Wärmekraftkopplungs-Anlagen) wurden im Rahmen der Prognos-Studie ermittelt und für diese Studie verwendet. Auch die Annahmen zu den Kosten- und Produktionsdaten der schweizerischen Kernkraftwerke sowie die Strompreise auf den Import- und Exportmärkten wurden zwischen der Prognos- und ECOPLAN-Studie koordiniert.⁽⁶⁵⁾

Die Prognos-Studie berechnet die Kosten für die Initiative „Strom ohne Atom“ und „MoratoriumPlus“. Die berechneten Kosten entsprechen in etwa den Differenzkosten, wie sie in Grafik 3-3 aufgezeigt werden. Bei der Berechnung der Differenzkosten ist Prognos wie folgt vorgegangen:

- Herleitung der Stromangebotslücken
Für den Referenzfall - also ohne Kernenergieausstieg - wurden Elektrizitätsangebot und -nachfrage abgeschätzt. Danach wurde die inländische Stromangebotslücke unter Berücksichtigung des Stromhandelsüberschusses und einer 50%-igen Versorgungssicherheit bei einem vorzeitigen Kernenergieausstieg hergeleitet.
- Strategien zur Deckung der Stromangebotslücke
Zuerst wurde abgeschätzt, wie viel nachfrageseitige Massnahmen (insbesondere ordnungsrechtliche Massnahmen) zur Deckung der Stromangebotslücke beitragen können. Die danach verbleibende Stromangebotslücke wurde mit Wärmekraftkopplungs-Anlagen gedeckt.
- Veränderung der CO₂-Emissionen und CO₂-Neutralisierung
Die resultierenden CO₂-Emissionen sind bei einem vorzeitigen Ausstieg vor allem auf Grund des vermehrten Einsatzes von WKK-Technologien höher als im Referenzfall.

64 Prognos (2000b), Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ sowie „Moratorium plus“.

65 Kleinere Differenzen in den Annahmen zwischen der Prognos- und ECOPLAN-Studie sind auf Restriktionen in der Entwicklung des Wirtschaftsmodells (Gleichgewichtsmodells) zurück zu führen. Die Differenzen sind im Bericht aufgezeigt, haben aber auf die Resultate keinen massgeblichen Einfluss.

Damit bei einem vorzeitigen Ausstieg nicht mehr CO₂-Emissionen anfallen als beim Referenzfall sind besondere Massnahmen nötig. Prognos errechnet - wie auch die vorliegende Studie - die Höhe der CO₂-Abgabe, die nötig wäre, um den vorzeitigen Kernenergieausstieg CO₂-neutral zu gestalten.

– Kosten eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs

In einem letzten Schritt werden die Kosten der beiden Initiativen „Strom ohne Atom“ und „MoratoriumPlus“ berechnet. Dabei werden folgende Kosten berücksichtigt:

- Minderkosten der KKW-Stilllegung (insbesondere Wegfall der variablen Betriebs- und Entsorgungskosten)
- Kosten der KKW-Ersatztechnologien (vor allem WKK-Technologie)
- Kosten der Importe bzw. entgangenen Exporte
- Minderkosten bei den Stromnetzen
- Kosten für die ordnungsrechtlich vorgesehenen Stromsparmassnahmen

Unterschiede in den Annahmen

Die Prognos- und ECOPLAN-Studien gehen - wie schon erwähnt - grundsätzlich von denselben Annahmen aus. Zwei Unterschiede sind aber speziell hervorzuheben:

- Die Prognos-Studie geht davon aus, dass als Ersatztechnologien in allen Ausstiegs- oder Moratoriums-Szenarien nur wärmegekoppelte fossile Stromerzeugung eingesetzt werden. Diese Annahme gilt auch für die Ausstiegs-Szenarien in der ECOPLAN-Studie. Hingegen geht die ECOPLAN-Studie davon aus, dass in den Moratoriumsinitiativen auch der Einsatz von nicht wärmegekoppelten fossilen Stromerzeugungstechnologien zur Verfügung steht.
- Die Prognos-Studie betrachtet einen Zeithorizont, der bis zum Jahre 2030 reicht. Da die Abschaltung des Kernkraftwerks Leibstadt im unterstellten Referenzszenario erst im Jahr 2044 erfolgt, haben wir in der vorliegenden Studie einen längeren Zeithorizont gewählt. Dies war einerseits aus modelltechnischer Sicht nötig⁶⁶, andererseits können dadurch auch die Effekte nach 2030 berücksichtigt werden.

Vergleich der Resultate

Die ECOPLAN-Studie analysiert - basierend auf der Prognos-Studie - die volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs. Da sich beide Studien ergänzen und in ihrer Ausrichtung unterschiedliche Ziele verfolgten, ist ein Vergleich der Resultate nur bedingt möglich.

Im Folgenden stellen wir die von Prognos berechneten Differenzkosten zwischen der Referenzentwicklung und den Ausstiegs- bzw. Stilllegungsszenarien den von ECOPLAN berechneten Wohlfahrtswirkungen gegenüber. Die nachfolgende Tabelle zeigt die von Prognos berechneten Kosten der drei Szenarien SoA (entspricht der Initiative „Strom ohne Atom“), M+(40) und M+(50) (entsprechen der Initiative „MoratoriumPlus“).

⁶⁶ Der Zeithorizont für die Berechnung im Gleichgewichtsmodell wurde auf 2060 festgelegt. Damit konnte sicher gestellt werden, dass nach Abschaltung des letzten Kernkraftwerks der gleichgewichtige Wachstumspfad wieder erreicht wird.

Tabelle 8-1: Durchschnittliche jährliche Kosten der Ausstiegs- und Stilllegungs-szenarien gemäss Prognos-Studie (für die Jahre 2004 bis 2030)⁽⁶⁷⁾

Prognos-Studie	SoA	M+(40)	M+(50)
	Mio. Fr./Jahr für 2004 bis 2030		
Jährliche Kosten ohne CO ₂ -Neutralisierung	576	253	4
Jährliche Kosten der CO ₂ -Neutralisierung	115	56	3
Jährliche Kosten mit CO ₂ -Neutralisierung	691	308	7

Wir stellen die in der obigen Tabelle ausgewiesenen Differenzkosten, den von ECOPLAN berechneten Wohlfahrtseffekten gegenüber. Die nachfolgende Tabelle zeigt die von ECOPLAN berechneten durchschnittlichen jährlichen Wohlfahrtsverluste der Jahre 2000 bis 2045.

Tabelle 8-2: Durchschnittliche jährliche Wohlfahrtsverluste der Ausstiegs- und Stilllegungsszenarien gemäss ECOPLAN-Studie (für die Jahre 2000 bis 2045)

ECOPLAN-Studie	SoA	M+(40)	M+(50)
	Mio. Fr./Jahr für 2000 bis 2045		
Jährliche Wohlfahrtsverluste ohne CO ₂ -Neutralisierung	750	300	130
Jährliche Wohlfahrtsverluste der CO ₂ -Neutralisierung	250	130	50
Jährliche Wohlfahrtsverluste mit CO ₂ -Neutralisierung	1000	430	180

Die von Prognos berechneten Differenzkosten sind geringer als die von ECOPLAN ausgewiesenen Wohlfahrtsverluste. Im Falle des Szenarios SoA müssen die Differenzkosten um rund 50% erhöht werden, um die Wohlfahrtsverluste zu erhalten. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- Prognos berechnet die Differenzkosten nur bis zum Jahr 2030, was insbesondere für das Szenario M+(50) zu tiefen Kosten führt, da die wesentlichen Kosten bei diesem Szenario erst ab dem Jahr 2030 auftreten.
- Die Differenzkosten entsprechen den direkten Kosten eines Ausstiegs. Wie der obige Vergleich zeigt, sind die in den Wohlfahrtsverlusten berücksichtigten indirekten volkswirtschaftlichen Effekte nicht zu vernachlässigen. Zu nennen sind hier insbesondere:
 - Die Erhöhung der Produktionskosten auf Grund höherer Strompreise und die damit verbundenen indirekten Effekte auf den Aussenhandel.
 - Mehrausgaben der Konsumenten für Strom und damit ein Rückgang des Konsums anderer Güter (Budgeteffekt), was Anpassungen und damit Kosten auf der Produktionsseite nach sich zieht.
 - Der vermehrte Investitionsbedarf in Stromproduktionstechnologien wird zu einem Rückgang der Investitionen in anderen Bereichen führen (crowding out)
 - Die Kosten der Regulierung des Strommarktes mittels Zertifikaten.
- Bei der CO₂-Neutralisierung hat Prognos die durch die CO₂-Abgabe ausgelösten Massnahmen als Kosten berücksichtigt. In den Berechnungen von ECOPLAN sind zusätz-

⁶⁷ Die durchschnittlichen jährlichen Kosten wurden gemäss den von Prognos berechneten diskontierten Kosten 2004 - 2030 mit einem Zinssatz von 2% auf Annuitäten umgerechnet.

lich die durch die CO₂-Abgabe ausgelösten wirtschaftlichen Rückkoppelungen mit berücksichtigt. Das heisst der „verzerrende“ Effekt einer zusätzlichen Steuer ist in den Wohlfahrtswirkungen von ECOPLAN berücksichtigt.

Pfaffenberger-Studie (Pfaffenberger W., Gerdey H.-J. 2000)

Die Pfaffenberger-Studie wurde im Auftrag des Unterausschusses Kernenergie der Überlandwerke in Auftrag gegeben. Die Pfaffenberger-Studie berechnet - ähnlich wie Prognos - die Differenzkosten zwischen einer Referenzentwicklung mit Kernkraftwerken und einem vorzeitigen Ausstieg. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen - also die Auswirkungen auf das Bruttoinlandprodukt, die Beschäftigung und die Wohlfahrt - wurden im Rahmen dieser Studie nicht ermittelt.

Unterschiede in den Annahmen

Die Pfaffenberger-Studie weicht in einigen zentralen Annahmen wesentlich von der ECOPLAN- und der Prognos-Studie ab. Die wesentlichen Unterschiede können wie folgt zusammengefasst werden:

- Pfaffenberger unterstellt, dass auch im Falle der Initiative „Strom ohne Atom“ die nicht wärmegekoppelte fossile Stromerzeugung (bspw. grosse GuD-Anlagen) zur Verfügung steht. Die Initiative „Strom ohne Atom“ fordert aber, dass zusätzliche fossile Stromerzeugung zwingend wärmegekoppelt sein muss (WKK-Technologie). In der ECOPLAN- und Prognos-Studie wurden denn auch für die Ausstiegs-Szenarien nur die WKK-Technologie zugelassen.
- In der Pfaffenberger-Studie werden die durch die vorzeitige Abschaltung der Kernkraftwerke entfallenden Produktionspotenziale durch erdgasbefeuerte GuD-Grossanlagen ersetzt. Nicht berücksichtigt werden die vorhandenen Stromexportüberschüsse und nachfrageseitige Massnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs. Im Weiteren wird die Sommer-Winter-Stromproblematik bei Pfaffenberger vollständig ausgeblendet.
- Die von Pfaffenberger ausgewiesenen durchschnittlichen Betriebs-, Brennstoff-, Ertüchtigungs- und variablen Entsorgungskosten der KKW entsprechen in etwa den in der ECOPLAN- und Prognos-Studie unterstellten Kosten für die beiden grossen KKW Gösgen und Leibstadt. Die Betriebs-, Brennstoff-, Ertüchtigungs- und variable Entsorgungskosten für die drei älteren Anlagen (Beznau I und II sowie Mühleberg) wurden im Rahmen der Prognos- und ECOPLAN-Studie hingegen rund 50% über diesen KKW-Durchschnittskosten der Pfaffenberger-Studie angesetzt.

Vergleich der Resultate

Da die Pfaffenberger-Studie keine Auswirkungen auf die volkswirtschaftlichen Aggregate berechnet, können die Resultate wiederum lediglich mit Hilfe eines Vergleichs der in der Pfaffenberger-Studie berechneten Differenzkosten mit den in der ECOPLAN-Studie ausgewiesenen Wohlfahrtsverlusten verglichen werden. Die grundlegenden Differenzen sind dieselben wie oben - beim Vergleich der ECOPLAN- und Prognos-Studie - bereits dargestellt.

Die Prognos- und Pfaffenberger-Studie lassen sich dagegen direkt vergleichen, da sie - zwar mit anderen Annahmen - aber derselben Methodik die Differenzkosten berechnet haben. Im Folgenden sollen diese beiden Studien miteinander verglichen werden. Da die ECOPLAN-Studie auf der Prognos-Studie aufbaut, gelten die nachfolgenden Ausführungen sinngemäss auch für die ECOPLAN-Studie.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die durchschnittlichen jährlichen Kosten der Ausstiegs- und Stilllegungsszenarien gemäss Pfaffenberger für die Jahre 2000 bis 2045. Dabei wird jeweils zwischen konstanten und steigenden Gaspreisen unterschieden. Im Falle der steigenden Gaspreise wurde unterstellt, dass die Gaspreise bis zum Jahr 2020 um jährlich 1.5% und ab dem Jahr 2020 um 2.5% steigen. Im Rahmen der Prognos- und ECOPLAN-Studie wurde mit einer realen Gaspreissteigerung von 0.8% gerechnet. Die ECOPLAN- und Prognos-Werte liegen somit etwa in der Mitte der beiden Pfaffenberger-Szenarien mit konstanten und steigenden Gaspreisen.

Tabelle 8-3: Durchschnittliche jährliche Kosten der Ausstiegs- und Stilllegungsszenarien gemäss Pfaffenberger-Studie (für die Jahre 2000 bis 2045)⁽⁶⁸⁾

Pfaffenberger-Studie Gaspreis	SoA konstant	SoA steigend	M+(40) konstant	M+(40) steigend
	Mio. Fr./Jahr für 2000 bis 2045			
Jährliche Kosten ohne CO ₂ -Neutralisierung	287	537	157	343
Jährliche Kosten der CO ₂ -Neutralisierung	240	222	132	119
Jährliche Kosten mit CO ₂ -Neutralisierung	527	759	290	462

Ein Vergleich der Differenzkosten von Prognos mit denjenigen von Pfaffenberger (etwa dem Mittelwert aus den beiden Szenarien mit konstanten und steigenden Gaspreisen) zeigt folgendes Bild:

- Die durchschnittlichen jährlichen Kosten ohne CO₂-Neutralisierung liegen bei der Prognos-Studie im Falle des vorzeitigen Kernenergieausstiegs (Szenario SoA) um rund 1/3 höher als bei Pfaffenberger. Hauptverantwortlich für diese Differenz ist die Wahl von unterschiedlichen Ersatztechnologien. Pfaffenberger geht - wie schon erwähnt - von Gross-GuD-Anlagen aus, währenddem die Prognos-Studie gemäss dem Initiativtext nur WKK-Technologie zulässt.

Die Differenz wäre noch viel grösser, wenn die in der Prognos-Studie berücksichtigten Reduktionen beim Stromexportüberschuss und die nachfrageseitige Massnahmen wie bei der Pfaffenberger-Studie unberücksichtigt blieben.

- Die Kosten für die CO₂-Neutralisierung sind bei Prognos im Vergleich zu Pfaffenberger nur halb so hoch. Dies ist zurückzuführen auf die CO₂-Mehremissionen bei einem vorzeitigen Ausstieg: Pfaffenberger rechnet mit drei mal höheren CO₂-Mehremissionen als Prognos. Der Grund für diese Differenz liegt einerseits im Einsatz der effizienteren WKK-Technologie, andererseits in der Annahme, dass die Reduktion des Stromexportüberschusses für die Schweiz CO₂-neutral ist.

⁶⁸ Die durchschnittlichen jährlichen Kosten wurden gemäss den von Pfaffenberger berechneten diskontierten Kosten 1999 - 2045 mit einem Zinssatz von 3% auf Annuitäten umgerechnet.

- Bei den totalen durchschnittlichen jährlichen Kosten mit CO₂-Neutralisierung im Falle eines vorzeitigen Ausstiegs (Szenario SoA) liegen die Werte von Prognos nur unwesentlich höher als diejenigen von Pfaffenberger. Im Falle des Moratoriums (Szenario M+(40)) liegen die Kosten bei Prognos etwa 20% unter denjenigen von Pfaffenberger - dies trotz teurer Ersatztechnologie. Hauptverantwortlich für diese tieferen Kosten ist die Berücksichtigung der Stromexportüberschüsse bei Prognos.

9 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Ausführungen können bezüglich Methodik und Resultate folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Zur Methodik:

- **Die Zusammenführung von bottom-up-Modellen mit dynamischen Gleichgewichtsmodellen hat sich bewährt.**

Mit den vorliegenden Arbeiten wurde erstmals für die Schweiz ein desaggregiertes volldynamisches Gleichgewichtsmodell mit einem explizit formulierten Stromerzeugungssektor verknüpft. Der Vorteil dieser Verknüpfung liegt darin, dass das Gleichgewichtsmodell im Bereich der Stromerzeugung nicht mehr auf die aus vergangenen oder künftigen Werten abgeleiteten oder geschätzten Substitutionsmöglichkeiten (beispielsweise zwischen Energie und Arbeit oder Kapital) angewiesen ist. Die Substitutionsvorgänge sind im Bereich der Stromerzeugungstechnologien explizit modelliert, und es wird im Detail nachvollziehbar, welche Technologien wie eingesetzt werden und welche wirtschaftlichen Auswirkungen dies hat.

- **Die Verknüpfung von bottom-up-Modellen mit dynamischen Gleichgewichtsmodellen ist ausbaufähig.**

Ein erster Schritt zur Integration eines umfassenden Energie-Technologie-Modells in das dynamische Gleichgewichtsmodell ist gemacht. Mit dem selben methodischen Vorgehen könnten auch Effizienztechnologien oder Wärmeerzeugungstechnologien ins Gleichgewichtsmodell integriert werden. Damit könnten die kurz- bis langfristigen Anpassungsprozesse im Energiespar- und -produktionsbereich bei unterschiedlichen energiepolitischen Massnahmen analysiert werden. Auch lassen sich mit einem solchen integrierten Modell konkrete an Energietechnologien bindbare Gebots- und Verbotsstrategien beurteilen und mit marktwirtschaftlichen Instrumenten vergleichen. Des Weiteren könnte der immer wieder auftauchende Streitpunkt, wie gut sich Energie, Arbeit und Kapital substituieren lassen, geklärt werden.

Zu den Resultaten:

- **Ein vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» ist möglich - gratis ist der Ausstieg allerdings nicht.**

Die Produktion der drei älteren Kraftwerke kann teilweise durch eine Reduktion bei den Stromexporten kompensiert werden. Die Stromproduktion aus Leibstadt und Gösgen kann durch Wärmekraftkopplungs-Anlagen und effizienteren Stromeinsatz ersetzt werden. Um den Ausstieg gemäss den Vorgaben der Initiative «Strom ohne Atom» zu ermöglichen, ist allerdings eine Reregulierung des liberalisierten Strommarktes nötig: Der Zubau von WKK-Anlagen kann über ein Zertifikatesystem gesteuert werden.

Der vorzeitige Ausstieg wird die Strompreise in der Schweiz um maximal 20% anheben. Dies hat negative Auswirkungen auf die Wirtschaft. So sinkt das Bruttoinlandprodukt um rund 0.6% und es muss mit Wohlfahrtseinbussen von 0.14 BIP% oder jähr-

lich 750 Mio. CHF gerechnet werden. Weiter muss auf Grund der doch recht beträchtlichen Strompreiserhöhung mit einem nicht unerheblichen Strukturwandel gerechnet werden. Insbesondere die stromintensiven Branchen Papier und Textil weisen beträchtliche Umsatzeinbussen auf. Auch bei den Arbeitsplätzen rechnen wir mit - allerdings relativ geringen - Einbussen von rund 3500 Arbeitsplätzen.

– **Ein vorzeitiger Ausstieg ohne zusätzliche CO₂-Emissionen ist machbar - die CO₂-Neutralisierung belastet aber die Wirtschaft.**

Ein vorzeitiger Ausstieg gemäss der Initiative «Strom ohne Atom» würde - ohne besondere Massnahmen - die CO₂-Bilanz der Schweiz verschlechtern. Die CO₂-Bilanz könnte mit einer CO₂-Abgabe wieder ausgeglichen werden. Wir rechnen damit, dass für einen CO₂-neutralen Ausstieg eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 40 CHF/Tonnen CO₂ auf Brenn- und Treibstoffen nötig ist.

Die CO₂-Abgabe belastet die Wirtschaft und führt zu leichten Wohlfahrtseinbussen. Insgesamt ist bei einem CO₂-neutralen Ausstieg eine Reduktion des BIPs um gut 0.7% zu erwarten. Die Wohlfahrtseinbussen betragen rund 0.19 BIP% oder rund 1 Mrd. CHF pro Jahr. Auch die Beschäftigung ist bei einem Arbeitsplatzverlust von 4400 Stellen leicht rückläufig.

– **Ein vorzeitiger Ausstieg unter Einhaltung der CO₂-Ziele ist möglich - allerdings ist dazu eine hohe CO₂-Abgabe erforderlich.**

Gemäss unseren Abschätzungen werden im Referenzfall - also ohne Ausstieg aus der Kernenergie - die CO₂-Ziele gemäss CO₂-Gesetz (10%-ige Reduktion im Jahr 2010 im Vergleich zum Jahr 1990) nicht erreicht. Wir rechnen damit, dass auch ohne Ausstieg aus der Kernenergie eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 210 CHF/Tonne CO₂ für Treibstoffe und 30 CHF/Tonne CO₂ für Brennstoffe nötig ist.

Die Frage stellt sich nun, ob bei einem vorzeitigen Ausstieg die CO₂-Ziele innerhalb der vom CO₂-Gesetz vorgegebenen Maximalsätzen für die CO₂-Abgabe von 210 CHF/Tonne CO₂ erreicht werden können. Da der Abgabesatz für Treibstoffe bereits im Referenzfall auf dem gesetzlichen Maximum liegt, muss die Erreichung des CO₂-Ziels über eine Anhebung des Abgabesatzes bei den Brennstoffen erfolgen. Wir rechnen mit einer Anhebung um 60 CHF/Tonne CO₂, so dass die totale CO₂-Abgabe bei einem vorzeitigen Ausstieg unter Einhaltung der CO₂-Ziele rund 90 CHF/Tonne CO₂ beträgt.

– **Für die gesamtwirtschaftliche Beurteilung der Initiative «Strom ohne Atom» sind die externen Risikokosten eines KKW-Unfalls entscheidend.**

Die Motivation für einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie liegt vor allem in der Vermeidung von Unfällen und in der Reduktion von nuklearem Abfall. Die mit KKW-Unfällen und der Entsorgung von nuklearen Abfällen verbundenen Risiken sind in den bisherigen Ausführungen nicht berücksichtigt worden. Ebenso wenig wurden die externen Kosten der Nutzung von fossilen Treib- und Brennstoffen wohlfahrtsmässig erfasst. Um ein vollständiges Mass für die gesellschaftliche Wohlfahrt zu erhalten, müssen aber die Risiko- und Umweltkosten berücksichtigt werden. Dabei zeigt sich, dass die externen Risikokosten einen massgeblichen Einfluss auf die Wohlfahrtswirkungen haben.

Bei einem katastrophalen Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk würden zwar die Kernkraftwerkeigner unbeschränkt haften. Diese Haftung ist aber de facto auf ihre

Zahlungsfähigkeit beschränkt. Der grösste Teil der Schadenskosten eines KKW-Unfalls müsste die Allgemeinheit übernehmen. Der grösste Teil der Risikokosten trägt somit die Allgemeinheit und nicht die Kernkraftwerkeigner. Mit einem vorzeitigen Ausstieg könnten die Risikokosten reduziert werden. Das Ausmass dieser Risikokostenreduktion ist unklar. Ob sich ein vorzeitiger Ausstieg aus einer gesamtwirtschaftlichen Sicht unter Berücksichtigung der Risikokosten lohnen würde, muss daher offen bleiben.

Was hingegen berechnet wurde, sind die Wohlfahrtseinbussen eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs, die sich für die Haushalte auf durchschnittlich rund 200 Franken pro Haushalt und Jahr beziffern lassen. Die Frage nach der Risikobeurteilung kann dementsprechend auch folgendermassen gestellt werden: Sind wir bereit, durchschnittlich 200 Franken pro Haushalt und Jahr zu bezahlen, um das Risiko eines KKW-Unfalls durch einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie zu vermeiden.

– **Ein möglicher Marktdurchbruch der Brennstoffzellen-Technologie reduziert die volkswirtschaftlichen Kosten eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernenergie.**

Würde sich die Brennstoffzellen-Technologie in den nächsten Jahren auf dem Markt zu konkurrenzfähigen Preisen durchsetzen, wären die volkswirtschaftlichen Kosten eines vorzeitigen Kernenergieausstiegs geringer: Unter der Annahme, dass die Brennstoffzellen-Technologie Stromgestehungskosten von 5 bis maximal 9 Rp./kWh aufweist, wären die volkswirtschaftlichen Verluste im Vergleich zur WKK-Strategie als Ersatz für die Kernkraftwerke nur noch halb so gross.

– **Die Initiative «MoratoriumPlus» weist im Vergleich zur Initiative «Strom ohne Atom» geringere volkswirtschaftliche Verluste auf.**

Die Hauptunterschiede zwischen den beiden Initiativen liegen einerseits in der Laufzeit der Kernkraftwerke (Initiative «Strom ohne Atom»: 30 Jahre, Initiative «MoratoriumPlus»: 40 Jahre mit der Möglichkeit für eine Verlängerung auf 50 Jahre Laufzeit) andererseits aber auch in den zugelassenen Ersatztechnologien. Die Initiative «Strom ohne Atom» lässt nur wärmegekoppelte fossile Stromproduktion zu, währenddem die Initiative «MoratoriumPlus» auch die relativ günstige ungekoppelte fossile Stromproduktion zulässt.

Wird auf eine CO₂-Neutralisierung bei der Initiative «MoratoriumPlus» verzichtet, fallen die wirtschaftlichen Auswirkungen nicht stark ins Gewicht. Die Strompreise steigen in diesem Falle lediglich um rund 2 bis 3%. Das BIP sinkt um rund 0.1%. Die Wohlfahrtseinbussen betragen bei 40 Jahren Laufzeit rund 300 Mio. CHF pro Jahr oder knapp 0.06 BIP%. Bei 50 Jahren Laufzeit ist mit Wohlfahrtseinbussen von jährlich 130 Mio. CHF oder gut 0.02 BIP% zu rechnen. Auf die Beschäftigung hat die Initiative - bei Verzicht auf die CO₂-Neutralisierung - keinen Effekt.

Soll die Initiative «MoratoriumPlus» nicht zu einer Erhöhung der CO₂-Emissionen führen, so sind besondere Massnahmen zur Reduktion der erhöhten CO₂-Emissionen aus der fossilen Stromproduktion angezeigt. Wir gehen davon aus, dass zur CO₂-Neutralisierung eine CO₂-Abgabe in der Höhe von maximal 45 CHF/Tonne CO₂ nötig ist. Die CO₂-Abgabe führt zu einem weiteren Rückgang des BIPs - das BIP sinkt bei einer angenommenen Laufzeit von 40 Jahren um maximal rund 0.3%. Die Wohlfahrtseinbusse erhöht sich auf rund 430 Mio. CHF pro Jahr, was rund 0.08 BIP% entspricht. Bei einer Laufzeit von 50 Jahren sind auch im Falle einer CO₂-Neutralisierung keine grösseren wirtschaftlichen Effekte zu erwarten.

Anhang

Inhaltsverzeichnis Anhang

10	Stromproduktionstechnologien: Annahmen	125
11	Das Grundmodell im Überblick.....	131
12	Detailresultate	140

10 Stromproduktionstechnologien: Annahmen

Tabelle 10-1: KKW-Stromproduktionstechnologien: Kennzahlen⁽⁶⁹⁾

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Installierte Leistung Netto in MW	365	357	355	970	1145
Vollbenutzungsstunden pro Jahr	7497	7497	7554	7876	7447
Erzeugung in GWh/Jahr	2736	2676	2682	7639	8527
Personal		734		381	405
Betriebs- und Brennstoffkosten [1000 Fr.]					
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)		203643		130952	144300
Personalkosten inkl. Sozialbeiträge		93508		57019	52100
Sozialbeiträge		14723		8553	7900
Material, Fremdleistungen, Revision		63924		29064	45000
Diverse Aufwendungen		44616		35349	40500
Versicherungen		18114		12264	12200
Konzessionen, Gebühren		7201		8536	8500
Steuern		5535		9520	6700
Variable nukleare Entsorgungskosten		21314		20117	22454
Brennstoffkosten		52819		45164	42636
Betriebs- und Brennstoffkosten in %					
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)		73.3%		66.7%	68.9%
Personalkosten inkl. Sozialbeiträge		33.7%		29.1%	24.9%
Sozialbeiträge		5.3%		4.4%	3.8%
Material, Fremdleistungen, Revision		23.0%		14.8%	21.5%
Diverse Aufwendungen		16.1%		18.0%	19.3%
Versicherungen		6.5%		6.2%	5.8%
Konzessionen, Gebühren		2.6%		4.3%	4.1%
Steuern		2.0%		4.9%	3.2%
Variable nukleare Entsorgungskosten		7.7%		10.3%	10.7%
Brennstoffkosten		19.0%		23.0%	20.4%
Betriebs- und Brennstoffkosten [Rp./kWh]					
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)		2.52		1.71	1.69
Variable nukleare Entsorgungskosten		0.26		0.26	0.26
Brennstoffkosten		0.65		0.59	0.50
Total		3.43		2.57	2.46

69 Die Aufteilung auf die drei Kraftwerke Mühleberg, Beznau I und II wurde im Modell vorgenommen. Die einzelnen Zahlen für diese Kraftwerke durften wir hingegen nicht einzeln publizieren.

Tabelle 10-2: KKW-Stromproduktionstechnologien: Vorleistungen⁽⁷⁰⁾

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
Brennstoffkosten [Mio. Fr./a]	52.819			45.164	42.636
Steuern, Konzessionen usw. [Mio. Fr./a]	12.735			18.056	15.200
Vorleistungen ohne Brennst. [Mio. Fr./a]					
AGR - Land- und Forstwirtschaft		0.012		0.007	0.010
AUS - Ausbaugewerbe		7.240		4.414	6.043
BAN - Banken		2.830		1.725	2.362
BAU - Bauhauptgewerbe		3.708		2.261	3.095
BEN - Benzin		0.147		0.090	0.123
CHE - Chemie		-		-	-
CON - Consulting		12.576		7.667	10.497
DET - Detailhandel		1.739		1.060	1.452
DIE - Diesel		0.008		0.005	0.007
EIS - Eisenbahnen		1.309		0.798	1.093
ELE - Elektrizität		0.339		0.206	0.283
ETE - Elektronik, Optik		13.179		8.034	11.000
GAS - Gas		0.126		0.077	0.105
GES - Gesundheitswesen		1.118		0.682	0.933
GET - Getränkeindustrie		0.036		0.022	0.030
GRA - Druckereien, graf. Gewerbe		0.257		0.157	0.215
GRO - Grosshandel		7.816		4.765	6.524
HAU - Haushaltsdienstleistungen		-		-	-
HOL - Holz-, Möbelgewerbe		0.368		0.224	0.307
HOT - Gastgewerbe		1.032		0.629	0.861
IMO - Immobilienhandel		0.886		0.540	0.739
KLE - Kleidungsindustrie		0.020		0.012	0.017
LED - Lederwaren, Schuhe		0.510		0.311	0.426
MET - Metallindustrie		12.320		7.511	10.283
MFB - Maschinen-, Fahrzeugbau		20.195		12.311	16.856
NAH - Nahrungsmittelindustrie		1.459		0.889	1.218
NME - Nicht metallische Mineralien		3.958		2.413	3.303
OIL_H - Heizöl Mittel/Schwer		0.259		0.158	0.216
OIL_L - Heizöl Extra Leicht		0.382		0.233	0.318
PAP - Papierindustrie		0.121		0.074	0.101
PLA - Kunststoff		0.358		0.218	0.298
SAE - Saegereien		0.157		0.095	0.131
SOZ - Sozialversicherungen (nur Verwaltung)		-		-	-
STA - Staat		1.566		0.955	1.307
STU - Schulen, Kultur, Sport		0.885		0.540	0.739
TAB - Tabakindustrie		0.089		0.055	0.075
TEL - Telekommunikation		3.469		2.115	2.895
TEX - Textilindustrie		0.219		0.133	0.183
TRA - Transportwesen (Strasse, Luft)		3.817		2.327	3.186
WAS - Wasser		0.031		0.019	0.026
VER - Versicherungen		18.114		12.264	12.200
Total Vorleistungen		122.654		75.994	99.454
Löhne / Sozialbeiträge					
SOCPAY - Sozialversicherungsbeiträge		14.723		8.553	7.900
LAB_HQ - Löhne ohne Sozialversicherungsbeitr.		78.785		48.466	44.200

70 Die Aufteilung auf die drei Kraftwerke Mühleberg, Beznau I und II wurde im Modell vorgenommen. Die einzelnen Zahlen für diese Kraftwerke durften wir hingegen nicht einzeln publizieren.

Tabelle 10-3: Ertüchtigungsinvestitionen zur Laufzeitverlängerungen bei KKWs

	Beznau I	Beznau II	Mühleberg	Gösgen	Leibstadt
SoA	0	0	0	0	0
M+ (40): ab Jahr	2000	2002	2003	2010	2015
jährliche Ertüchtigungskosten in Mio. Fr.	12.2	11.9	11.9	32.4	38.2
jährliche Vorleistungen ohne Brennstoffe in Mio. Fr.	40.9	40.0	41.8	76.0	99.5
jährliche Ertücht.Kosten in % der jährl. VL	30%	30%	28%	43%	38%
bis Jahr	2009	2011	2012	2019	2024
M+ (50): ab Jahr	2000	2002	2003	2010	2015
jährliche Ertüchtigungskosten in Mio. Fr.	12.2	11.9	11.9	32.4	38.2
jährliche Vorleistungen ohne Brennstoffe in Mio. Fr.	40.9	40.0	41.8	76.0	99.5
jährliche Ertücht.Kosten in % der jährl. VL	30%	30%	28%	43%	38%
bis Jahr	2009	2011	2012	2019	2024
ab Jahr	2010	2012	2013	2020	2025
jährliche Ertüchtigungskosten in Mio. Fr.	20.3	19.9	19.8	54.0	63.7
jährliche Vorleistungen ohne Brennstoffe in Mio. Fr.	40.9	40.0	41.8	76.0	99.5
jährliche Ertücht.Kosten in % der jährl. VL	50%	50%	47%	71%	64%
bis Jahr	2019	2021	2022	2029	2034
Referenz: ab Jahr	2000	2002	2003	2010	2015
jährliche Ertüchtigungskosten in Mio. Fr.	12.2	11.9	11.9	32.4	38.2
jährliche Vorleistungen ohne Brennstoffe in Mio. Fr.	40.9	40.0	41.8	76.0	99.5
jährliche Ertücht.Kosten in % der jährl. VL	30%	30%	28%	43%	38%
bis Jahr	2009	2011	2012	2019	2024
ab Jahr	2010	2012	2013	2020	2025
jährliche Ertüchtigungskosten in Mio. Fr.	20.3	19.9	19.8	54.0	63.7
jährliche Vorleistungen ohne Brennstoffe in Mio. Fr.	40.9	40.0	41.8	76.0	99.5
jährliche Ertücht.Kosten in % der jährl. VL	50%	50%	47%	71%	64%
bis Jahr	2019	2021	2022	2039	2044

Tabelle 10-4: Bestehende Stromproduktionstechnologien: Kennzahlen

	bestehende Wasserkraft	bestehende WKK	bestehende konv. thermische
Erzeugung in GWh/Jahr	33200	1622	1098
Vollkosten in Rp./kWh			
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)	3.40	1.24	1.25
Personalkosten inkl. Sozialbeiträge	0.59	0.62	0.63
Sozialbeiträge	0.10	0.10	0.10
Material	0.83	0.62	0.63
Wasserzinsen, Gebühren	1.23	-	-
Steuern	0.74	-	-
Wärmegutschrift in Form von Gas		2.81	
Brennstoffkosten		6.05	3.75
Kapitalkosten	2.77	1.88	1.25
Stromerzeugungskosten Total	6.17	6.36	6.25
Vollkosten in %			
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)	55.1%	19.6%	20.0%
Personalkosten inkl. Sozialbeiträge	9.6%	9.8%	10.0%
Sozialbeiträge	1.6%	1.6%	1.6%
Material	13.5%	9.8%	10.0%
Wasserzinsen, Gebühren	20.0%	0.0%	
Steuern	12.0%	0.0%	
Wärmegutschrift in Form von Gas	0.0%	44.2%	
Brennstoffkosten	0.0%	95.0%	60.0%
Kapitalkosten	44.9%	29.6%	20.0%
Stromerzeugungskosten Total	100.0%	100.0%	100.0%
Vollkosten in Mio. Fr.			
Betriebskosten (inkl. Sonst.Kosten)	1'128	20	14
Personalkosten inkl. Sozialbeiträge	196	10	7
Sozialbeiträge	32	2	1
Material	276	10	7
Wasserzinsen, Gebühren	409	-	-
Steuern	247	-	-
Wärmegutschrift in Form von Gas	-	46	
Brennstoffkosten	-	98	41
Kapitalkosten	919	31	14
Stromerzeugungskosten Total	2'047	103	69

Tabelle 10-5: Bestehende Stromproduktionstechnologien: Vorleistungen

	bestehende Wasserkraft	bestehende WKK	bestehende konv. thermische
Brennstoffkosten [Mio. Fr.]	-	98	41
Steuern, Konzessionen usw. [Mio. Fr.]	656	-	-
Wärmegutschrift [Mio. Fr.]	-	46	-
Vorleistungen ohne Brennstoffe [Mio. Fr.]			
AGR - Land- und Forstwirtschaft	0.025	-	0.001
AUS - Ausbaugewerbe	15.383	1.010	0.382
BAN - Banken	6.013	-	0.150
BAU - Bauhauptgewerbe	7.879	0.505	0.196
BEN - Benzin	0.313	-	0.008
CHE - Chemie	-	-	-
CON - Consulting	40.204	1.010	1.000
DET - Detailhandel	3.695	-	0.092
DIE - Diesel	0.017	-	0.000
EIS - Eisenbahnen	2.782	-	0.069
ELE - Elektrizität	0.719	-	0.018
ETE - Elektronik, Optik	28.000	1.514	0.696
GAS - Gas	0.536	-	0.013
GES - Gesundheitswesen	2.376	-	0.059
GET - Getränkeindustrie	0.077	-	0.002
GRA - Druckereien, graf. Gewerbe	0.546	-	0.014
GRO - Grosshandel	16.606	-	0.413
HAU - Haushaltsdienstleistungen	-	-	-
HOL - Holz-, Möbelgewerbe	0.782	-	0.019
HOT - Gastgewerbe	2.192	-	0.054
IMO - Immobilienhandel	1.881	-	0.047
KLE - Kleidungsindustrie	0.042	-	0.001
LED - Lederwaren, Schuhe	1.084	-	0.027
MET - Metallindustrie	26.175	1.010	0.651
MFB - Maschinen-, Fahrzeugebau	42.905	4.038	1.067
NAH - Nahrungsmittelindustrie	3.100	-	0.077
NME - Nicht metallische Mineralien	8.408	1.010	0.209
OIL_H - Heizöl Mittel/Schwer	0.549	-	0.014
OIL_L - Heizöl Extra Leicht	0.811	-	0.020
PAP - Papierindustrie	0.258	-	0.006
PLA - Kunststoff	0.760	-	0.019
SAE - Sägereien	0.333	-	0.008
SOZ - Sozialversicherungen (nur Verwaltung)	-	-	-
STA - Staat	3.327	-	0.083
STU - Schulen, Kultur, Sport	1.881	-	0.047
TAB - Tabakindustrie	0.190	-	0.005
TEL - Telekommunikation	7.370	-	0.183
TEX - Textilindustrie	0.465	-	0.012
TRA - Transportwesen (Strasse, Luft)	8.109	-	0.202
WAS - Wasser	0.065	-	0.002
VER - Versicherungen	40.204	-	1.000
Total Vorleistungen	276.062	10.095	6.864
Löhne / Sozialbeiträge			
SOCPAY - Sozialversicherungsbeiträge	31.838	1.637	1.113
LAB_HQ - Löhne ohne Sozialversicherungsbeitr.	164.473	8.458	5.750
CAPITAL	918.980	30.528	13.727

Tabelle 10-6: Ersatztechnologie: fossile Stromerzeugung ohne Abwärmenutzung

		Jahres-GuD	winterlastiges GuD	Winter-GuD
Zins	%	2.00%	2.00%	2.00%
Gaspreis	Rp./kWh	2.6	2.6	2.6
Investitionen	Fr./kWel	850	850	850
Betrieb	Fr./kWh,a	40	40	40
Kraftwerkswirkungsgrade	%	53%	53%	53%
Abschreibungszeit	Jahre	20	20	20
Auslegung	MW	400	400	400
Laufzeit	Stunden	6'600	5'273	3'749
Stromproduktion	MWh/a	2'640'000	2'109'120	1'499'520
Investitionen	Fr.	340'000'000	340'000'000	340'000'000
Verzinsung	Fr./Jahr	20'793'284	20'793'284	20'793'284
Betriebskosten inkl. Personal	Fr./Jahr	16'000'000	16'000'000	16'000'000
Personal	Fr./Jahr	3'300'000	3'300'000	3'300'000
Brennstoffkosten	Fr./Jahr	129'509'434	103'466'264	73'561'358
Jahreskosten	Fr./Jahr	166'302'718	140'259'548	110'354'643
Verzinsung	Rp./kWh	0.79	0.99	1.39
Abschreibung	Rp./kWh			
Betriebskosten inkl. Personal	Rp./kWh	0.61	0.76	1.07
Personal	Rp./kWh	0.13	0.16	0.22
Brennstoffkosten	Rp./kWh	4.91	4.91	4.91
Jahreskosten	Rp./kWh	6.299	6.65	7.36
Betriebsstunden: Jahr	Stunden	6'600	5'273	3'749
Betriebsstunden: Winter	Stunden	3'749	3'749	3'749
Betriebsstunden: Sommer	Stunden	2'851	1'524	0
Winteranteil	%	56.8%	71.1%	100.0%
Sommeranteil	%	43.2%	28.9%	0.0%

11 Das Grundmodell im Überblick

Das verwendete berechenbare volldynamische Gleichgewichtsmodell (DYNASWISS) geht von folgenden Datengrundlagen und folgender Modellstruktur aus:

□ Input-Output-Tabelle

Gleichgewichtsmodelle benutzen eine Datenbasis (Input-Output-Tabelle) für ein bestimmtes Jahr. Als Ausgangsjahr wurde 2000 gewählt. Dazu wurde die 1995er-Input-Output-Tabelle auf das Startjahr 2000 hochgerechnet und im Energiebereich auf die „Energieperspektiven“ des BFE abgestimmt.

□ Wahl der Wachstums-, Abschreibungsrate und des Zinssatzes⁽⁷¹⁾

Zwischen Bruttoinvestitionen, Abschreibung und gleichgewichtiger Wachstumsrate des Kapitalstocks besteht ein enger Zusammenhang. Zunächst haben wir:

$$(1) \quad K_{t+1} = K_t(1 - \delta) + I_t$$

wobei K der Kapitalstock, I die Investitionen und δ die jährliche Abschreibungsrate bezeichnet. Im gleichgewichtigen Wachstum gilt

$$(2) \quad K_{t+1} = K_t(1 + n)$$

(2) in (1) einsetzen ergibt

$$(3) \quad \frac{I_t}{K_t} = n + \delta$$

In der Schweiz betrug die Nutzungsdauer des Kapitalstocks im Jahre 1990 im Durchschnitt 25.5 Jahre.⁽⁷²⁾ Bei einer geometrischen Abschreibung des Kapitals beträgt der jährliche Abschreibungssatz somit vier Prozent. Um ein Wachstum in der Höhe von 1.3 Prozent zu ermöglichen, müssen gemäss (3) somit die jährlichen Bruttoinvestitionen ca. fünf Prozent des Kapitalstocks ausmachen.

In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung tauchen grundsätzlich nur Flussgrößen auf. Wir kennen demnach das Investitionsvolumen, nicht aber den Kapitalstock. In Bezug auf den Kapitalstock weist die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung den Aufwand der Unternehmen für den Kapitaleinsatz aus.

71 Folgende Ausführungen basieren auf ECOPLAN (1998a), Wirtschaftliche Auswirkungen von Reformen der Sozialversicherungen, Kapitel 10.

72 Vgl. Tabelle 4, S. 54, in Kruck, Roswitha (1994), Eine Kapitalbestandesrechnung für die Schweiz.

Um die intertemporale Kalibrierung des Modells auf der Grundlage der in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung enthaltenen Information vornehmen zu können, definieren wir die Nutzungskosten und die Ersatzkosten des Kapitals, c_k und p_k . Der Einfachheit halber unterdrücken wir für einen Moment den Zeitindex.

Ein Unternehmen, das Kapital in der Produktion einsetzt, vergleicht den Kapitaleinsatz Anfang Jahr mit dem Kapitalbestand am Ende des Jahres. Bei einem Jahreszins von r macht das Unternehmen folgende Rechnung:

$$K - \frac{K(1-\delta)}{1+r} = K \left(\frac{r+\delta}{1+r} \right)$$

Die Kosten des Kapitaleinsatzes setzen sich aus den Kosten der Abschreibung und den Zinskosten zusammen. Die Nutzungskosten des Kapitals pro Einheit sind damit:

$$(4) \quad c_k = \frac{r+\delta}{1+r}$$

Die Kosten des Kapitaleinsatzes in der Produktion C_k betragen nun:

$$(5) \quad C_k = c_k K$$

Diese Kosten sind in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als Teil der Wertschöpfung ausgewiesen. Setzen wir K in Gleichung (3) durch den Ausdruck in (5), so erhalten wir:

$$(6) \quad \frac{I}{C_k} c_k = n + \delta$$

Das Verhältnis zwischen I und C_k beträgt für 1995 ca. 0.6 Gleichung (6) gibt uns nun eine neue Gleichgewichtsbedingung, die auch den realen Zinssatz berücksichtigt. Wie man leicht nachprüfen kann, beträgt der Zinssatz, der mit einer Abschreibungsrate von vier Prozent, einem Wachstum von einem Prozent und den beobachteten Verhältnis Investitionen und Kapitalkosten vereinbar ist, ca. fünf Prozent. Dieser unrealistische Wert liegt um einiges höher als der Wert für das Jahr 1990 (ca. 2%). Deshalb haben wir ein Verfahren gewählt, wobei der Zinssatz, die Wachstums- und die Abschreibungsrate vorgegeben werden und die Investitionen bestimmt werden. Der so berechnete Wert für die Investitionen wurde im Modell berücksichtigt. Folgende Werte wurden unterstellt:

- Gleichgewichtige Wachstumsrate: 1.3% (vom Auftraggeber vorgegeben)
- Abschreibungsrate: 4% (vgl. oben)
- Investitionen im Jahr 1995: ca. 40% höher als die in der Input-Output-Tabelle ausgewiesen (ca. 135 Mrd. CHF)

□ Sektoren, Produktionsfunktion

Die Modellierung der Wirtschaftsbranchen kann wie folgt umschrieben werden:

- Aufteilung in 38 Sektoren (vgl. nachfolgende Tabelle)
- Die Aufgabenstellung verlangt eine detaillierte Aufschlüsselung nach Heizöl EL, Heizöl M/S, Diesel und Benzin. Diese Aufteilung wird modelltechnisch so vorgenommen, dass die Branche «Ölraffinerien» diese vier Kuppelprodukte herstellt.
- Output jedes Sektors: Produktion von jeweils einem Gut pro Branche für den heimischen Markt und für den Export.
- Inputs jedes Sektors: Vorleistungen aus den anderen Sektoren (aus dem In- und Ausland), Kapital, Arbeit und Energie.
- Die Produktionsstruktur wird mittels CES-Funktionen beschrieben, die eine Substitution zwischen Vorleistungen und primären Faktoren zulassen. Folgende Struktur wurde gewählt:

Grafik 11-1: Struktur der Produktionsfunktionen (Nestung)

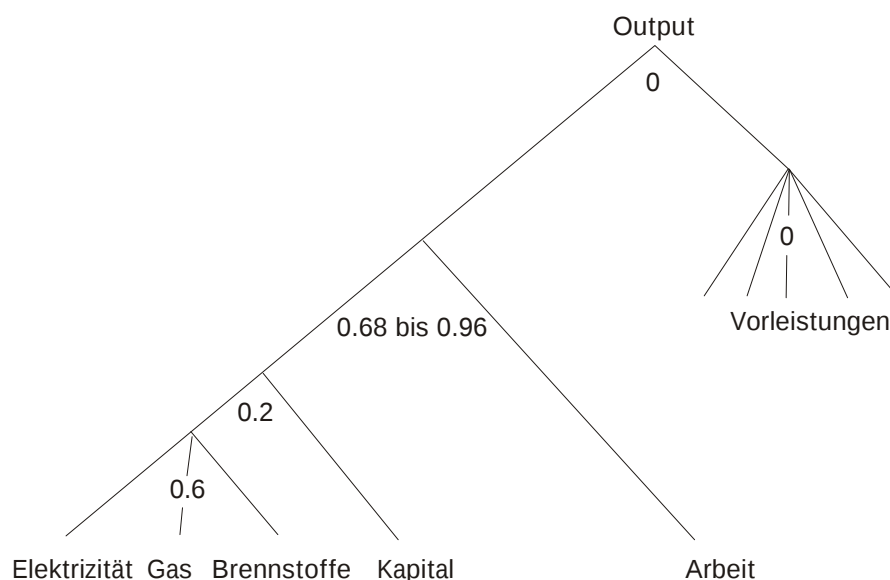


Tabelle 11-2: Die 38 Wirtschaftsbranchen im Überblick

Nr.	Branchen- kürzel	Branche	Systematik	Beschäftigte CH 1995 (Vollzeitäqui.)
1	AGR	Land-, Forstwirtschaft	0	154'000
2	ELE	Elektrizitätsversorgung, Fernwärme	111	16'743
3	GAS	Gasversorgung	112	1'700
4	WAS	Wasserversorgung	113	2'400
5	NAH	Nahrungsmittelindustrie	21	54'491
6	GET	Getränkeindustrie	22	7'343
7	TAB	Tabakindustrie	23	3'057
8	TEX	Textilindustrie	24 ohne 2414	15'194
9	KLE	Herstellung Bekleidung, Wäsche + Reparatur	25	20'109
10	HOL	Holzwaren, Möbel, Schreinerei	26	50'630
11	SAE	Holzbe- und -verarbeitung	261	5'179
12	PAP	Papierindustrie	27	14'637
13	GRA	Grafische Industrie	28	53'417
14	LED	Herstellung Lederwaren, Schuhe + Reparatur	29	4'890
15	CHE	Chemische Industrie	31,2414	66'699
16	OEL	Erdölraffinerie	314	443
17	PLA	Kunststoff- und Kautschukindustrie	32	20'847
18	NME	Steine und Erden, Bergbau	33,121,123	27'193
19	MET	Metallbe- und -verarbeitung + Reparatur	34	86'303
20	MFB	Maschinen- und Fahrzeugbau + Reparatur	35	181'943
21	ETE	Elektrotechnik, Optik, Uhren, Bijouterie, Sonstige + Reparatur	36,37,38	163'748
22	BAU	Bauhauptgewerbe	41	158'399
23	AUS	Ausbaugewerbe	42	135'600
24	GRO	Grosshandel, Handelsvermittlung + Reparatur	51-531,532,54	180'910
25	DET	Einzel-, Detailhandel + Reparatur	55-56	299'168
26	HOT	Gastgewerbe	57	179'681
27	EIS	Eisen-, Berg-, Seilbahnen	61	47'454
28	TRA	Strassenverkehr, Rohrleitungen, Schiff-, Luftfahrt, Verkehrsvermittlung	62,63, 64,65	90'387
29	TEL	Nachrichtenübermittlung	66	73'896
30	BAN	Banken, Finanzgesellschaften	71	120'753
31	VER	Versicherungen	72	47'258
32	IMO	Immobilien	73	15'800
33	CON	Beratung, pers. DL, Umweltschutz, Heime, Diverse DL + Reparatur	74-76, 84,85,87	278'523
34	STU	Unterricht, Forschung, Kultur, Sport, Erholung + Reparatur	81,82, 88	41'301
35	GES	Gesundheits- und Veterinärwesen	83	110'433
36	HAU	Kirchen, häusliche Dienste	86,89	98'021
37	STA	Öffentliche Verwaltung	91	358'422
38	SOZ	Sozialversicherung	92	14'180
Total				3'201'152

□ Haushalte, Nutzenfunktion

Die Modellierung der Haushaltsseite kann wie folgt umschrieben werden:

- Das Einkommen der Haushalte setzt sich zusammen aus Arbeits- und Kapitaleinkommen, Transfers vom Staat (wie z.B. Fürsorge), von den Sozialversicherungen und vom Ausland. Demgegenüber stehen die direkten Steuern auf Arbeit und Kapital, die Arbeitnehmerbeiträge an die Sozialversicherungen und die Transfers ans Ausland.
- Der Haushaltsbereich wird in 6 nach Lebensstandard und Alter unterteilte Haushaltgruppen eingeteilt. Die Klassierung der verschiedenen Haushaltgruppen wurde auf der Grundlage der Verbrauchserhebung 1990 bereits vorgenommen und auf das Jahr 2000 hochgerechnet.
- Auf der Ausgabenseite figurieren Konsumnachfrage und Ersparnisse der Haushalte.
- Es werden 13 Konsumgüter unterschieden

Tabelle 11-3: Die 13 Konsumgüter

Nr.	Konsumgut
1	Nahrungsmittel
2	Genussmittel
3	Bekleidung, Wohnungseinrichtung, Reinigung
4	Wohnungsmieten
5	Elektrizität
6	Öl, Gas
7	Gesundheitspflege
8	Personenfahrzeuge
9	Treibstoffe
10	Öffentlicher Verkehr
11	Bildung, Erholung, Nachrichtenübermittlung
12	Verschiedenes, Versicherung, Dienstbotenlöhne
13	Ausgaben im Ausland

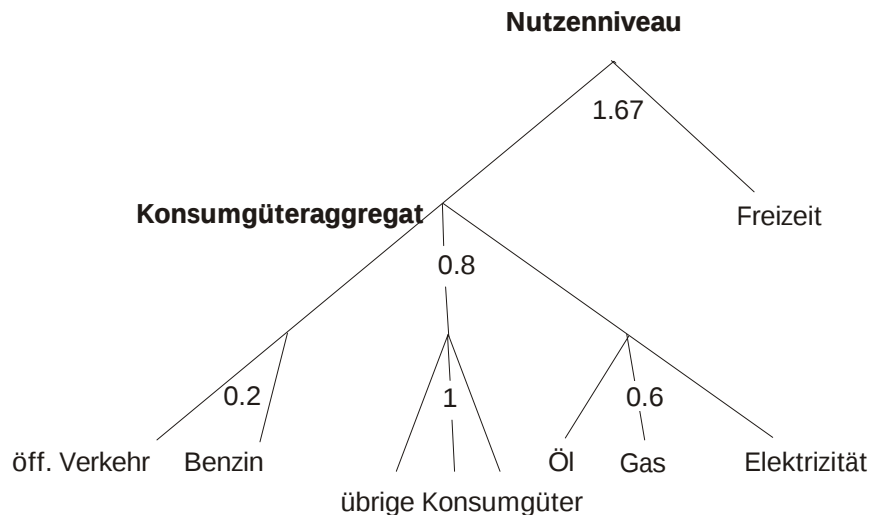
Die Präferenzen der Haushalte werden durch eine additive isoelastische Nutzenfunktion U_h beschrieben:

$$U_h = \frac{1}{1 - \frac{1}{s}} \sum_{t=1995}^T \left[\left(\frac{1}{1+r} \right)^{t-1995} u_h(C_{h,t})^{\frac{1}{s}} \right]$$

Der Nutzen zu einem bestimmten Zeitpunkt wird durch eine hierarchisch strukturierte Constant-Elasticity-of-Substitution Nutzenfunktion (CES-Nutzenfunktion) repräsentiert. Die Substitutionselastizitäten zwischen den einzelnen Gütern bzw. Güteraggregaten wurden anhand von ökonometrischen Schätzungen aus der Literatur festgelegt. Die Substitutionselastizitäten im Bereich der Energie wurden - soweit als möglich - auf die Resultate der Energieperspektiven abgestimmt. Die Werte der übrigen Funktionsparameter

ergibt sich aus den im Basisjahr beobachteten Ausgaben der Haushaltgruppen für die einzelnen Konsumgüter. Die nachfolgende Grafik gibt die hierarchische Struktur der Nutzenfunktion zu einem bestimmten Zeitpunkt und die Substitutionselastizitäten wieder.

Grafik 11-4: Genestete Struktur der Nutzenfunktion in einem bestimmten Zeitpunkt



Der Nutzen der einzelnen Zeitpunkte u_h gehen additiv in den Nutzen über den gesamten Zeithorizont ein. Die Form der Nutzenfunktion für jeden einzelnen Zeitpunkt u_h ändert sich nicht über die Zeit. Die Substitutionsmöglichkeiten zwischen zwei Perioden wird durch die intertemporale Substitutionselastizität s bestimmt. Je höher die intertemporale Substitutionselastizität, umso einfacher kann Konsum zwischen zwei Perioden verschoben werden.

Die Nutzenfunktion bezogen auf den Konsum und die Freizeit im Jahre t wird beschrieben durch:

$$u_h = \left[c_{h,t}^{1-1/r} + a l_{h,t}^{1-1/r} \right]^{1/(1-1/r)}$$

Die Formulierung der Präferenzen der Haushalte unterstellt folgendes Verhalten der Haushalte⁽⁷³⁾ :

- Die Additivitätsannahme impliziert, dass die Substitutionsmöglichkeit des Konsums zwischen zwei Perioden vom Konsum in einer dritten Periode nicht beeinflusst wird.
- Haushalte versuchen ihren Konsumpfad zu glätten, da Substitutionsmöglichkeiten vorhanden sind.

Manche in der Realität beobachtete Verhaltensweisen der Haushalte werden durch die gewählte Nutzenfunktion nicht adäquat abgebildet. Dies lässt sich jedoch relativieren :

73 Vgl. dazu A. Deaton und J. Muellbauer (1989) sowie M. Obstfeld und K. Rogoff (1996).

- Dauerhafte Güter werden nicht in einer einzelnen Periode sondern über mehrere Perioden konsumiert. Diese Tatsache wird nur dann richtig abgebildet, wenn man statt dauerhafte Güter, konsumierte Leistungen des dauerhaften Gutes definiert. Dies wird zum Teil in den von uns benutzten Daten berücksichtigt.
- Der Konsum von manchen Gütern beeinflusst den Nutzen in einer nächsten Periode (z.B: eine Mahlzeit jetzt führt dazu, dass der Nutzen einer zusätzlichen Mahlzeit eine Stunde später sehr gering ist) . Dies wird in der unterstellten Nutzenfunktion nicht berücksichtigt. Andererseits ist die zeitliche Aggregation so hoch, dass sich dieses Problem kaum stellt.
- Suchtverhalten beeinflusst das Verhalten in den nachfolgenden Perioden massgebend. Da der Aggregierungsgrad der Konsumgüter sehr hoch ist, wird dieses Problem umgangen.
- Manche Güter werden nur einmal in einer langen Periode konsumiert (z.B. Wohneigentumserwerb). Da jedoch die Haushaltgruppen sehr gross sind, stellt sich auch dieses Problem kaum, da die Aggregation dazu führt, dass diese Art von Konsumgüter in jeder Periode nachgefragt werden.

Obwohl die Wahl der Form der Nutzenfunktion in mancher Hinsicht nicht optimal ist, gibt es bis jetzt dafür keine valable Alternative. Oder wie Obstfeld und Rogoff (1999) zur einfachsten Form einer intertemporalen additiven Nutzenfunktion bemerken:

„In any event, while empirical research has raised interesting questions about the simplest time-additive preference model, it does not yet clearly point to a superior nonadditive alternative.“

Bei der Wahl der Substitutionselastizitäten (intertemporal sowie zwischen Freizeit und Konsum) sind wir folgendermassen vorgegangen:

- Die Substitutionselastizität zwischen Konsum und Freizeit wurde auf eine Angebotselastizität von 0.3 kalibriert (dies resultierte in einer Substitutionselastizität von ca. 1.6). Der Wert von 0.3 für die unkompensierte Arbeitsangebotselastizität ist konsistent mit internationalen Studien (vgl. dazu Hausman, 1995).
- Für die intertemporale Substitutionselastizität haben wir einen Wert von 0.5 angenommen. In der Literatur findet man Werte zwischen 0.5 und 1⁽⁷⁴⁾ Ein höherer Wert impliziert, dass der Haushalt einfacher zwischen Konsum heute und morgen substituieren kann. Ein höherer Wert führt demnach für den Haushalte zu höheren Wohlfahrtsverlusten bzw. geringeren Wohlfahrtsgewinnen, da er sich durch die grösseren Substitutionsmöglichkeiten weiter vom ursprünglichen, optimalen Konsumpfad entfernen kann.

74 Vgl. u.a. Keuschnigg Chr. und W. Kohler (1997); Auerbach A.J. und Kotlikoff J. (1987).

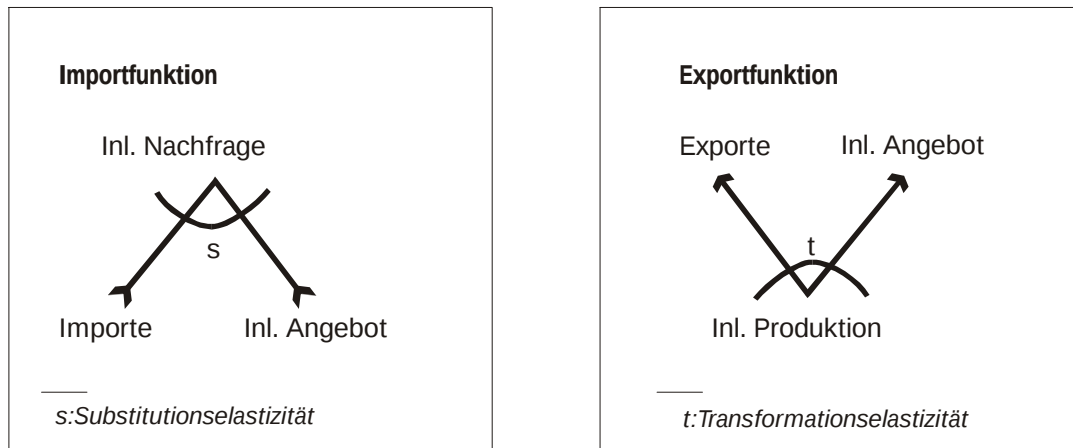
□ Staat und Sozialversicherungen

Die Ausgaben des Staates und der Sozialversicherungen setzen sich zusammen aus Konsum und Transfers (Subventionen, Sozialleistungen, usw.). Die Einnahmen stammen aus direkten (v.a. Einkommenssteuern) und indirekten Steuern, Beiträge der Versicherten und Lohnprozenten. In unserem Modell werden die Steuersätze exogen vorgegeben. Es wird unterstellt, dass in allen Szenarien die gleichen Steuersätze für die direkten und indirekten Steuern angesetzt werden.

□ Ausland

Die Modellierung des Auslands kann wie folgt umschrieben werden:

- Auf der Ausgabenseite stehen beim Ausland die Transfers an die Haushalte, an den Staat und an die Sozialversicherungen sowie die Exporte.
- Auf der Einnahmenseite gibt es die Importe, die Investitionen im Ausland und die verschiedenen Transfers.
- Das Modell wird geschlossen, indem ein Markt eingeführt wird, auf dem Devisen gehandelt werden. Devisen werden durch die Firmen angeboten, die Güter exportieren. Die Nachfrage nach Devisen kommt von den Sektoren, die Güter importieren. Bei den Kapital- und Arbeitseinkommensströmen und den Transfers vom Staat und von den Sozialversicherungen an das Ausland wurde analog vorgegangen.
- Alle diese Transaktionen erfordern einen Tausch von ausländischen Devisen gegen Schweizer Franken oder umgekehrt. Das ECOPLAN-Modell beschränkt sich auf einen Devisenmarkt. Den Preis dieser Währung kann man sich als realen Wechselkurs (des Schweizer Frankens) vorstellen. Je nach simuliertem Szenario kann sich die internationale Position des Schweizer Frankens verschlechtern oder verbessern.
- Im Modell wird zwischen inländischen und ausländischen Gütern der gleichen Art unterschieden. Es wird unterstellt, dass die Sektoren, die einen Teil ihrer Produktion exportieren, ein Kuppelprodukt herstellen (vgl. nachfolgende Grafik). Dieses Kuppelprodukt besteht aus einem Gut für die inländische Nachfrage nach im Inland produzierten Gütern und einem zweiten Gut, das für den ausländischen Markt produziert wird. Die Transformationselastizität gibt an, wie flexibel die Produktion auf Preisänderungen reagieren kann.

Grafik 11-5: Auslandmodellierung**□ Zeithorizont**

Die Resultate werden von 2000 bis 2060 jährlich berechnet. Der relativ lange Zeitpunkt ist nötig, damit sich am Schluss des Betrachtungszeitraums in allen Szenarien der gleichgewichtige Wachstumspfad wieder etabliert.

12 Detailresultate

In den folgenden Tabellen sind die wichtigsten Resultate der Berechnungen für die einzelnen Szenarien zusammengestellt:

- Tabelle 12-1: Referenzszenario
- Tabelle 12-2: Szenario SoA
- Tabelle 12-3: Szenario M+ (40)
- Tabelle 12-4: Szenario M+ (50)
- Tabelle 12-5: Szenario SoA-N
- Tabelle 12-6: Szenario M+ (40)-N
- Tabelle 12-7: Szenario M+ (50)-N
- Tabelle 12-8: Referenzszenario CO₂-Z
- Tabelle 12-9: Szenario SoA-Z-N
- Tabelle 12-10: Szenario SoA-BZ
- Tabelle 12-11: Referenzszenario für Sensitivität E1
- Tabelle 12-12: Szenario E1-SoA-N
- Tabelle 12-13: Referenzszenario für Sensitivität E2
- Tabelle 12-14: Szenario E2-SoA
- Tabelle 12-15: Szenario E2-SoA-N
- Tabelle 12-16: Referenzszenario für Sensitivität E3
- Tabelle 12-17: Szenario E3-SoA-N
- Tabelle 12-18: Referenzszenario für Sensitivität E4
- Tabelle 12-19: Szenario E4-SoA
- Tabelle 12-20: Szenario E4-SoA-N

Tabelle 12-1: Referenzszenario

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.5	470.6	503.0	537.8	575.3	615.6	656.9	700.7	747.2	797.1	850.3
Konsum (Privat und Staat)	331.1	352.2	375.9	401.4	428.8	458.1	488.8	521.5	556.2	593.4	633.0
Investitionen	102.3	109.6	117.5	125.9	135.1	145.1	154.9	165.0	175.7	187.4	199.8
Exporte	129.4	137.3	146.6	156.6	167.4	179.0	191.1	204.5	218.8	233.4	248.9
Importe	121.2	128.4	137.0	146.1	155.9	166.6	177.9	190.2	203.4	217.0	231.5
Reallohn (Index)	99.6	99.3	99.4	99.6	99.7	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.2	442.2	471.6	496.4	526.5	555.5	591.0	611.0	644.3	687.8	731.0
Arbeitseinsatz	237.5	250.3	267.2	278.7	294.3	307.7	326.4	328.5	342.8	366.1	387.9
Kapitaleinsatz	180.6	192.0	204.3	217.7	232.2	247.8	264.6	282.6	301.5	321.7	343.2
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.184	2.185	2.187	2.190	2.193	2.194	2.193	2.192	2.192	2.192
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.765	0.781	0.789	0.805	0.811	0.860	0.880	0.879	0.885
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.9	101.7	101.4	101.2	100.9	100.9	100.9	100.9	100.8	100.8
Investitionspreisindex	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.2	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
Exportpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nominallohn	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.6	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.1	475.1	507.5	542.0	578.8	618.3	659.5	703.4	750.1	800.1	853.4
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.5	379.3	404.5	431.4	460.0	490.7	523.4	558.4	595.6	635.3
Investitionen	102.9	110.6	118.5	126.9	135.9	145.8	155.5	165.6	176.3	188.1	200.6
Exporte	130.2	138.6	147.9	157.9	168.5	179.8	191.9	205.3	219.6	234.2	249.8
Importe	121.9	129.7	138.2	147.2	156.9	167.3	178.6	190.9	204.2	217.8	232.3
Wertschöpfung	418.7	443.4	473.0	498.0	528.2	557.4	593.1	613.2	646.6	690.2	733.6
Arbeitseinsatz	237.8	250.9	268.1	279.6	295.3	308.7	327.5	329.7	344.0	367.4	389.2
Kapitaleinsatz	180.8	192.5	204.9	218.4	232.9	248.7	265.6	283.6	302.6	322.8	344.4

Tabelle 12-2: Szenario „SoA“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.9	469.1	500.2	534.8	572.1	612.3	653.5	697.5	744.9	794.9	848.0
Konsum (Privat und Staat)	330.9	351.7	374.9	400.1	427.3	456.5	487.0	519.7	554.8	592.2	632.0
Investitionen	101.4	108.3	115.5	124.0	133.3	143.4	153.1	163.5	174.7	186.3	198.5
Exporte	129.6	137.3	146.5	156.5	167.3	178.8	191.0	204.1	218.2	232.8	248.4
Importe	121.0	128.1	136.7	145.8	155.7	166.3	177.6	189.8	202.9	216.4	230.9
Reallohn (Index)	99.5	99.1	99.1	99.2	99.4	99.6	99.6	99.7	99.7	99.8	99.8
Wertschöpfung	418.0	441.6	470.7	495.2	525.1	554.0	589.3	609.4	642.7	686.3	729.6
Arbeitseinsatz	237.5	249.9	266.8	278.2	293.9	307.3	325.9	328.2	342.5	365.9	387.6
Kapitaleinsatz	180.5	191.7	203.8	216.9	231.2	246.7	263.4	281.2	300.2	320.5	342.0
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.750	0.750	0.750	0.748	0.747	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.230	0.231	0.231	0.232	0.233	0.234	0.234	0.234	0.235	0.234	0.234
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.293	0.293	0.292	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.273	0.273	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.178	2.179	2.176	2.178	2.181	2.184	2.184	2.185	2.186	2.187	2.188
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.780	0.787	0.803	0.808	0.857	0.876	0.876	0.882
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	102.0	102.0	101.9	101.6	101.4	101.4	101.3	101.2	101.1	101.0
Investitionspreisindex	99.9	100.0	100.1	100.2	100.3	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0
Exportpreisindex	100.4	100.5	100.7	100.8	100.7	100.6	100.6	100.6	100.5	100.4	100.3
Importpreisindex	100.1	100.3	100.5	100.6	100.5	100.4	100.4	100.4	100.3	100.2	100.1
Nominallohn	100.1	100.2	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.3	100.4	100.4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.4	100.4
BIP-Deflator	100.6	101.1	101.2	101.2	101.1	100.9	100.9	100.8	100.7	100.6	100.6
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.7	474.3	506.3	541.2	578.3	618.0	659.4	703.4	750.4	799.9	852.7
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.5	379.4	404.9	431.9	460.7	491.4	524.1	558.9	596.0	635.6
Investitionen	102.0	109.5	116.9	125.5	134.8	144.7	154.5	164.9	176.0	187.4	199.6
Exporte	130.4	138.8	148.3	158.4	169.1	180.5	192.7	205.9	219.8	234.3	249.7
Importe	121.7	129.5	138.4	147.6	157.4	167.9	179.2	191.4	204.3	217.8	232.2
Wertschöpfung	418.3	442.5	472.1	497.1	527.5	556.8	592.4	612.7	645.8	689.2	732.2
Arbeitseinsatz	237.7	250.5	267.7	279.3	295.3	308.8	327.6	330.0	344.2	367.4	389.0
Kapitaleinsatz	180.7	192.1	204.5	217.8	232.3	247.9	264.8	282.7	301.6	321.8	343.2

Tabelle 12-3: Szenario „M+ (40)“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.8	470.9	503.2	537.8	575.0	615.2	656.4	700.4	747.1	797.0	850.2
Konsum (Privat und Staat)	330.9	352.0	375.7	401.1	428.4	457.7	488.4	521.1	556.0	593.2	632.9
Investitionen	102.6	109.9	117.6	126.0	135.0	145.0	154.6	164.9	175.8	187.5	199.9
Exporte	129.6	137.5	146.8	157.1	168.2	179.6	191.8	204.8	218.7	233.3	248.8
Importe	121.3	128.5	137.0	146.4	156.6	167.1	178.4	190.5	203.3	216.9	231.4
Reallohn (Index)	99.6	99.4	99.4	99.5	99.7	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.2	442.3	471.7	496.4	526.5	555.4	590.8	610.7	643.9	687.4	730.6
Arbeitseinsatz	237.6	250.3	267.3	278.6	294.3	307.6	326.3	328.4	342.6	366.0	387.7
Kapitaleinsatz	180.6	192.0	204.4	217.8	232.2	247.8	264.5	282.3	301.3	321.4	342.9
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.181	2.184	2.186	2.187	2.189	2.192	2.192	2.192	2.192	2.192	2.193
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.765	0.782	0.789	0.806	0.811	0.860	0.879	0.878	0.884
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.8	101.6	101.4	101.2	100.9	100.9	100.8	100.8	100.8	100.7
Investitionspreisindex	100.2	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3	100.2	100.2	100.2	100.2
Exportpreisindex	100.2	100.3	100.3	100.3	100.3	100.2	100.1	100.1	100.0	100.0	100.0
Importpreisindex	100.1	100.2	100.3	100.3	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9
Nominallohn	100.2	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.7	100.5	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.3	475.4	507.7	542.1	578.8	618.2	659.2	703.0	749.8	799.7	852.9
Konsum (Privat und Staat)	332.8	355.4	379.1	404.3	431.2	459.9	490.5	523.1	558.0	595.2	634.8
Investitionen	103.2	111.0	118.7	127.0	135.9	145.7	155.3	165.5	176.4	188.1	200.5
Exporte	130.3	138.8	148.1	158.3	169.3	180.5	192.6	205.6	219.5	234.1	249.6
Importe	122.0	129.7	138.2	147.5	157.6	167.9	179.2	191.2	204.1	217.6	232.1
Wertschöpfung	418.8	443.6	473.1	498.0	528.3	557.4	592.8	612.7	645.9	689.5	732.7
Arbeitseinsatz	237.9	251.0	268.1	279.5	295.3	308.7	327.4	329.4	343.7	367.1	388.8
Kapitaleinsatz	180.9	192.6	205.0	218.5	233.0	248.7	265.4	283.2	302.2	322.4	343.9

Tabelle 12-4: Szenario „M+ (50)“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.6	470.7	503.0	538.0	575.5	615.5	656.5	700.3	747.1	797.0	850.2
Konsum (Privat und Staat)	331.0	352.1	375.9	401.4	428.7	457.9	488.6	521.3	556.1	593.3	632.9
Investitionen	102.3	109.7	117.6	126.0	135.3	145.1	154.5	164.7	175.6	187.3	199.8
Exporte	129.5	137.3	146.6	156.7	167.5	179.4	191.9	204.9	218.7	233.3	248.9
Importe	121.2	128.5	137.0	146.2	156.0	166.9	178.5	190.5	203.4	216.9	231.4
Reallohn (Index)	99.6	99.3	99.4	99.6	99.7	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.2	442.2	471.6	496.5	526.6	555.6	591.1	610.9	644.1	687.6	730.8
Arbeitseinsatz	237.5	250.3	267.3	278.7	294.4	307.7	326.3	328.4	342.7	366.0	387.8
Kapitaleinsatz	180.6	192.0	204.3	217.7	232.2	247.9	264.7	282.5	301.4	321.6	343.0
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.292	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.184	2.185	2.188	2.190	2.193	2.192	2.192	2.192	2.192	2.192
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.765	0.781	0.789	0.806	0.811	0.860	0.879	0.878	0.885
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.8	101.7	101.4	101.2	101.0	100.9	100.9	100.9	100.8	100.8
Investitionspreisindex	100.1	100.3	100.3	100.4	100.3	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1	100.1
Exportpreisindex	100.1	100.2	100.3	100.2	100.2	100.1	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nominallohn	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.6	100.5	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.1	475.1	507.5	542.1	579.0	618.4	659.3	703.2	750.0	799.9	853.2
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.5	379.2	404.5	431.4	460.1	490.7	523.4	558.3	595.5	635.2
Investitionen	102.9	110.7	118.6	127.0	136.1	145.8	155.2	165.4	176.3	188.0	200.5
Exporte	130.2	138.6	148.0	157.9	168.6	180.2	192.7	205.7	219.6	234.2	249.8
Importe	121.9	129.7	138.2	147.3	157.0	167.6	179.3	191.3	204.2	217.8	232.3
Wertschöpfung	418.7	443.5	473.1	498.1	528.5	557.7	593.2	613.1	646.4	690.0	733.3
Arbeitseinsatz	237.9	251.0	268.1	279.7	295.4	308.8	327.6	329.6	343.9	367.3	389.1
Kapitaleinsatz	180.9	192.5	205.0	218.5	233.0	248.9	265.7	283.5	302.5	322.7	344.2

Tabelle 12-5: Szenario „SoA-N“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.3	468.4	499.4	533.9	571.2	611.4	652.6	696.7	744.1	794.0	847.1
Konsum (Privat und Staat)	331.0	351.7	374.8	399.9	427.0	456.1	486.6	519.4	554.6	592.0	631.9
Investitionen	100.7	107.5	114.7	123.1	132.4	142.5	152.3	162.8	174.1	185.6	197.7
Exporte	129.5	137.1	146.1	156.0	166.8	178.4	190.6	203.9	218.1	232.7	248.3
Importe	120.9	127.8	136.2	145.2	155.0	165.7	177.0	189.5	202.8	216.3	230.8
Reallohn (Index)	99.4	99.1	99.1	99.2	99.3	99.5	99.6	99.6	99.7	99.7	99.8
Wertschöpfung	417.9	441.4	470.3	494.8	524.7	553.5	589.0	609.2	642.7	686.3	729.5
Arbeitseinsatz	237.4	249.8	266.7	278.1	293.8	307.1	325.9	328.2	342.6	365.9	387.6
Kapitaleinsatz	180.5	191.5	203.6	216.7	230.9	246.4	263.1	281.0	300.1	320.4	341.9
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.752	0.751	0.751	0.749	0.748	0.746	0.746	0.746	0.745	0.746	0.746
Investitionen/BIP	0.229	0.229	0.230	0.231	0.232	0.233	0.233	0.234	0.234	0.234	0.233
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.293	0.292	0.292	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.273	0.272	0.271	0.271	0.271	0.272	0.273	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.176	2.177	2.174	2.176	2.178	2.182	2.182	2.182	2.184	2.185	2.185
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.763	0.779	0.786	0.802	0.807	0.856	0.876	0.876	0.882
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	102.1	102.3	102.2	102.0	101.8	101.8	101.6	101.4	101.2	101.2
Investitionspreisindex	99.6	99.7	99.9	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.0	99.9	99.8
Exportpreisindex	100.3	100.5	100.7	100.8	100.8	100.7	100.7	100.7	100.6	100.5	100.4
Importpreisindex	100.1	100.3	100.5	100.6	100.6	100.5	100.5	100.5	100.4	100.3	100.2
Nominallohn	100.1	100.2	100.4	100.5	100.6	100.7	100.7	100.7	100.6	100.5	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.4	100.5	100.6	100.7	100.7	100.7	100.6	100.5	100.4
BIP-Deflator	100.6	101.2	101.3	101.4	101.3	101.1	101.1	101.1	100.9	100.8	100.7
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.1	473.8	506.1	541.1	578.5	618.3	660.0	704.0	750.7	800.2	852.9
Konsum (Privat und Staat)	333.1	355.7	379.8	405.3	432.4	461.3	492.2	524.9	559.6	596.7	636.3
Investitionen	101.4	108.7	116.2	124.8	134.1	144.1	154.1	164.6	175.7	187.0	199.1
Exporte	130.3	138.6	148.1	158.2	168.9	180.4	192.7	206.0	220.0	234.5	250.0
Importe	121.6	129.3	138.0	147.2	157.0	167.6	179.0	191.5	204.6	218.0	232.4
Wertschöpfung	418.1	442.3	472.3	497.4	527.8	557.2	593.3	613.5	646.4	689.8	732.8
Arbeitseinsatz	237.6	250.3	267.9	279.6	295.6	309.2	328.2	330.5	344.6	367.8	389.3
Kapitaleinsatz	180.6	191.9	204.5	217.8	232.3	248.0	265.0	283.0	301.8	322.0	343.4

Tabelle 12-6: Szenario „M+ (40)-N“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.4	470.3	502.4	536.8	573.7	613.9	655.3	699.3	746.2	796.1	849.3
Konsum (Privat und Staat)	331.0	352.1	375.8	401.0	428.0	457.2	487.7	520.6	555.6	592.8	632.5
Investitionen	102.1	109.3	116.8	124.9	133.9	144.0	153.9	164.3	175.3	186.9	199.3
Exporte	129.5	137.3	146.6	156.6	167.1	178.7	190.9	204.2	218.5	233.1	248.7
Importe	121.2	128.4	136.8	145.7	155.3	166.0	177.3	189.8	203.2	216.7	231.2
Reallohn (Index)	99.5	99.3	99.4	99.4	99.6	99.8	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9
Wertschöpfung	418.1	442.1	471.3	495.8	525.6	554.5	590.0	610.2	643.5	687.1	730.3
Arbeitseinsatz	237.5	250.2	267.1	278.3	293.9	307.2	326.0	328.3	342.6	366.0	387.7
Kapitaleinsatz	180.6	191.9	204.2	217.4	231.7	247.2	264.0	281.9	300.9	321.1	342.6
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.231	0.232	0.232	0.233	0.233	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.292	0.292	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.272	0.271	0.271	0.270	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.183	2.184	2.186	2.187	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.191
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.781	0.788	0.805	0.810	0.859	0.878	0.877	0.884
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.8	101.6	101.6	101.5	101.3	101.3	101.2	101.0	101.0	100.9
Investitionspreisindex	100.0	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1
Exportpreisindex	100.2	100.3	100.3	100.3	100.3	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1	100.0
Nominallohn	100.1	100.2	100.2	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.2	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.9	100.8	100.7	100.7	100.6	100.5	100.5	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.0	474.9	506.9	541.4	578.5	618.3	659.9	703.7	750.2	799.9	853.0
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.5	379.1	404.5	431.6	460.4	491.2	523.8	558.5	595.7	635.3
Investitionen	102.7	110.3	117.8	126.0	135.0	145.1	155.0	165.4	176.2	187.8	200.1
Exporte	130.2	138.6	147.9	157.9	168.5	180.0	192.3	205.5	219.7	234.2	249.8
Importe	121.9	129.6	138.0	146.9	156.6	167.1	178.6	191.0	204.2	217.8	232.2
Wertschöpfung	418.6	443.2	472.4	497.2	527.7	557.1	593.0	613.1	646.2	689.6	732.8
Arbeitseinsatz	237.8	250.8	267.7	279.1	295.1	308.7	327.7	329.9	344.0	367.3	389.0
Kapitaleinsatz	180.8	192.4	204.6	218.0	232.6	248.4	265.3	283.2	302.1	322.3	343.8

Tabelle 12-7: Szenario „M+ (50)-N“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.6	470.7	503.0	537.9	575.3	615.3	656.1	700.2	747.0	797.0	850.2
Konsum (Privat und Staat)	331.1	352.2	376.0	401.5	428.8	457.9	488.3	521.1	556.0	593.3	632.9
Investitionen	102.3	109.6	117.4	125.8	134.9	144.7	154.2	164.7	175.7	187.3	199.8
Exporte	129.5	137.3	146.6	156.7	167.4	179.0	191.1	204.4	218.7	233.3	248.9
Importe	121.2	128.4	137.0	146.1	155.9	166.3	177.5	190.0	203.3	216.9	231.4
Reallohn (Index)	99.6	99.3	99.4	99.6	99.7	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.2	442.2	471.5	496.3	526.4	555.2	590.6	610.7	644.0	687.5	730.8
Arbeitseinsatz	237.6	250.3	267.3	278.7	294.3	307.5	326.2	328.4	342.8	366.1	387.9
Kapitaleinsatz	180.6	191.9	204.3	217.6	232.1	247.7	264.4	282.2	301.3	321.4	342.9
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.233	0.234	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.271	0.270	0.270	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.183	2.184	2.187	2.189	2.192	2.191	2.191	2.191	2.191	2.191
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.781	0.788	0.805	0.811	0.859	0.879	0.878	0.884
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.8	101.6	101.4	101.1	101.0	101.1	101.0	100.9	100.8	100.8
Investitionspreisindex	100.2	100.3	100.3	100.3	100.3	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1
Exportpreisindex	100.2	100.3	100.3	100.2	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.0
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.1	100.1	100.1	100.0	100.0
Nominallohn	100.2	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.5	100.5	100.4	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.5	100.4	100.4	100.4	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.6	100.5	100.6	100.5	100.5	100.4	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.3	475.2	507.6	542.0	578.8	618.4	660.0	704.0	750.5	800.4	853.6
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.6	379.4	404.6	431.4	460.2	491.2	523.9	558.6	595.8	635.5
Investitionen	102.9	110.7	118.5	126.8	135.7	145.4	155.1	165.6	176.5	188.1	200.6
Exporte	130.2	138.6	148.0	157.9	168.4	179.9	192.3	205.5	219.7	234.3	249.9
Importe	121.9	129.7	138.2	147.2	156.8	167.2	178.5	191.0	204.3	217.9	232.3
Wertschöpfung	418.8	443.5	473.0	497.9	528.0	557.3	593.5	613.5	646.6	690.2	733.5
Arbeitseinsatz	237.9	251.0	268.1	279.6	295.2	308.7	327.8	330.0	344.2	367.5	389.3
Kapitaleinsatz	180.8	192.5	204.9	218.3	232.8	248.6	265.7	283.6	302.5	322.7	344.2

Tabelle 12-8: Referenzszenario CO₂-Z

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.8	469.2	501.2	535.9	573.1	613.1	654.1	697.5	743.7	793.3	846.2
Konsum (Privat und Staat)	331.2	351.6	375.1	400.4	427.7	456.9	487.4	519.8	554.4	591.4	630.8
Investitionen	101.0	107.9	115.7	124.2	133.2	143.1	152.7	162.6	173.2	184.8	197.1
Exporte	128.9	136.1	145.3	155.3	166.0	177.5	189.4	202.4	216.5	231.0	246.4
Importe	120.4	126.4	134.9	144.0	153.8	164.4	175.4	187.4	200.4	213.8	228.0
Reallohn (Index)	99.5	99.1	99.2	99.3	99.4	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6
Wertschöpfung	417.4	440.5	469.6	494.1	524.0	552.7	587.9	607.7	640.7	683.9	726.9
Arbeitseinsatz	237.0	249.1	266.1	277.5	293.1	306.3	324.9	327.0	341.3	364.6	386.2
Kapitaleinsatz	180.4	191.4	203.5	216.6	230.9	246.3	262.9	280.6	299.4	319.4	340.7
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.752	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.229	0.230	0.231	0.232	0.232	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233
Exporte/BIP	0.292	0.290	0.290	0.290	0.290	0.289	0.290	0.290	0.291	0.291	0.291
Importe/BIP	0.273	0.269	0.269	0.269	0.268	0.268	0.268	0.269	0.269	0.269	0.269
Arbeitsproduktivität	2.182	2.187	2.187	2.189	2.191	2.193	2.193	2.192	2.191	2.191	2.191
Kapital/Arbeit	0.761	0.768	0.765	0.781	0.788	0.804	0.809	0.858	0.877	0.876	0.882
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.4	102.8	102.7	102.4	102.2	101.9	101.9	101.9	101.9	101.9	101.9
Investitionspreisindex	100.1	100.4	100.5	100.6	100.6	100.6	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
Exportpreisindex	100.1	100.2	100.3	100.4	100.4	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4
Importpreisindex	100.1	100.2	100.3	100.4	100.4	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4
Nominallohn	100.1	100.5	100.6	100.6	100.6	100.6	100.6	100.7	100.7	100.7	100.7
Kapitalpreis	100.1	100.5	100.6	100.6	100.6	100.6	100.6	100.7	100.7	100.7	100.7
BIP-Deflator	100.7	101.4	101.4	101.3	101.2	101.0	101.0	101.0	101.1	101.1	101.1
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.8	475.7	508.3	543.0	579.9	619.2	660.6	704.7	751.6	801.8	855.3
Konsum (Privat und Staat)	333.5	356.5	380.4	405.8	432.7	461.5	492.3	525.2	560.3	597.7	637.6
Investitionen	101.7	109.4	117.4	125.8	134.8	144.5	154.2	164.3	175.0	186.7	199.2
Exporte	129.8	138.0	147.4	157.4	168.0	179.2	191.3	204.5	218.8	233.4	249.0
Importe	121.3	128.2	136.8	146.0	155.6	166.0	177.2	189.3	202.5	216.1	230.5
Wertschöpfung	418.0	442.7	472.2	497.1	527.2	556.1	591.6	611.7	645.2	688.8	732.1
Arbeitseinsatz	237.4	250.3	267.6	279.2	294.9	308.2	327.0	329.2	343.7	367.1	389.0
Kapitaleinsatz	180.6	192.3	204.6	217.9	232.3	247.8	264.6	282.5	301.5	321.6	343.1

Tabelle 12-9: Szenario „SoA-Z-N“

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	439.5	466.8	497.5	531.7	568.6	608.4	649.2	692.9	740.2	789.8	842.6
Konsum (Privat und Staat)	331.2	351.1	374.0	398.9	425.9	454.8	485.0	517.4	552.6	589.8	629.5
Investitionen	99.4	105.7	112.9	121.2	130.4	140.3	150.0	160.4	171.5	182.9	194.9
Exporte	129.0	135.8	144.9	154.7	165.2	176.7	188.6	201.7	215.7	230.2	245.6
Importe	120.1	125.8	134.2	143.2	152.9	163.4	174.5	186.6	199.7	213.0	227.3
Reallohn (Index)	99.3	98.8	98.8	98.9	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.3	99.4
Wertschöpfung	417.1	439.7	468.4	492.5	522.1	550.5	585.7	605.6	638.8	682.2	725.1
Arbeitseinsatz	236.8	248.7	265.7	277.0	292.6	305.8	324.4	326.7	341.0	364.3	385.9
Kapitaleinsatz	180.2	191.0	202.7	215.5	229.5	244.8	261.3	278.9	297.8	317.9	339.3
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.754	0.752	0.752	0.750	0.749	0.748	0.747	0.747	0.747	0.747	0.747
Investitionen/BIP	0.226	0.226	0.227	0.228	0.229	0.231	0.231	0.231	0.232	0.232	0.231
Exporte/BIP	0.293	0.291	0.291	0.291	0.291	0.290	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
Importe/BIP	0.273	0.269	0.270	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269	0.270	0.270	0.270
Arbeitsproduktivität	2.178	2.181	2.175	2.176	2.178	2.181	2.181	2.181	2.183	2.184	2.184
Kapital/Arbeit	0.761	0.768	0.763	0.778	0.785	0.800	0.805	0.854	0.873	0.873	0.879
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.4	103.1	103.3	103.2	103.0	102.8	102.8	102.8	102.5	102.4	102.3
Investitionspreisindex	99.5	99.7	100.0	100.2	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.2
Exportpreisindex	100.3	100.5	100.8	101.0	101.0	101.0	101.1	101.1	101.0	100.9	100.8
Importpreisindex	100.1	100.3	100.6	100.8	100.8	100.8	100.9	100.9	100.7	100.7	100.6
Nominallohn	100.0	100.4	100.6	100.8	100.8	100.9	101.0	101.0	100.9	100.8	100.8
Kapitalpreis	100.1	100.4	100.7	100.8	100.9	101.0	101.0	101.1	100.9	100.9	100.8
BIP-Deflator	100.7	101.6	101.8	101.9	101.8	101.7	101.8	101.8	101.6	101.5	101.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	442.6	474.2	506.7	541.8	579.1	619.0	660.8	705.1	751.9	801.6	854.5
Konsum (Privat und Staat)	333.6	356.6	380.9	406.5	433.7	462.7	493.6	526.5	561.3	598.6	638.4
Investitionen	100.1	107.4	114.9	123.5	132.8	142.8	152.7	163.2	174.3	185.6	197.6
Exporte	129.9	138.0	147.5	157.6	168.3	179.7	192.0	205.2	219.2	233.6	249.0
Importe	121.0	127.8	136.7	145.9	155.7	166.2	177.6	189.8	202.8	216.2	230.5
Wertschöpfung	417.3	441.4	471.5	496.4	526.6	555.7	591.6	611.8	644.6	687.9	730.9
Arbeitseinsatz	236.9	249.7	267.5	279.2	295.1	308.6	327.7	330.0	344.1	367.3	388.9
Kapitaleinsatz	180.3	191.7	204.1	217.2	231.5	247.0	263.9	281.8	300.5	320.6	341.9

Tabelle 12-10: Szenario SoA-BZ

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.2	470.0	501.4	536.2	573.7	614.0	655.2	699.4	746.2	796.2	849.3
Konsum (Privat und Staat)	330.8	351.9	375.3	400.6	427.9	457.2	487.9	520.7	555.7	593.0	632.7
Investitionen	101.8	108.9	116.4	124.9	134.2	144.3	154.0	164.4	175.2	186.8	199.2
Exporte	129.7	137.5	146.6	156.6	167.4	179.0	191.2	204.5	218.3	232.9	248.5
Importe	121.1	128.4	136.9	146.0	155.9	166.6	177.9	190.2	203.0	216.6	231.0
Reallohn (Index)	99.5	99.2	99.2	99.4	99.5	99.7	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9
Wertschöpfung	418.1	442.0	471.0	495.7	525.7	554.7	590.1	610.2	643.5	687.0	730.3
Arbeitseinsatz	237.5	250.2	267.0	278.4	294.1	307.4	326.1	328.4	342.6	366.0	387.7
Kapitaleinsatz	180.6	191.8	204.0	217.3	231.6	247.2	264.0	281.9	300.9	321.0	342.5
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.750	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.231	0.232	0.232	0.233	0.234	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.179	2.181	2.181	2.183	2.185	2.189	2.189	2.190	2.190	2.190	2.191
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.780	0.788	0.804	0.809	0.858	0.878	0.877	0.883
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.8	101.8	101.6	101.4	101.1	101.1	101.0	100.9	100.9	100.8
Investitionspreisindex	100.0	100.2	100.2	100.3	100.3	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1	100.0
Exportpreisindex	100.4	100.5	100.6	100.6	100.5	100.4	100.4	100.3	100.2	100.2	100.1
Importpreisindex	100.2	100.3	100.4	100.4	100.3	100.2	100.1	100.1	100.0	100.0	99.9
Nominallohn	100.1	100.2	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
BIP-Deflator	100.7	101.0	101.0	101.0	100.8	100.7	100.6	100.5	100.5	100.4	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.1	474.7	506.7	541.4	578.5	618.0	659.3	703.3	749.9	799.6	852.6
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.5	379.2	404.6	431.5	460.2	490.9	523.6	558.4	595.5	635.2
Investitionen	102.5	110.0	117.6	126.2	135.3	145.2	155.0	165.3	176.1	187.7	200.0
Exporte	130.5	138.9	148.2	158.2	168.8	180.2	192.4	205.6	219.4	234.0	249.5
Importe	121.8	129.6	138.3	147.4	157.2	167.7	179.0	191.2	204.0	217.5	231.9
Wertschöpfung	418.6	443.0	472.2	497.3	527.6	556.8	592.5	612.7	645.9	689.3	732.5
Arbeitseinsatz	237.8	250.8	267.7	279.3	295.2	308.7	327.4	329.7	343.9	367.2	388.9
Kapitaleinsatz	180.8	192.3	204.6	218.0	232.5	248.2	265.0	283.0	302.0	322.1	343.6

Tabelle 12-11: Referenzszenario für Sensitivität E1

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.7	473.7	506.2	541.0	578.4	618.6	660.0	703.9	750.6	800.7	854.1
Konsum (Privat und Staat)	332.3	354.3	378.2	403.7	431.0	460.2	491.0	523.7	558.6	595.9	635.7
Investitionen	103.2	110.6	118.4	126.8	135.9	145.9	155.7	165.9	176.6	188.4	200.9
Exporte	130.1	138.2	147.6	157.6	168.4	179.9	192.1	205.5	219.9	234.5	250.2
Importe	121.9	129.4	138.0	147.1	156.9	167.5	178.8	191.2	204.5	218.1	232.6
Reallohn (Index)	99.4	99.1	99.3	99.6	99.8	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
Wertschöpfung	419.9	444.7	474.1	498.8	528.8	557.6	593.2	613.2	646.6	690.2	733.6
Arbeitseinsatz	239.0	252.3	269.1	280.3	295.8	308.8	327.5	329.6	344.0	367.4	389.2
Kapitaleinsatz	180.8	192.4	205.0	218.5	233.0	248.7	265.6	283.6	302.6	322.8	344.4
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.233	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.292	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.273	0.272	0.271	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.178	2.181	2.184	2.187	2.191	2.195	2.196	2.195	2.194	2.194	2.194
Kapital/Arbeit	0.757	0.763	0.762	0.779	0.788	0.805	0.811	0.860	0.880	0.879	0.885
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.7	101.4	101.1	100.8	100.5	100.5	100.4	100.4	100.4	100.4
Investitionspreisindex	100.0	100.0	100.0	99.9	99.9	99.8	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
Exportpreisindex	100.1	100.0	99.9	99.8	99.7	99.5	99.5	99.5	99.6	99.6	99.5
Importpreisindex	100.1	100.0	99.9	99.8	99.7	99.5	99.5	99.5	99.6	99.6	99.5
Nominallohn	99.9	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
Kapitalpreis	99.9	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
BIP-Deflator	100.5	100.8	100.6	100.4	100.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	446.0	477.3	509.2	543.2	579.5	618.5	659.7	703.6	750.3	800.3	853.7
Konsum (Privat und Staat)	334.0	357.0	380.4	405.3	431.8	460.1	490.8	523.5	558.4	595.6	635.3
Investitionen	103.7	111.4	119.1	127.3	136.1	145.9	155.7	165.8	176.5	188.3	200.8
Exporte	130.8	139.2	148.4	158.2	168.7	179.9	192.0	205.4	219.8	234.4	250.0
Importe	122.5	130.4	138.8	147.7	157.2	167.5	178.7	191.1	204.4	218.0	232.5
Wertschöpfung	419.5	444.3	473.7	498.5	528.6	557.8	593.5	613.6	647.1	690.7	734.1
Arbeitseinsatz	238.8	252.0	268.9	280.2	295.7	308.9	327.7	329.9	344.2	367.6	389.5
Kapitaleinsatz	180.7	192.2	204.8	218.4	233.0	248.8	265.7	283.8	302.8	323.1	344.6

Tabelle 12-12: Szenario E1-SoA-N

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	442.8	472.0	503.5	538.1	575.4	615.5	656.9	700.9	748.3	798.5	851.8
Konsum (Privat und Staat)	332.3	354.0	377.5	402.7	429.9	458.9	489.5	522.3	557.5	595.0	635.0
Investitionen	101.9	108.8	116.0	124.4	133.7	143.8	153.6	164.2	175.5	187.0	199.3
Exporte	130.2	138.1	147.2	157.2	168.0	179.5	191.8	205.1	219.4	234.1	249.7
Importe	121.6	128.8	137.2	146.2	156.1	166.7	178.1	190.6	204.0	217.7	232.2
Reallohn (Index)	99.3	98.9	98.9	99.1	99.4	99.6	99.7	99.8	99.8	99.9	99.9
Wertschöpfung	419.7	444.1	473.4	497.9	527.7	556.4	592.0	612.1	645.5	689.2	732.6
Arbeitseinsatz	238.9	252.1	269.1	280.3	295.8	308.9	327.6	329.8	344.1	367.4	389.2
Kapitaleinsatz	180.7	192.1	204.3	217.6	231.9	247.5	264.3	282.3	301.4	321.8	343.4
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.750	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.230	0.230	0.230	0.231	0.232	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.271	0.272	0.273	0.273	0.273
Arbeitsproduktivität	2.174	2.175	2.173	2.176	2.180	2.184	2.185	2.185	2.187	2.188	2.189
Kapital/Arbeit	0.756	0.762	0.759	0.776	0.784	0.801	0.807	0.856	0.876	0.876	0.882
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.9	102.0	101.8	101.5	101.3	101.2	101.1	100.8	100.7	100.6
Investitionspreisindex	99.6	99.6	99.6	99.7	99.7	99.7	99.6	99.7	99.6	99.5	99.5
Exportpreisindex	100.2	100.3	100.4	100.4	100.3	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	99.9
Importpreisindex	100.0	100.1	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	99.8	99.7	99.7
Nominallohn	99.9	99.8	100.0	100.1	100.1	100.2	100.3	100.3	100.2	100.2	100.1
Kapitalpreis	99.9	99.8	100.0	100.1	100.1	100.2	100.3	100.3	100.2	100.2	100.1
BIP-Deflator	100.6	101.0	101.0	100.9	100.8	100.6	100.6	100.5	100.4	100.3	100.2
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	445.3	476.6	508.7	543.2	579.9	619.3	660.9	704.5	751.0	800.5	853.4
Konsum (Privat und Staat)	334.1	357.4	381.4	406.5	433.2	461.7	492.5	525.0	559.5	596.5	636.1
Investitionen	102.5	109.8	117.2	125.6	134.7	144.7	154.6	165.0	176.1	187.5	199.7
Exporte	131.0	139.4	148.7	158.7	169.3	180.6	192.9	206.2	220.2	234.7	250.1
Importe	122.3	130.1	138.6	147.6	157.3	167.7	179.2	191.6	204.7	218.2	232.6
Wertschöpfung	419.1	443.3	473.2	498.1	528.4	557.8	593.8	613.9	646.8	690.3	733.3
Arbeitseinsatz	238.6	251.6	269.0	280.4	296.2	309.6	328.6	330.8	344.8	368.0	389.6
Kapitaleinsatz	180.5	191.7	204.3	217.7	232.3	248.1	265.1	283.1	302.1	322.3	343.7

Tabelle 12-13: Referenzszenario für Sensitivität E2

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.6	470.7	503.1	538.0	575.5	615.9	657.1	700.9	747.3	797.2	850.4
Konsum (Privat und Staat)	331.0	352.1	375.8	401.3	428.6	458.0	488.7	521.3	556.0	593.1	632.7
Investitionen	102.4	109.8	117.6	126.1	135.2	145.2	154.9	165.0	175.7	187.4	199.9
Exporte	129.4	137.3	146.6	156.6	167.4	179.0	191.0	204.4	218.6	233.2	248.7
Importe	121.2	128.4	136.9	146.0	155.7	166.3	177.6	189.8	203.0	216.6	231.0
Reallohn (Index)	99.6	99.3	99.4	99.6	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.2	442.3	471.7	496.6	526.7	555.7	591.2	611.2	644.4	687.9	731.2
Arbeitseinsatz	237.6	250.3	267.3	278.7	294.4	307.7	326.4	328.5	342.8	366.1	387.9
Kapitaleinsatz	180.6	192.0	204.4	217.8	232.3	248.0	264.8	282.7	301.6	321.8	343.3
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.749	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.292	0.292	0.292
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.271	0.271	0.270	0.270	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.184	2.185	2.188	2.190	2.194	2.194	2.193	2.192	2.192	2.192
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.765	0.781	0.789	0.806	0.811	0.860	0.880	0.879	0.885
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.9	101.7	101.5	101.2	100.9	100.9	100.9	100.9	100.9	100.9
Investitionspreisindex	100.1	100.3	100.3	100.4	100.3	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.1
Exportpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nominallohn	100.1	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.6	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.1	475.2	507.7	542.3	579.2	618.6	659.8	703.7	750.4	800.5	853.8
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.5	379.2	404.5	431.3	460.0	490.7	523.4	558.3	595.6	635.3
Investitionen	103.0	110.8	118.7	127.1	136.1	145.8	155.6	165.7	176.5	188.2	200.7
Exporte	130.2	138.6	147.9	157.9	168.5	179.8	191.8	205.2	219.5	234.1	249.7
Importe	121.9	129.6	138.2	147.1	156.7	167.1	178.3	190.6	203.8	217.4	231.9
Wertschöpfung	418.8	443.6	473.3	498.4	528.7	557.9	593.5	613.6	647.1	690.7	734.1
Arbeitseinsatz	237.9	251.0	268.2	279.8	295.5	308.9	327.7	329.8	344.2	367.6	389.5
Kapitaleinsatz	180.9	192.6	205.1	218.6	233.2	248.9	265.8	283.8	302.9	323.1	344.6

Tabelle 12-14: Szenario E2-SoA

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.3	468.4	499.4	533.9	571.1	611.2	652.4	696.4	743.8	793.7	846.8
Konsum (Privat und Staat)	330.9	351.6	374.6	399.7	426.7	455.7	486.2	518.9	554.2	591.6	631.4
Investitionen	100.8	107.5	114.7	123.2	132.4	142.5	152.3	162.8	174.1	185.5	197.7
Exporte	129.5	137.0	146.0	155.9	166.6	178.1	190.4	203.6	217.8	232.4	247.9
Importe	120.8	127.7	136.0	144.9	154.7	165.2	176.5	189.0	202.3	215.8	230.2
Reallohn (Index)	99.4	99.0	99.0	99.1	99.3	99.5	99.6	99.6	99.7	99.7	99.7
Wertschöpfung	417.9	441.3	470.2	494.7	524.6	553.4	588.9	609.1	642.6	686.2	729.4
Arbeitseinsatz	237.4	249.8	266.6	278.0	293.7	307.0	325.8	328.1	342.5	365.9	387.6
Kapitaleinsatz	180.5	191.6	203.6	216.7	230.9	246.4	263.1	281.0	300.1	320.3	341.9
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.752	0.751	0.750	0.749	0.747	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.746
Investitionen/BIP	0.229	0.230	0.230	0.231	0.232	0.233	0.234	0.234	0.234	0.234	0.233
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.292	0.292	0.292	0.291	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.271	0.271	0.270	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.177	2.178	2.176	2.177	2.180	2.182	2.183	2.183	2.184	2.185	2.186
Kapital/Arbeit	0.761	0.767	0.764	0.779	0.786	0.802	0.808	0.856	0.876	0.876	0.882
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.2	102.2	102.4	102.3	102.1	101.9	101.9	101.7	101.5	101.4	101.3
Investitionspreisindex	99.5	99.7	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0	99.9	99.8
Exportpreisindex	100.3	100.5	100.7	100.8	100.8	100.7	100.7	100.7	100.6	100.5	100.4
Importpreisindex	100.1	100.3	100.5	100.6	100.5	100.5	100.5	100.5	100.4	100.3	100.2
Nominallohn	100.0	100.2	100.4	100.5	100.6	100.7	100.7	100.7	100.6	100.5	100.5
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.5	100.6	100.6	100.7	100.8	100.7	100.6	100.6	100.5
BIP-Deflator	100.6	101.2	101.4	101.4	101.3	101.2	101.2	101.1	100.9	100.8	100.7
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.0	473.8	506.2	541.2	578.5	618.3	660.0	704.0	750.7	800.3	853.1
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.6	379.7	405.2	432.2	461.1	491.9	524.6	559.3	596.5	636.1
Investitionen	101.4	108.8	116.3	124.9	134.2	144.2	154.1	164.6	175.7	187.1	199.2
Exporte	130.3	138.6	148.0	158.1	168.8	180.2	192.6	205.8	219.8	234.3	249.8
Importe	121.6	129.2	137.8	146.9	156.7	167.2	178.6	191.0	204.1	217.6	231.9
Wertschöpfung	418.0	442.1	472.2	497.3	527.7	557.2	593.2	613.5	646.5	689.9	732.9
Arbeitseinsatz	237.4	250.2	267.7	279.5	295.5	309.1	328.2	330.5	344.6	367.8	389.4
Kapitaleinsatz	180.6	191.9	204.5	217.8	232.3	248.1	265.0	283.0	301.9	322.1	343.5

Tabelle 12-15: Szenario E2-SoA-N

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	439.9	467.8	498.7	533.1	570.3	610.4	651.6	695.7	743.2	793.1	846.2
Konsum (Privat und Staat)	331.0	351.6	374.5	399.6	426.5	455.6	485.9	518.7	554.0	591.4	631.3
Investitionen	100.3	106.9	114.0	122.5	131.7	141.8	151.8	162.4	173.7	185.1	197.2
Exporte	129.4	136.9	145.8	155.7	166.3	177.9	190.1	203.4	217.7	232.3	247.8
Importe	120.8	127.6	135.7	144.6	154.3	164.9	176.2	188.7	202.2	215.7	230.1
Reallohn (Index)	99.4	99.0	99.0	99.0	99.2	99.4	99.4	99.5	99.6	99.6	99.7
Wertschöpfung	417.8	441.2	470.0	494.4	524.2	553.0	588.6	608.9	642.5	686.1	729.3
Arbeitseinsatz	237.3	249.7	266.5	277.9	293.6	306.9	325.7	328.1	342.5	365.9	387.6
Kapitaleinsatz	180.5	191.5	203.5	216.5	230.7	246.1	262.9	280.8	299.9	320.2	341.8
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.752	0.752	0.751	0.749	0.748	0.746	0.746	0.746	0.745	0.746	0.746
Investitionen/BIP	0.228	0.229	0.229	0.230	0.231	0.232	0.233	0.233	0.234	0.233	0.233
Exporte/BIP	0.294	0.293	0.292	0.292	0.292	0.291	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.272	0.271	0.271	0.270	0.270	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.175	2.177	2.174	2.175	2.177	2.180	2.181	2.181	2.182	2.183	2.184
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.763	0.779	0.786	0.802	0.807	0.856	0.876	0.875	0.882
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.2	102.2	102.6	102.5	102.3	102.1	102.2	102.0	101.6	101.5	101.4
Investitionspreisindex	99.4	99.5	99.6	99.8	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	99.9	99.8
Exportpreisindex	100.2	100.5	100.7	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.7	100.6	100.5
Importpreisindex	100.0	100.2	100.5	100.6	100.6	100.6	100.6	100.6	100.5	100.4	100.3
Nominallohn	100.0	100.1	100.4	100.5	100.6	100.7	100.8	100.8	100.7	100.6	100.5
Kapitalpreis	100.0	100.2	100.5	100.6	100.7	100.8	100.9	100.9	100.7	100.7	100.6
BIP-Deflator	100.6	101.2	101.4	101.5	101.4	101.3	101.4	101.3	101.1	101.0	100.9
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	442.7	473.4	506.0	541.1	578.5	618.5	660.6	704.7	751.3	800.7	853.4
Konsum (Privat und Staat)	333.1	355.8	380.0	405.5	432.7	461.6	492.6	525.4	560.0	597.1	636.7
Investitionen	100.9	108.2	115.7	124.3	133.6	143.7	153.9	164.5	175.5	186.9	198.9
Exporte	130.2	138.5	147.9	158.0	168.7	180.2	192.7	206.0	220.1	234.6	250.0
Importe	121.5	129.1	137.6	146.8	156.5	167.1	178.6	191.2	204.4	217.8	232.1
Wertschöpfung	417.9	441.9	472.0	497.1	527.7	557.2	593.5	614.0	646.9	690.4	733.3
Arbeitseinsatz	237.4	250.1	267.7	279.4	295.5	309.2	328.5	330.8	344.9	368.2	389.7
Kapitaleinsatz	180.5	191.8	204.3	217.7	232.2	248.0	265.1	283.1	302.0	322.2	343.6

Tabelle 12-16: Referenzszenario für Sensitivität E3

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.9	469.9	502.1	536.8	574.0	614.2	655.5	699.2	745.6	795.3	848.4
Konsum (Privat und Staat)	330.8	351.7	375.2	400.5	427.8	457.1	487.8	520.4	555.1	592.1	631.6
Investitionen	102.0	109.4	117.3	125.7	134.8	144.8	154.6	164.6	175.3	187.0	199.4
Exporte	129.1	137.0	146.2	156.2	167.0	178.5	190.6	203.9	218.1	232.7	248.2
Importe	120.9	128.2	136.7	145.7	155.5	166.1	177.4	189.7	202.9	216.4	230.8
Reallohn (Index)	99.5	99.2	99.3	99.4	99.5	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8	99.8
Wertschöpfung	418.3	442.3	471.5	496.2	526.3	555.2	590.7	610.7	644.0	687.4	730.6
Arbeitseinsatz	237.8	250.5	267.3	278.7	294.3	307.6	326.3	328.5	342.8	366.1	387.9
Kapitaleinsatz	180.5	191.8	204.2	217.5	232.0	247.6	264.4	282.3	301.2	321.3	342.8
Verhältniszahlen											
Konsum/BIP	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.231	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.271	0.270	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.175	2.179	2.180	2.183	2.186	2.189	2.189	2.188	2.187	2.187	2.187
Kapital/Arbeit	0.759	0.766	0.764	0.781	0.788	0.805	0.810	0.859	0.879	0.878	0.884
Indizes											
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.2	102.0	101.9	101.7	101.4	101.2	101.1	101.1	101.1	101.1	101.1
Investitionspreisindex	100.2	100.4	100.5	100.5	100.5	100.4	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
Exportpreisindex	100.2	100.4	100.5	100.4	100.4	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2
Importpreisindex	100.2	100.4	100.5	100.4	100.4	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2
Nominallohn	100.2	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.2	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4
BIP-Deflator	100.7	101.1	101.1	101.0	100.9	100.7	100.6	100.6	100.6	100.6	100.6
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.9	475.2	507.7	542.2	579.0	618.3	659.6	703.5	750.2	800.3	853.6
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.7	379.4	404.6	431.5	460.1	490.8	523.6	558.5	595.8	635.5
Investitionen	102.6	110.6	118.6	127.0	136.0	145.8	155.5	165.6	176.4	188.1	200.6
Exporte	130.0	138.5	147.9	157.8	168.4	179.7	191.8	205.2	219.5	234.1	249.7
Importe	121.8	129.6	138.2	147.2	156.8	167.2	178.5	190.9	204.1	217.7	232.3
Wertschöpfung	419.0	443.9	473.3	498.0	528.0	557.1	592.8	613.1	646.5	690.1	733.5
Arbeitseinsatz	238.1	251.4	268.3	279.7	295.3	308.6	327.5	329.7	344.1	367.5	389.4
Kapitaleinsatz	180.8	192.5	204.9	218.3	232.8	248.5	265.3	283.3	302.4	322.6	344.1

Tabelle 12-17: Szenario E3-SoA-N

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	440.2	468.2	499.0	533.4	570.6	610.6	651.8	695.9	743.3	793.2	846.3
Konsum (Privat und Staat)	330.6	351.0	373.8	398.8	425.8	454.9	485.4	518.2	553.5	590.9	630.7
Investitionen	101.0	108.0	115.2	123.7	132.9	143.0	152.8	163.2	174.5	186.0	198.3
Exporte	129.3	136.9	145.8	155.7	166.4	178.0	190.1	203.4	217.7	232.3	247.8
Importe	120.7	127.6	135.8	144.8	154.6	165.2	176.5	189.0	202.4	215.9	230.4
Reallohn (Index)	99.4	99.0	98.9	98.9	99.1	99.3	99.3	99.4	99.5	99.6	99.6
Wertschöpfung	418.1	441.5	470.3	494.6	524.5	553.3	588.8	609.1	642.6	686.2	729.5
Arbeitseinsatz	237.6	250.0	266.6	277.9	293.5	306.7	325.5	327.9	342.4	365.8	387.5
Kapitaleinsatz	180.5	191.5	203.7	216.8	231.0	246.5	263.3	281.1	300.2	320.4	341.9
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.751	0.750	0.749	0.748	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.230	0.231	0.231	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.235	0.235	0.234
Exporte/BIP	0.294	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.292	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.271	0.271	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.173	2.175	2.173	2.176	2.178	2.182	2.182	2.181	2.183	2.183	2.184
Kapital/Arbeit	0.759	0.766	0.764	0.780	0.787	0.804	0.809	0.857	0.877	0.876	0.882
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.2	102.2	102.5	102.4	102.2	101.9	101.9	101.7	101.4	101.3	101.2
Investitionspreisindex	99.9	100.1	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3	100.2
Exportpreisindex	100.4	100.7	101.0	101.0	101.0	100.9	100.9	100.8	100.7	100.6	100.5
Importpreisindex	100.2	100.5	100.7	100.8	100.8	100.7	100.7	100.6	100.5	100.4	100.3
Nominallohn	100.1	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.6	100.6	100.5	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.6	100.6	100.5	100.4	100.4
BIP-Deflator	100.7	101.3	101.6	101.6	101.4	101.3	101.3	101.2	101.0	100.9	100.8
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.3	474.3	506.8	541.7	578.8	618.5	660.0	703.9	750.6	800.2	853.0
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.6	379.6	405.0	432.0	460.7	491.5	524.2	558.9	596.0	635.6
Investitionen	101.8	109.4	117.0	125.6	134.9	144.8	154.7	165.1	176.2	187.7	199.8
Exporte	130.2	138.6	148.1	158.1	168.8	180.2	192.5	205.8	219.8	234.3	249.7
Importe	121.6	129.3	137.9	147.1	156.9	167.3	178.7	191.2	204.4	217.8	232.2
Wertschöpfung	418.5	442.7	472.3	497.0	527.1	556.3	592.2	612.6	645.7	689.2	732.2
Arbeitseinsatz	237.9	250.6	267.7	279.2	294.9	308.4	327.4	329.8	344.1	367.3	389.0
Kapitaleinsatz	180.6	192.1	204.5	217.8	232.2	247.9	264.8	282.7	301.6	321.8	343.2

Tabelle 12-18: Referenzszenario für Sensitivität E4

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.7	470.8	503.1	538.1	575.6	616.0	657.3	701.1	747.6	797.5	850.8
Konsum (Privat und Staat)	331.1	352.3	376.0	401.5	428.8	458.2	488.9	521.6	556.4	593.6	633.2
Investitionen	102.3	109.7	117.6	126.1	135.2	145.3	155.1	165.2	175.9	187.6	200.1
Exporte	129.5	137.3	146.7	156.7	167.5	179.1	191.1	204.5	218.8	233.4	248.9
Importe	121.2	128.5	137.0	146.2	156.0	166.7	177.9	190.2	203.4	217.0	231.5
Reallohn (Index)	99.6	99.3	99.4	99.6	99.7	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Wertschöpfung	418.3	442.3	471.7	496.6	526.7	555.7	591.2	611.3	644.6	688.1	731.4
Arbeitseinsatz	237.6	250.3	267.3	278.8	294.5	307.8	326.5	328.6	342.9	366.2	388.0
Kapitaleinsatz	180.6	192.0	204.4	217.8	232.3	247.9	264.8	282.7	301.8	321.9	343.4
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.748	0.747	0.746	0.745	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744	0.744
Investitionen/BIP	0.232	0.233	0.234	0.234	0.235	0.236	0.236	0.236	0.235	0.235	0.235
Exporte/BIP	0.293	0.292	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.180	2.184	2.185	2.187	2.190	2.193	2.194	2.193	2.193	2.193	2.193
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.781	0.789	0.806	0.811	0.860	0.880	0.879	0.885
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	101.9	101.7	101.5	101.2	100.9	100.9	100.9	100.9	100.8	100.8
Investitionspreisindex	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.2	100.2	100.1	100.1	100.1	100.1
Exportpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	99.9
Importpreisindex	100.1	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	99.9
Nominallohn	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.0	100.9	100.8	100.6	100.4	100.4	100.4	100.4	100.4	100.3
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	444.2	475.3	507.7	542.3	579.1	618.6	659.8	703.7	750.4	800.4	853.7
Konsum (Privat und Staat)	333.0	355.6	379.4	404.6	431.5	460.2	490.8	523.6	558.5	595.7	635.4
Investitionen	102.9	110.7	118.6	127.0	136.1	146.0	155.7	165.8	176.5	188.3	200.8
Exporte	130.2	138.6	148.0	157.9	168.6	179.9	191.9	205.3	219.6	234.2	249.8
Importe	121.9	129.7	138.3	147.3	157.0	167.4	178.6	190.9	204.2	217.8	232.3
Wertschöpfung	418.8	443.6	473.2	498.3	528.5	557.7	593.3	613.5	646.9	690.5	733.9
Arbeitseinsatz	237.9	251.0	268.2	279.7	295.5	308.9	327.6	329.8	344.1	367.5	389.3
Kapitaleinsatz	180.9	192.5	205.0	218.5	233.1	248.8	265.7	283.8	302.8	323.0	344.6

Tabelle 12-19: Szenario E4-SoA

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.0	469.4	500.7	535.3	572.6	612.7	653.6	697.7	745.3	795.3	848.4
Konsum (Privat und Staat)	330.9	351.7	374.9	400.2	427.4	456.6	486.9	519.7	555.1	592.5	632.4
Investitionen	101.5	108.4	115.6	124.1	133.3	143.3	153.0	163.5	174.8	186.4	198.6
Exporte	129.7	137.2	146.3	156.2	166.9	178.4	190.2	203.6	218.2	232.8	248.4
Importe	121.1	127.9	136.2	145.2	155.0	165.6	176.6	189.2	202.9	216.5	230.9
Reallohn (Index)	99.5	99.2	99.2	99.3	99.5	99.6	99.6	99.7	99.8	99.8	99.9
Wertschöpfung	418.1	441.8	470.8	495.4	525.3	554.1	589.3	609.5	643.1	686.7	730.0
Arbeitseinsatz	237.6	250.0	266.9	278.2	293.9	307.2	325.7	328.1	342.6	366.0	387.7
Kapitaleinsatz	180.6	191.8	204.0	217.1	231.4	246.9	263.6	281.4	300.5	320.7	342.3
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.749	0.749	0.748	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.230	0.231	0.231	0.232	0.233	0.234	0.234	0.234	0.235	0.234	0.234
Exporte/BIP	0.294	0.292	0.292	0.292	0.291	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.275	0.273	0.272	0.271	0.271	0.270	0.270	0.271	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.177	2.180	2.178	2.180	2.183	2.186	2.186	2.186	2.187	2.188	2.188
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.764	0.780	0.787	0.804	0.809	0.858	0.877	0.876	0.883
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	102.0	102.1	102.0	101.7	101.5	101.5	101.3	101.1	101.0	100.9
Investitionspreisindex	99.9	100.0	100.1	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0	100.0
Exportpreisindex	100.3	100.5	100.6	100.7	100.6	100.5	100.5	100.5	100.4	100.3	100.3
Importpreisindex	100.1	100.3	100.4	100.5	100.4	100.3	100.3	100.3	100.2	100.1	100.0
Nominallohn	100.1	100.3	100.4	100.5	100.5	100.5	100.6	100.5	100.5	100.4	100.4
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.1	101.2	101.2	101.1	100.9	100.9	100.8	100.7	100.6	100.5
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.7	474.6	506.9	541.7	578.7	618.3	659.6	703.5	750.3	799.9	852.7
Konsum (Privat und Staat)	332.9	355.6	379.6	405.0	432.0	460.8	491.4	524.1	558.9	596.0	635.6
Investitionen	102.1	109.6	117.1	125.6	134.7	144.6	154.4	164.9	176.0	187.5	199.6
Exporte	130.5	138.7	148.1	158.1	168.7	180.0	192.0	205.3	219.7	234.2	249.6
Importe	121.8	129.4	137.9	146.9	156.7	167.1	178.2	190.7	204.3	217.7	232.1
Wertschöpfung	418.6	442.8	472.8	497.7	527.9	557.0	592.6	612.8	646.0	689.5	732.5
Arbeitseinsatz	237.9	250.6	268.0	279.5	295.4	308.8	327.5	329.8	344.2	367.4	389.0
Kapitaleinsatz	180.8	192.2	204.8	218.1	232.6	248.2	265.1	282.9	301.8	322.0	343.5

Tabelle 12-20: Szenario E4-SoA-N

Reale Grössen											
[Mrd. CHF deflationiert]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	441.2	469.6	500.9	535.5	572.8	613.0	654.0	698.0	745.5	795.5	848.7
Konsum (Privat und Staat)	330.8	351.6	374.9	400.2	427.4	456.6	487.1	519.9	555.1	592.5	632.3
Investitionen	101.8	108.7	116.0	124.4	133.7	143.7	153.5	163.8	175.1	186.6	198.9
Exporte	129.7	137.3	146.4	156.4	167.0	178.6	190.6	203.9	218.2	232.8	248.4
Importe	121.1	128.0	136.5	145.5	155.3	165.9	177.1	189.5	202.9	216.5	230.9
Reallohn (Index)	99.5	99.1	99.2	99.3	99.4	99.6	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8
Wertschöpfung	418.2	441.8	470.9	495.4	525.4	554.2	589.5	609.6	643.1	686.6	729.9
Arbeitseinsatz	237.5	250.0	266.9	278.2	293.9	307.2	325.8	328.1	342.5	365.9	387.6
Kapitaleinsatz	180.6	191.8	204.1	217.2	231.5	247.0	263.7	281.5	300.5	320.8	342.3
Verhältniszahlen	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Konsum/BIP	0.750	0.749	0.749	0.747	0.746	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745
Investitionen/BIP	0.231	0.232	0.232	0.232	0.233	0.234	0.235	0.235	0.235	0.235	0.234
Exporte/BIP	0.294	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.291	0.292	0.293	0.293	0.293
Importe/BIP	0.274	0.273	0.272	0.272	0.271	0.271	0.271	0.272	0.272	0.272	0.272
Arbeitsproduktivität	2.179	2.182	2.180	2.181	2.184	2.187	2.188	2.187	2.189	2.189	2.190
Kapital/Arbeit	0.760	0.767	0.765	0.781	0.788	0.804	0.809	0.858	0.877	0.877	0.883
Indizes	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Laspeyers Konsumentenpreisindex	101.1	102.0	102.0	101.9	101.7	101.4	101.4	101.2	101.1	101.0	100.9
Investitionspreisindex	100.0	100.1	100.2	100.3	100.3	100.3	100.2	100.2	100.2	100.1	100.0
Exportpreisindex	100.3	100.5	100.6	100.7	100.6	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3	100.2
Importpreisindex	100.1	100.3	100.4	100.5	100.4	100.3	100.3	100.2	100.2	100.1	100.0
Nominallohn	100.1	100.2	100.3	100.4	100.4	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3	100.3
Kapitalpreis	100.1	100.2	100.4	100.4	100.4	100.5	100.5	100.4	100.4	100.3	100.3
BIP-Deflator	100.6	101.1	101.2	101.1	101.0	100.8	100.8	100.7	100.6	100.5	100.4
Nominale Grössen											
[Mrd. CHF zu laufenden Preisen]	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
BIP	443.9	474.7	506.7	541.4	578.5	618.2	659.2	703.0	750.0	799.6	852.4
Konsum (Privat und Staat)	332.8	355.4	379.3	404.6	431.6	460.4	490.9	523.6	558.4	595.5	635.1
Investitionen	102.4	109.9	117.4	125.8	135.0	145.0	154.7	164.9	176.1	187.6	199.8
Exporte	130.5	138.8	148.1	158.1	168.7	180.1	192.1	205.3	219.5	234.0	249.5
Importe	121.8	129.4	138.1	147.1	156.8	167.3	178.5	190.9	204.1	217.6	231.9
Wertschöpfung	418.5	442.8	472.5	497.3	527.6	556.8	592.3	612.3	645.6	689.0	732.0
Arbeitseinsatz	237.8	250.5	267.8	279.3	295.1	308.6	327.3	329.5	343.9	367.1	388.7
Kapitaleinsatz	180.8	192.2	204.8	218.0	232.5	248.2	264.9	282.8	301.7	321.9	343.3

Quellenverzeichnis

- Aebischer, B., D. Spreng und J. Schwarz (1994-1996),
Perspektiven des Energieverbrauchs im primären und tertiären Sektor, Arbeitsbericht
1994 und diverse Arbeitspapiere, Zürich.
- Auerbach, A. J. und L. J. Kotlikoff (1987),
Dynamic Fiscal Policy, Cambridge: Cambridge University Press.
- Basics (1995- 1996),
Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie, diverse Arbeitspapiere, Zürich.
- Böhringer, Ch. (1995),
Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen
Analyse - Theoretische Grundlagen und empirische Anwendung, Peter Lang: Europäi-
scher Verlag der Wissenschaften, Stuttgart.
- Böhringer, Ch. (1998),
The Synthesis of Bottom-Up and Top-Down in Energy Policy Modeling, Energy Eco-
nomics 20 (1998), Seite 233-248.
- Böhringer, Ch., T. Hoffmann und S. Vögele (2000),
The Cost of Phasing Out Nuclear Power - A quantitative assessment of alternative
scenarios for Germany, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.
- Bovenberg, A. L. (1998),
Green Tax Reforms: Implications for Welfare and Distribution, Schweizerische Zeit-
schrift für Volkswirtschaft und Statistik, 3, S. 271-296.
- Bundesamt für Energie (1999),
Bestand und Entwicklung des Stilllegungsfonds, Arbeitspapier.
- Bundesamt für Energie (2000),
Auswirkungen einer längeren resp. kürzeren Betriebsdauer der KKW auf die Entsor-
gungskosten, Notiz.
- Bundesamt für Konjunkturfragen (1994),
Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatlichen Leistungen im Wärmebereich,
Publikation im Rahmen des Impulsprogramms PACER.
- Bundesamt für Zivilschutz (1995),
KATANOS-Bericht, Katastrophen und Notlagen in der Schweiz - Eine vergleichende
Übersicht, Bern.
- Bundesrat der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1986),
Bericht "Luftreinhalte-Konzept" vom 10. September 1986.

- BUWAL (1995a),
Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1950 bis 2010, Schriftenreihe Umwelt Nr. 255.
- BUWAL (1995b),
Handbuch Emissionsfaktoren für stationäre Quellen, Schriftenreihe Vollzug Umwelt.
- BUWAL (1995c),
Vom Menschen verursachte Luftschadstoff-Emissionen in der Schweiz von 1950 bis 2010, Schriftenreihe Umwelt Nr. 256.
- Deaton A. und J. Muellbauer (1989),
Economics and consumer behavior, Cambridge University Press, Cambridge.
- Deutsche Bank Research (1999),
Kernenergie: Ist ein Ausstieg möglich? Sonderbericht Deutsche Bank Research, Frankfurt.
- Econcept, Infrac und Prognos (1996),
Die vergessenen Milliarden, Verlag Paul Haupt, Bern.
- ECOPLAN (1994),
Auswirkungen der demografischen Alterung auf Branchen und Gesamtwirtschaft, Strukturberichterstattung, Studienreihe herausgegeben vom Bundesamt für Konjunkturfüragen, Bern.
- ECOPLAN (1995),
Wirtschaftliche Auswirkungen und Verteilungseffekte verschiedener CO₂-/Energieabgabe-Szenarien - Ergebnisse aus einem berechenbaren Gleichgewichtsmodell für die Schweiz, Bern.
- ECOPLAN (1996),
Wirtschaftliche Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative, Bern.
- ECOPLAN (1998a),
Wirtschaftliche Auswirkungen von Reformen der Sozialversicherungen, DYNASWISS - Dynamisches allgemeines Gleichgewichtsmodell für die Schweiz, Bern.
- ECOPLAN (1998b),
Externalitäten im Verkehr - methodische Grundlagen, Bern.
- ECOPLAN (1999a),
EU-Integration der Schweiz - wirtschaftliche Auswirkungen, ein berechenbares Mehrländer-Gleichgewichtsmodell für die Schweiz, Bern.
- ECOPLAN (1999b),
Ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen, Bern.

- Ernst Basler und Partner AG und ECOPLAN (1996),
Solar-Initiative: Analyse der Auswirkungen, Zürich und Bern.
- Fahl, U. et al. (1999),
Bedeutung der Kernenergie für die Energiewirtschaft in Baden-Württemberg - Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs, Gutachten im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg, Forschungsbericht des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart, Band 62, Stuttgart.
- Gantner, U., M. Jakob und S. Hirschberg (2000),
Perspektiven der zukünftigen Energieversorgung in der Schweiz unter Berücksichtigung von nachfrageorientierten Massnahmen - Ökologische und ökonomische Betrachtungen, Paul Scherrer Institut, Draft-Version vom 11. Mai 2000.
- Gubser, H. (2000),
Stromproduktionsstandort Schweiz - Voraussetzungen für den Markt / Die Schweizer Kernenergie in einem offenen Markt, Referat gehalten am VSE-Symposium 2000.
- Hausman, J. A. (1995)
Taxes and Labor Supply, in: Auerbach, A.A. and M.S. Feldstein (eds), Handbook of Public Finance, Vol. 1, Amsterdam.
- IBFG (1994),
Evaluation des Startprogramms Solar aktiv.
- Infras (1994-1996),
Perspektiven des Energieverbrauchs im Verkehrssektor 1990 bis 2030, Arbeitsbericht 1994 und diverse Arbeitspapiere, Zürich.
- Infras und ECOPLAN (1996),
Economic Impact Analysis of Ecotax Proposals - Comparative Analysis of Modelling Results.
- Infras und ECOPLAN (1999),
Soziale und räumliche Verteilungswirkungen von Energieabgaben.
- Infras (1999),
Faire und effiziente Preise im Verkehr, Ansätze für eine verursachergerechte Verkehrspolitik in der Schweiz, Bericht D3 des NFP 41, EDMZ-Bestellnummer 801.629.d.
- Kirchgässner, G., U. Müller und M. Savioz (1998),
Ecological Tax Reform and Involuntary Unemployment: Simulation Results for Switzerland, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 3, S. 329-354.
- Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats (1999a),
Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats(UREK-S) vom 4. Februar 1999, 97.028, Gegenentwürfe zu den Volksinitiativen „Für die Belohnung des Energiesparens und gegen die Energieverschwendung“ (Energie-Umwelt-Initiative) und „Für einen Solarrappen“ (Solar-Initiative).

- Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats (1999b),
Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats
(UREK-S) vom 5. Februar 1999, 99.401, parlamentarische Initiative, Bundesbeschluss
über eine Energieabgabe zur Förderung des wirksamen Energieeinsatzes und der er-
neuerbaren Energien (Förderabgabebeschluss, FAB).
- Kröger, W. et al. (2000),
Nachhaltige Entwicklung und Energie - Antworten zu 10 Schlüsselfragen, Schweizeri-
sche Gesellschaft der Kernfachleute.
- Kruck, R. (1994),
Eine Kapitalbestandesrechnung für die Schweiz, Strukturberichterstattung, Studienrei-
he herausgegeben durch das Bundesamt für Konjunkturfüragen, Bern.
- LBD-Beratungsgesellschaft mbH (1999),
Gutachten über die Wirtschaftlichkeit der HEW-Kernkraftwerke, Gutachten im Auftrag
der Freien und Hansestadt Hamburg, Hamburg.
- Meyer E. Chr., K-W. Müller-Siebers und W. Ströbele (1998),
Wachstumstheorie, R. Oldenbourg Verlag, München.
- Mutzner, J. (1995),
Die Stromversorgung der Schweiz - Entwicklung und Struktur, Verband Schweizeri-
scher Elektrizitätswerke, Bericht-Nr. 3.74d, Zürich.
- Mutzner, J. (1997),
Tarife, Preise und Kosten der elektrischen Energie, Verband Schweizerischer Elektriz-
itätswerke, Bericht-Nr. 2.99d, Zürich.
- Nordhaus, W.D. (1997),
The Swedish Nuclear Dilemma - Energy and the Environment, Resources of the Futu-
re, Washington, DC.
- Obstfeld, M. und K. Rogoff (1996),
Foundations of International Macroeconomics, MIT Press, Cambridge.
- Öko-Institut e.V. (1999),
Kommentierung des Gutachtens „Kernenergieausstieg und Klimaschutz in Baden-
Württemberg“, im Auftrag der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Landtag von Baden-
Württemberg, Freiburg.
- Pfaffenberger, W. (1995),
Arbeitsplatzeffekte von Energiesystemen, Gutachten im Auftrag der Vereinigung
Deutscher Elektrizitätswerke, Frankfurt.

- Pfaffenberger, W. (1999),
Ausstieg aus der Kernergie - und was kommt danach? Alfred Herrhausen Gesellschaft
für internationalen Dialog, Frankfurt.
- Pfaffenberger, W. und H.-J. Gerdey (2000),
Volkswirtschaftliche Auswirkungen des Ausstiegs der Schweiz aus der Kernenergie,
Bremen.
- Prognos(1994a),
Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft, Studie im Rahmen des
Impulsprogramms PACER des BFK - Bundesamts für Konjunkturfagen.
- Prognos (1994b),
Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie, Studie im Rahmen des
Impulsprogramms PACER des BFK - Bundesamts für Konjunkturfagen.
- Prognos (1994-1996),
Perspektiven des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte, Arbeitsbericht 1994 und
diverse Arbeitsberichte, Basel.
- Prognos AG (1996),
Energieperspektiven der Szenarien I bis III, 1990 - 2030, Synthesebericht.
- Prognos AG (1999),
Szenario zur Entwicklung ausgewählter Energiepreise in der Schweiz.
- Prognos AG (2000a),
Energetische und klimatische Auswirkungen der Förder- und Lenkungsabgabe.
- Prognos AG (2000b),
Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ sowie „Moratorium plus“.
- Rechsteiner, R. (2000),
Mühleberg Stilllegen - die wirtschaftlichen Konsequenzen, Bericht zu Handen des Ver-
eins „Bern ohne Atom“, Bern/Basel.
- Schade, D. und W. Weimer-Jehle (1999),
Kernenergieausstieg und Klimaschutz in Baden-Württemberg, Hrsg.: Akademie für
Technikfolgeabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Schnewlin, M. (1998),
Ein input-output basiertes Produktionsmodell der Schweiz für 1995 mit besonderer
Berücksichtigung der Energie- und Verkehrswirtschaft, Konjunkturforschungsstelle der
ETH Zürich, Zürich.
- Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (1999),
CH50% - Eine Schweiz mit halbiertem Verbrauch an fossilen Energien, Zürich.

- Schweizerischer Bundesrat (1997),
Botschaft zu den Volksinitiativen für die Belohnung des Energiesparens und gegen die Energieverschwendung (Energie-Umwelt-Initiative) und für einen Solarrappen (Solar-Initiative), 97.028, vom 17. März 1997.
- Schweizerischer Bundesrat (1997),
Botschaft zum Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen, 97.030, vom 17. März 1997.
- Stephan, G. und P. Previdoli (1996),
Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative, eine empirische, dynamische Gleichgewichtsanalyse, Studie im Rahmen der Energieperspektiven, Bern.
- UAK - Unterausschuss Kernenergie (1999),
Ermittlung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke.
- Welsch, H. (1998),
Coal subsidization and nuclear phase-out in a general equilibrium model for Germany, Energy Economics 20 (1998) 203-232.
- Zweifel, P. und R. Umbricht (1999),
Haftungsfragen bei Kernenergieanlagen, in: Meier, Renggli, Previdoli (Hrsg.); Energie - Wirtschaft - Nachhaltigkeit, S. 131ff.