

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+ VOLKSWIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN

**ZUSAMMENFASSUNG DER
WICHTIGSTEN ERGEBNISSE**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

WICHTIGSTE ERKENNTNISSE DER STUDIE ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+ – VOLKSWIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN

- ▶ Die internationale Staatengemeinschaft und auch die Schweiz haben sich 2015 im Übereinkommen von Paris zum Ziel gesetzt, die globale Erwärmung auf unter zwei Grad Celsius und nach Möglichkeit auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Die Schweiz strebt bis 2050 das Netto-Null-Emissionsziel an. Die Energiestrategie 2050 und die langfristige Klimastrategie setzen dafür einen möglichen Rahmen.
- ▶ Die Energieperspektiven 2050+ zeigen anhand von Szenarien, dass dieses Ziel technisch erreichbar ist und die dafür nötigen zusätzlichen Investitionen bis 2050 tragbar sind: Sie liegen acht Prozent oder 109 Milliarden höher als die 1400 Milliarden, die bis dahin ohnehin für die Erneuerung und den Ersatz der Elemente des Energiesystems anfallen.
- ▶ Die Energieperspektiven 2050+ sagen aber nichts aus über die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Umsetzung des Netto-Null-Ziels bis 2050. In einer im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) vom Beratungsunternehmen Ecoplan durchgeführten Studie wurden deshalb modellhafte Szenarien entworfen und ihre Auswirkungen auf die Volkswirtschaft der Schweiz untersucht. Dabei steht die Frage im Vordergrund, welche volkswirtschaftlichen Kosten der Schweiz beim Umbau ihres Energiesystems und der Umsetzung des Netto-Null Ziels entstehen.
- ▶ Die Studie – und somit die Szenarien – berücksichtigt die Kosten, die durch die Klimaschäden entstehen, nicht. Die Vermeidung dieser sogenannten Kosten des Nicht-Handelns ist das eigentliche Ziel der Klimapolitik. Ihre Quantifizierung ist jedoch methodisch mit grossen Herausforderungen verbunden und sehr aufwendig. Arbeiten zu diesem Thema werden im Rahmen des Forschungsprogramms «NCCS-Impacts»¹ vorgenommen. Die Studie konzentriert sich daher auf die Berechnung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels. «Negative Auswirkungen» bedeuten aber nicht, dass sich Klimapolitik nicht lohnt. Dass die Kosten des Nicht-Handelns bei ungebremstem Klimawandel auf globaler Ebene längerfristig wesentlich höher sind als die Kosten, die durch die Massnahmen für die Erreichung der Klimaziele von Paris entstehen, haben bereits diverse Studien gezeigt.
- ▶ Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen werden im Vergleich zu einer hypothetischen Referenzentwicklung – dem Szenario «Weiter wie bisher (WWB)» – angegeben. Sofern dabei von «negativen Wohlfahrts- oder BIP Effekten» die Rede ist, bedeutet dies nicht, dass die Wohlfahrt oder das BIP absolut betrachtet sinken, sondern lediglich, dass sie weniger stark ansteigen als in der vorgegebenen Referenzentwicklung.

¹ Im NCCS-Programm «Entscheidungsgrundlagen zum Umgang mit dem Klimawandel in der Schweiz: Informationen zu sektorenübergreifenden Themen» («NCCS-Impacts») werden von 2022 bis 2025 praxisnahe Klimadienleistungen für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft erarbeitet.

- ▶ In der Referenzentwicklung WWB werden in der Schweiz alle bis Ende 2018 in Kraft gesetzten Massnahmen und Instrumente der Energie- und Klimapolitik weitergeführt. Seither beschlossene Massnahmen bleiben unberücksichtigt. Auf internationaler Ebene sind alle spezifischen Politikmassnahmen im Energiesektor berücksichtigt, die bis 2020 in Gesetzen erlassen oder von Regierungen weltweit angekündigt waren. Mit dem WWB Szenario wird demnach das Netto-Null-Ziel nicht erreicht. Dies im Gegensatz zu den KLIMA MIX Szenarien, welche mit dem Netto-Null-Ziel respektive dem Klimaübereinkommen von Paris kompatibel sind.
- ▶ Im Hauptszenario KLIMA MIX 1 werden die bisherigen klimapolitischen Instrumente weitergeführt und verstärkt. So steigen im Emissionshandelssystem ETS die Preise bis 2050 auf rund 430 Franken und die CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe auf 500 Franken pro Tonne CO₂ (2022: 120 CHF/tCO₂). Im Vergleich zum Hauptszenario fokussiert das Szenario KLIMA MIX 2 stärker auf marktwirtschaftliche Instrumente und berücksichtigt ab 2030 im Verkehrssektor anstelle einer weiteren Verschärfung der Emissions-Vorschriften zusätzlich eine CO₂-Abgabe auf fossile Treibstoffe. Im Szenario KLIMA MIX 3 bleibt die bestehende CO₂-Abgabe auf Brennstoffe moderat, dafür werden höhere Emissions- und Effizienz-Vorschriften eingeführt. Diese Szenarien bilden stilisierte Massnahmenpakete ab, die die Erreichung des Netto-Null Ziels in der Schweiz ermöglichen. Sie sind bewusst einfach gehalten. Die Diskussion um die tatsächlichen klima- und energiepolitischen Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels der Schweiz muss auf politischer Ebene erst noch geführt werden. Die Studie greift diesen Diskussionen nicht vor. Die Szenarien widerspiegeln somit auch nicht den aktuellen Stand der Klimapolitik der Schweiz. Sie umfassen Massnahmen wie eine Lenkungsabgabe auf Treibhausgase oder eine Erhöhung der bestehenden CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, die zurzeit nicht im Vordergrund stehen.
- ▶ Gesamthaft lässt sich feststellen, dass die Schweizer Wirtschaft in allen Szenarien, die auf Netto Null ausgerichtet sind, bis 2050 deutlich wächst. Wohlfahrt und Bruttoinlandprodukt (BIP) steigen bis 2050 weiter an. Im Szenario KLIMA MIX 1 steigt die Wohlfahrt zwischen 2020 und 2050 um insgesamt 36 Prozent und das BIP um 33 Prozent an. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von rund ein Prozent bis 2050, analog zu den Szenarien KLIMA MIX 2 und KLIMA MIX 3. Auch die Beschäftigung nimmt in allen KLIMA-MIX-Szenarien zu.
- ▶ In den KLIMA MIX-Szenarien wachsen Wohlfahrt und BIP etwas weniger stark als in der Referenzentwicklung WWB. Im Szenario KLIMA MIX 1 wachsen Wohlfahrt und BIP bis 2050 jährlich um 0,04 bzw. 0,07 Prozent weniger als im Szenario WWB. Dieser Effekt ist jedoch moderat angesichts des erforderlichen massiven Umbaus des gesamten Energiesystems und angesichts der Tatsache, dass ein ungebremster Klimawandel längerfristig mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Vielfaches an Schadens- und Anpassungskosten verursachen würde. Die Beschäftigungseffekte sind gesamthaft eher gering. Im Szenario KLIMA MIX 1 liegt das Beschäftigungsniveau im Jahr 2050 um 0,1 Prozent über WWB.

- ▶ In der Wirtschaft wird der Strukturwandel weg von der energie- und treibhausgasintensiven Industrie hin zu den Dienstleistungen leicht verstärkt. Der Bau- und Energiesektor profitieren von den verstärkten Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien in der Schweiz. Bei den energieintensiven Sektoren liegt die Beschäftigung hingegen tiefer als im Szenario WWB.
- ▶ Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen in den verschiedenen Szenarien KLIMA MIX 1 bis 3 unterscheiden sich nur wenig. Das bedeutet, dass das Netto-Null-Ziel mit unterschiedlichen Massnahmenpaketen zu jeweils ähnlichen Kosten für die Volkswirtschaft erreicht werden kann. Aus ökonomischer Sicht bietet das Szenario KLIMA MIX 2 mit seinen vornehmlich marktbasieren Massnahmen (ansteigende CO₂-Abgabe auf fossile Brenn- und Treibstoffe) gemäss den Berechnungen den kosteneffizientesten Instrumentenmix.
- ▶ Im Vordergrund der Klimapolitik steht die Verminderung der Emissionen. Dennoch ist auch die Verfügbarkeit von Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ (Carbon Capture and Storage CCS), von negativen Emissionstechnologien (NET), sowie von strombasierten Energieträgern (synthetische Brenn- und Treibstoffe, Wasserstoff) entscheidend für die Erreichung des Netto-Null-Ziels. Vor allem die globalen Potenziale für NET haben einen grossen Einfluss auf die Wohlfahrtseffekte einer weltweiten, auf Netto-Null ausgerichteten Energie- und Klimapolitik, weil mit diesen Technologien die schwer vermeidbaren Emissionen ausgeglichen werden müssen.

WAS KOSTET DER KLIMAWANDEL, WENN WIR NICHTS DAGEGEN TUN?

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits heute sicht- und spürbar. Die globale Mitteltemperatur ist seit Beginn der Industrialisierung um über ein Grad Celsius angestiegen. Die Häufigkeit und Intensität von extremen Wetterereignissen nehmen zu. Ungebremst hat der Klimawandel negative Auswirkungen auf die Ökosysteme und unsere natürlichen Lebensgrundlagen. Und er verursacht auch hohe volkswirtschaftlichen Kosten. Diese Kosten des Nicht-Handelns wären potenziell gewaltig, wie verschiedene Studien zeigen.^{2,3,4} Diese Kosten wurden jedoch in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt. Die Studie vermittelt insofern ein unvollständiges Bild.

Die internationale Staatengemeinschaft hat sich deshalb 2015 im Übereinkommen von Paris zum Ziel gesetzt, die globale Erwärmung auf unter zwei Grad Celsius und nach Möglichkeit auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Die Schweiz hat dieses Übereinkommen 2017 ratifiziert und sich damit verpflichtet, zu den globalen Anstrengungen zur Eindämmung des Klimawandels beizutragen. Die nationale Umsetzung dieser Verpflichtungen erfolgt über das CO₂-Gesetz und auch über das Energiegesetz.

2019 hat der Bundesrat entschieden, dass die Schweiz bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen auf Netto-Null absenken und dann nicht mehr Treibhausgase in die Atmosphäre ausstossen soll, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können. Das Netto-Null-Ziel ist aus wissenschaftlicher Sicht zwingend notwendig, um die Auswirkungen des Klimawandels im Einklang mit dem Übereinkommen von Paris zu begrenzen. Die Kosten eines ungebremsten Klimawandels wären mit hoher Wahrscheinlichkeit um ein Vielfaches höher als die Kosten, die durch Massnahmen zur Erreichung der Ziele des Übereinkommens von Paris entstehen.⁵

Die Energieperspektiven 2050+ haben gezeigt, dass es technisch möglich und mit moderaten Zusatzinvestitionen machbar ist, unser Energieversorgungssystem rechtzeitig umzubauen. Dazu braucht es neue Massnahmen mit einer höheren Eingriffstiefe als bisher. Diese Massnahmen werden sich auf die Struktur der Wirtschaft, auf das Konsumverhalten und auf gesamtwirtschaftliche Grössen wie das Bruttoinlandprodukt oder die Wohlfahrt auswirken. Die Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen für ausgewählte Massnahmenpakete steht im Zentrum der von EcoPlan⁶ im Auftrag des Bundesamts für Energie erstellten Studie, die in dieser Zusammenfassung vorgestellt wird.

2 Stern (2006): Stern Review – The economics of climate change: Der britische Ökonom Nicholas Stern schätzt die jährlichen Kosten einer ungebremsten Klimaerwärmung über die nächsten beiden Jahrhunderte auf rund 5–20 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung.

3 OECD (2015): The Economic Consequences of Climate Change. Die OECD geht je nach Erwärmung (+1,5 oder +4,5°C) von Kosten von 1 bis 3,3 BIP-Prozenten (2060) bzw. 2 bis 10 BIP-Prozenten (2100) aus.

4 AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014 – IPCC: Fünfter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC

5 AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014 – IPCC: Fünfter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC und WORKING GROUP III: contribution to the IPCC sixth assessment report (AR6): Summary for Policymakers – IPCC.

6 EcoPlan (2022): Energieperspektiven 2050+ Volkswirtschaftliche Auswirkungen: Analyse mit einem Mehrländer-Gleichgewichtsmodell – Annahmen, Szenarien, Ergebnisse.

KLIMASTRATEGIE UND ENERGIESTRATEGIE 2050: ZWEI STRATEGIEN, EIN ZIEL

Die Schweiz will ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null absenken. Der Bundesrat hat diesen Plan mit der «langfristigen Klimastrategie der Schweiz» konkretisiert. Parallel dazu setzt die Schweiz die bestehende «Energiestrategie 2050» um. Sie führt in eine Zukunft ohne Kernenergie und fossile Energien. Dennoch soll 2050 eine sichere, saubere, bezahlbare und weitgehend inländisch produzierte Energieversorgung gewährleistet sein. Die Ziele der Energie und der Klimapolitik sind also eng verknüpft. Die Energieperspektiven 2050+ zeigen mögliche Wege auf, um beide Ziele zu erreichen.

AUSWIRKUNGEN AUF DIE VOLKSWIRTSCHAFT DER SCHWEIZ

Die Energieperspektiven 2050+ zeigen anhand von Szenarien und Energiesystemmodellen⁷, welche technischen Massnahmen zum Erfolg bei den Klima- und Energiezielen führen können. Sie liefern auch Informationen zu den direkten Investitionen, den Betriebskosten und den eingesparten Energiekosten, die der Umbau des Energiesystems mit sich bringt.

Die Energiesystemmodelle der Energieperspektiven 2050+ sagen aber nichts aus über die nötigen politischen Massnahmen, beispielsweise gesetzliche Regelungen, die es für die technische Umsetzung braucht. Diese politischen Massnahmen wurden bewusst offengelassen, da sie in den bewährten politischen Prozessen definiert werden müssen.

Um dennoch Einschätzungen zu den Auswirkungen der verschiedenen Szenarien auf die Schweizer Volkswirtschaft machen zu können, untersuchte Ecoplan ausgewählte, theoretische Massnahmenpakete.

Politische Massnahmen zum Erreichen der Energie- und Klimaziele führen nicht nur zu einem technischen Umbau des Energiesystems, sondern sie verändern auch die Wirtschaftsstruktur, die Art und Weise, wie Güter produziert und wie sie konsumiert werden. Dies beeinflusst wiederum die Wohlfahrt, das Bruttoinlandprodukt (BIP) und die Beschäftigung. Die Grössenordnungen dieser Auswirkungen auf die Schweizer Volkswirtschaft als Ganzes hat Ecoplan analysiert.

Wichtig dabei ist: Ziel der Energie- und Klimapolitik ist es, die Auswirkungen des Klimawandels und die damit verbundenen Folgekosten zu reduzieren. «Negative volkswirtschaftliche Auswirkungen» der KLIMA MIX Szenarien bedeuten deshalb nicht, dass sich die Umsetzung der Energie- und Klimapolitik nicht lohnt. Denn die Kosten des Nicht-Handelns sind, wie einleitend festgehalten, mutmasslich viel höher. Das Netto-Null-Ziel an sich steht deshalb im Rahmen dieser Studie nicht zur Diskussion. Aus diesem Grund wurde auf eine eigentliche Kosten-Nutzen-Analyse verzichtet.

Der Fokus der Studie liegt auf dem Umbau des Energiesystems der Schweiz. Sie hält sich bei den Berechnungen für die Schweizer Energiewirtschaft eng an die Szenarien der Energieperspektiven 2050+⁸. Ergänzend dazu wurden die Anstrengungen des Auslands zur Erreichung der Klimaziele gemäss dem Übereinkommen von Paris vereinfacht modelliert, um deren Rückkoppelungseffekte auf die Schweizer Volkswirtschaft zu berücksichtigen.

⁷ Prognos, TEP Energy, Infrac, Ecoplan (2021) Energieperspektiven 2050+ – Technischer Bericht. Gesamtdokumentation der Arbeiten, i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Bern.

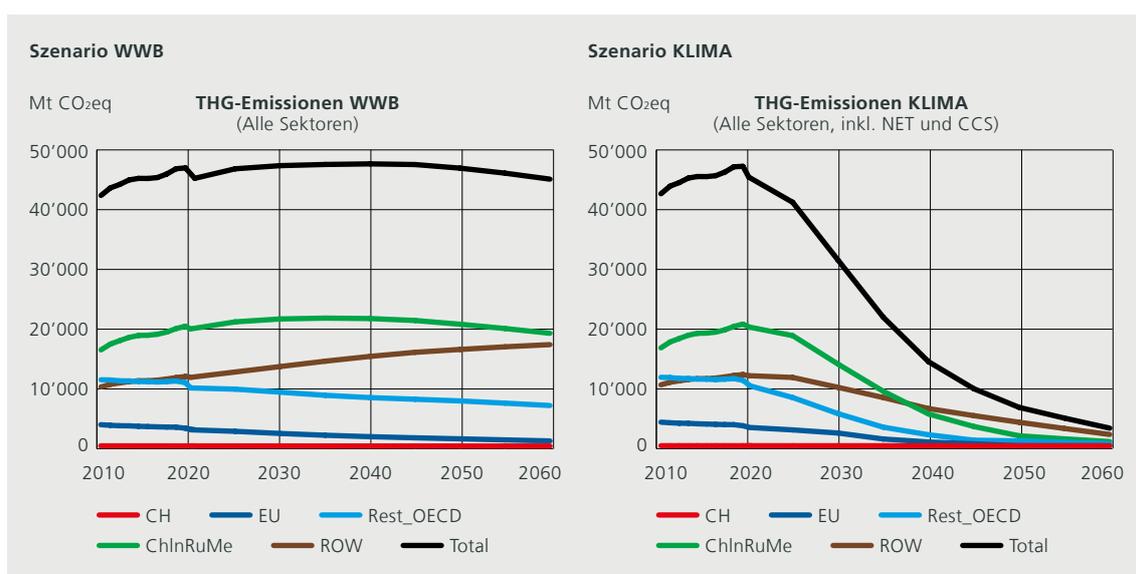
⁸ Wenn nicht anders spezifiziert, basieren die KLIMA-Szenarien für die Schweiz auf dem Szenario ZERO-Basis der Energieperspektiven 2050+ mit der Stromvariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050» und mit einer angenommenen Laufzeit der Kernkraftwerke von 50 Jahren (siehe Prognos, TEP Energy, Infrac, Ecoplan (2021) Energieperspektiven 2050+ – Technischer Bericht. Gesamtdokumentation der Arbeiten, i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Bern).

DIE KLIMA MIX SZENARIEN

Neben dem Szenario «Weiter wie bisher» (WWB) wurden drei verschiedene KLIMA-Szenarien definiert, die eine Absenkung der Treibhausgas-Emissionen bewirken und mit dem Übereinkommen von Paris kompatibel sind. Die Ergebnisse der KLIMA-Szenarien werden in der Studie immer als Abweichungen vom Vergleichsszenario WWB dargestellt.

Im **Szenario «Weiter wie bisher» WWB** werden in der Schweiz alle bis Ende 2018 in Kraft gesetzten Massnahmen und Instrumente der Energie- und Klimapolitik weitergeführt. Seither beschlossene Massnahmen bleiben unberücksichtigt. Auf internationaler Ebene sind alle spezifischen Politikmassnahmen im Energiesektor berücksichtigt, die bis 2020 in Gesetzen erlassen oder von Regierungen weltweit angekündigt waren⁹. Das Bruttoinlandprodukt und das Bevölkerungswachstum in der Schweiz folgen den Annahmen in den Energieperspektiven 2050+. Für das Ausland wurden die Annahmen aus den Szenarien der Internationalen Energieagentur IEA übernommen. Im Szenario WWB werden die Klimaziele nicht erreicht, siehe Abbildung 1. Es ist deshalb mit dem Übereinkommen von Paris nicht kompatibel. Auch global ergeben sich in diesem Szenario nur marginale Verbesserungen bei den Emissionen. WWB ist also keine gleichwertige Alternative zu den KLIMA-Szenarien (insbesondere, weil die Klimaschäden in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt werden), sondern dient lediglich als Vergleich, um die Auswirkungen des Umstiegs weg von einer Weiterführung des aktuellen Energiesystems hin zu einem Netto-Null kompatiblen System aufzuzeigen.

Abbildung 1: Totale Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen [Mt CO₂eq]



© Ecoplan AG

Die **KLIMA MIX** Szenarien bilden ausgewählte stilisierte und theoretische Massnahmenpakete ab, die die Erreichung des Netto-Null Ziels in der Schweiz ermöglichen. Die Massnahmenpakete setzen gezielte Schwerpunkte und sind bewusst einfach gehalten. Sie sind nicht als Vorschläge für die künftige Ausgestaltung der Klima- und Energiepolitik zu verstehen. Zudem stehen sie in der aktuellen Klimapolitik der Schweiz nicht im Vordergrund: So sieht die neue Botschaft zur Änderung des CO₂-Gesetzes, die der Bundesrat am 16. September 2022 verabschiedet hat, keine Erhöhung der bestehenden CO₂-Abgabe und auch keine Einführung von neuen Abgaben vor. Die Diskussion um die tatsächlichen klima- und energiepolitischen Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels der Schweiz muss auf politischer Ebene noch geführt werden. Die Studie greift diesen Diskussionen nicht vor.

Das **Hauptszenario KLIMA MIX 1** führt die bestehenden energie- und klimapolitischen Instrumente der Schweiz weiter und verstärkt diese. Das **Szenario KLIMA MIX 2** setzt primär auf marktwirtschaftliche Instrumente (insbesondere CO₂-Abgaben auf fossile Brennstoffe und ab 2030 auf fossile Treibstoffe). Das **Szenario KLIMA MIX 3** setzt primär auf höhere Emissions- und Effizienz-Vorschriften.

In allen drei Szenarien wird angenommen, dass das Ausland seine Klimaziele durch eine umfassende Treibhausgas-Abgabe sowie mit dem europäischen Emissionshandel EU-ETS erreicht. Ebenfalls untersucht wurden für alle drei KLIMA-Szenarien die Auswirkungen einer alternativen Klimapolitik des Auslands, mit der dieses seine energieintensive und handels-exponierte Industrie schützt (**KLIMA MIX Protect** Szenarien).

Abbildung 2: Überblick über die drei Szenarien KLIMA MIX 1 bis 3

Bereich	KLIMA MIX 1	KLIMA MIX 2	KLIMA MIX 3
Energieintensive Industrie	Emissionshandelssystem – verknüpft mit dem EU ETS		
Brennstoffe	CO ₂ -Abgabe auf Brennstoffe (Rückverteilung 2/3 Teilzweckbindung für Subventionen im Gebäudebereich 1/3)	CO ₂ -Abgabe auf Brennstoffe (Rückverteilung 2/3 Teilzweckbindung für Subventionen im Gebäudebereich 1/3) CO ₂ -Abgabe auf Treibstoffe (Rückverteilung 2/3 Teilzweckbindung für Subventionen im Bereich nicht fossile Mobilität 1/3)	Vorschriften (die bestehende CO ₂ -Abgabe auf Brennstoffe wird auf 120 CHF/t fixiert, Rückverteilung 2/3 Teilzweckbindung Subvention im Gebäudebereich 1/3)
Treibstoffe	Emissions-Vorschriften		Emissions-Vorschriften
Rest (v.a. Landwirtschaft, Abfall und industrielle Prozesse sowie von Vorschriften oder CO ₂ -Abgabe nicht erfasste energetische Prozesse)	Treibhausgas-Abgabe		
Stromproduktion	gemäss Kraftwerksportfolio der Strategievarianten der Energiesystemmodelle der Energieperspektiven 2050+ (mit Quoten umgesetzt)		

ERGEBNISSE SZENARIO KLIMA MIX 1 (HAUPTSZENARIO)

1. HÖHE DER ABGABEN

Die politischen Massnahmen, die im Hauptszenario KLIMA MIX 1 untersucht wurden, umfassen Emissions-Vorschriften im Verkehr, Subventionen im Gebäudebereich und das Emissionshandelssystem ETS in der Industrie. Weiter gibt es eine CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe, deren Einnahmen zu zwei Dritteln rückverteilt und zu einem Drittel zweckgebunden eingesetzt werden. In den restlichen Bereichen wird im Inland eine Treibhausgas-Abgabe (THG-Abgabe) eingesetzt. Das Ausland erreicht seine Ziele durch eine umfassende Treibhausgas-Abgabe sowie dem EU-ETS.

Tabelle 1: ETS-Preise, CO₂-Abgabe (in CHF/tCO₂) und THG Abgabe (in CHF/tCO_{2eq}) im Inland im Szenario KLIMA MIX 1

	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
ETS-Preis	31	50	152	216	295	427	367	339
CO ₂ -Abgabe auf Brennstoffe	160	180	200	220	350	500	500	500
CO ₂ -Abgabe auf Treibstoffe	0	0	0	0	0	0	0	0
THG-Abgabe im nicht über CO ₂ Abgaben oder Vorschriften regulierten Bereich	320	352	394	391	574	776	767	753

Das Modell berechnet die Preise im Emissionshandelssystem (ETS) sowie die für die Zielerreichung notwendigen Abgabebesätze.¹⁰ Der ETS-Preis steigt bis 2050 auf rund 430 Franken pro Tonne CO₂. Danach nimmt er aufgrund der sinkenden Kosten der erneuerbaren Energietechnologien und den Carbon Capture and Storage (CCS) Technologien wieder etwas ab. Um die Nutzung von fossilen Brennstoffen (hauptsächlich Heizöl) in Gewerbe, Haushalten sowie der nicht dem ETS unterstellten Industrie in Richtung Null zu lenken, müsste die CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe gemäss den Modellrechnungen bis 2050 in der Grössenordnung von 500 Franken pro Tonne CO₂ liegen. Der Gebäudesektor (Warmwasser und Raumwärme) könnte bereits mit einer Abgabe von 300 Franken pro Tonne CO₂ langfristig vollständig dekarbonisiert werden. Ein grosser Teil der Gebäude wird jedoch schon vor Erreichung dieser Abgabenhöhe saniert und wäre damit von der Abgabe nicht mehr betroffen. Vergleichsweise hoch sind die Vermeidungskosten (das sind die Kosten zur Vermeidung von zusätzlichen Emissionen) in den übrigen Bereichen, also vor allem in der Landwirtschaft und bei den industriellen Prozessen. Dies, weil sich die Emissionen in diesen Bereichen nur schwer vermeiden lassen.

¹⁰ Die Höhe der CO₂ Abgaben werden exogen vorgegeben.

2. WOHLFAHRT UND BRUTTOINLANDPRODUKT (BIP)

Die Auswirkungen auf die Schweizer Volkswirtschaft als Ganzes werden anhand der Veränderungen der Wohlfahrt und des BIP dargestellt. Beide Grössen wachsen im Hauptszenario KLIMA MIX 1 bis 2050 weiter an. Die Wohlfahrt steigt zwischen 2020 und 2050 um insgesamt 36 Prozent und das BIP um 33 Prozent an. Zum Vergleich: Im Szenario WWB wächst die Wohlfahrt um 38 Prozent und das BIP um 36 Prozent. Die jährlichen KLIMA MIX 1 Wachstumsraten sind also um 0,04 Prozent und 0,07 Prozent tiefer und 2050 liegen Wohlfahrt und BIP 1,4 Prozent und 2,2 Prozent unter dem Niveau von WWB.

DIREKTE VOLKSWIRTSCHAFTLICHE MEHRKOSTEN

Zum Energiesystem gehören:

- ▶ Infrastrukturen zur Energieproduktion und -Umwandlung (Wasserkraftwerke, PV-Anlagen, Biomasseanlagen, Windenergieanlagen, Power-to-X-Anlagen, etc.)
- ▶ Infrastrukturen zur Energieverteilung (Stromnetze, Gasnetze, Transformatoren, Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität, etc.)
- ▶ Die Energieverbraucher (Anlagen, Gebäude, Geräte, Motoren, etc.)

Alle diese Elemente des Energiesystems müssen gebaut, betrieben, saniert, sowie alters- oder technologiehalber einmal ersetzt werden. Das verursacht Kosten für Investitionen, den Betrieb und für die verbrauchte Energie. Mit den Energiesystemmodellen der Energieperspektiven 2050+ wurden im Szenario ZERO Basis die Mehrinvestitionen, die zur Erreichung der gesetzten Ziele notwendig sind, sowie die vermiedenen Energiekosten im Vergleich zum Szenario WWB berechnet.

	Kumulierte Mehrkosten ZERO-Basis im Vergleich zu WWB im Zeitraum 2020 bis 2050
annuisierte Investitionen	+109 Mrd. CHF
Betriebskosten	+14 Mrd. CHF
Energiekosten	-50 Mrd. CHF
Total Mehrkosten im Vergleich zu WWB	+73 Mrd. CHF

Im Vergleichsszenario WWB betragen die Investitionen in Kraftwerke, Anlagen, Wärmeerzeuger, Fahrzeuge und energierelevante Bauteile der Gebäude bis 2050 insgesamt rund 1400 Milliarden Franken. Das sind also «Sowieso-Kosten», die auch ohne gezielte Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels anfallen. Mit diesen Investitionen sinken die Treibhausgasemissionen im Szenario WWB bis 2050 um rund 30 Prozent im Vergleich zu heute (2018). Um das Netto-Null Ziel bis 2050 zu erreichen, muss der Umbau des Energiesystems also deutlich rascher vorangehen. Es braucht zusätzliche Investitionen in Stromproduktionsanlagen, Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen, Wärmenetze, Gebäudesanierungen und Neubauten, Stromnetze, sowie in andere Infrastrukturen oder auch in CCS und NET-Technologien (beide vor allem nach 2040). Diese Investitionen sind im Szenario ZERO Basis, mit dem das Netto-Null-Ziel bis 2050 erreicht wird, im Vergleich zu WWB, welches dieses Ziel verfehlt, um rund acht Prozent höher.

Warum liegen das Wohlfahrts- und BIP-Wachstum im Szenario KLIMA MIX 1 tiefer als im WWB, obwohl weniger fossile Energie importiert und in der Schweiz mehr in erneuerbare Energien und Energieeffizienz investiert wird? Der Umbau des Energiesystems auf Netto-Null verursacht gemäss den Energieperspektiven 2050+ zwischen 2020 und 2050 direkte Mehrkosten von 73 Milliarden Franken (siehe Box). Damit der Umbau des Energiesystems gelingt, werden in den KLIMA MIX Szenarien modellhafte politische Massnahmen wie Emissionshandelssysteme, CO₂-Abgaben, Subventionen oder Emissions-Vorschriften eingesetzt. Sie setzen Anreize, damit die nötigen Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienztechnologien tatsächlich getätigt werden. Dies löst wiederum eine volkswirtschaftliche Kettenreaktion aus: Vereinfacht gesagt werden Ressourcen für den Umbau des Energiesystems eingesetzt, die dann anderswo in der Volkswirtschaft fehlen.

3. STRUKTURANPASSUNGEN IN DER WIRTSCHAFT

Die Struktureffekte werden anhand der Änderungen des Bruttoproduktionswerts¹¹ in den Sektoren gemessen. Die Transformation zu Netto-Null führt zu einer leichten Verstärkung des bereits bestehenden Trends von der Industrie hin zu einer noch ausgeprägteren Dienstleistungsgesellschaft. Struktureffekte, die weg von der Produktion treibhausgasintensiver Güter hin zu Gütern mit weniger Treibhausgas-Emissionen führen, sind eine logische Konsequenz der Klimapolitik. Die Studie zeigt denn auch im Vergleich zum Szenario WWB negative Auswirkungen in den besonders energie- und treibhausgasintensiven ETS-Sektoren, dem Rest der Industrie und auch in der Landwirtschaft. Ein anderes Bild ergibt sich für den Bausektor und den Energiesektor: Sie profitieren vom Umbau des Energiesystems und den Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien in der Schweiz.

Die Effekte auf den Bruttoproduktionswert spiegeln sich zum Grossteil auch bei der Beschäftigung wieder. Zulegen können der Bausektor und vor allem der Energiesektor. Dort liegt die Beschäftigung im Szenario KLIMA MIX 1 im Jahr 2050 um 2,3 Prozent (Bau) respektive 32,5 Prozent (Energie) über dem Niveau von WWB. Bei den energieintensiven ETS-Sektoren geht die Beschäftigung hingegen zurück und liegt im Jahr 2050 um drei Prozent tiefer als im Szenario WWB. Die Beschäftigungseffekte fallen für die Schweiz gesamthaft eher gering aus: 2050 liegt die Beschäftigung im Szenario KLIMA MIX 1 um 0,1 Prozent über dem Beschäftigungsniveau von WWB, in Vorjahren liegt sie leicht unter dem Niveau von WWB. Gesamthaft wächst die Beschäftigung bis 2050 sowohl im Szenario WWB wie auch im Szenario KLIMA MIX 1.

¹¹ Der Bruttoproduktionswert ist hier die Summe des Wertes aller in einem Sektor der Schweizer Volkswirtschaft produzierten Güter und Dienstleistungen.

4. SOZIALE VERTEILUNGSEFFEKTE

Bei der Ausgestaltung von energie- und klimapolitischen Massnahmen sind mögliche Verteilungseffekte zu berücksichtigen. Sie zeigen, ob und welche Bevölkerungsgruppen (Erwerbstätige ohne Kinder nach Einkommensgruppe, Erwerbstätige mit Kindern nach Einkommensgruppe, Rentnerinnen und Rentner nach Einkommensgruppe) mehr oder weniger vom Umbau des Energiesystems betroffen sind.

Die Verteilungseffekte werden stark von der tatsächlichen Ausgestaltung der politischen Massnahmen abhängen. In den stilisierten Szenarien der Studie sind bei den erwerbstätigen Haushalten die verschiedenen Einkommensklassen ähnlich stark betroffen. Die Wohlfahrt steigt in allen Bevölkerungsgruppen und allen KLIMA-MIX Szenarien bis 2050 weiter an. Das Lohnniveau nimmt über alle Szenarien hinweg eine ähnlich positive Entwicklung wie im Referenzszenario. Verglichen mit der Referenzentwicklung WWB, liegt es 2050 in den KLIMA-MIX-Szenarien aber leicht darunter.

Stellt man den KLIMA-MIX-Szenarien der Referenzentwicklung WWB gegenüber, zeigen sich 2050 folgende Effekte. Im Szenario KLIMA MIX 1 liegen die Wohlfahrtseffekte für 80 Prozent der Haushalte zwischen $-1,6$ bis $-1,7$ Prozent. Bei den reichsten 20 Prozent der Haushalte sind die Auswirkungen mit $-1,2$ bis $-1,5$ Prozent leicht tiefer. Bei den Rentnerhaushalten sind die Auswirkungen mit $-0,4$ bis $-1,0$ Prozent am geringsten. Haushalte, deren Einkommen zum grössten Teil aus dem Lohn stammt, sind demnach etwas stärker betroffen. Für Haushalte, die stärker von Kapitaleinkommen oder von Transfers (wie beispielsweise der AHV) leben, fallen die Effekte etwas geringer aus.

Die Szenarien der Studie beinhalten keine Massnahmen zur Entlastung gewisser Bevölkerungsgruppen oder zur Abschwächung unerwünschter Verteilungswirkungen. Die Ergebnisse machen aber deutlich, dass diesen Effekten bei der Ausgestaltung der künftigen Klima- und Energiepolitik Beachtung geschenkt werden muss.

5. SEKUNDÄREFFEKTE: LUFTQUALITÄT UND LÄRM IM STRASSENVERKEHR

Mit klimapolitischen Massnahmen werden nicht nur die Treibhausgas-Emissionen und damit die global schädlichen Auswirkungen des Klimawandels reduziert. Sie wirken sich auch auf andere Umweltbereiche aus. So nehmen beispielsweise die Luftverschmutzung, die Lärmbelastung durch den Strassenverkehr und die damit verbundenen externen Kosten ab. Im Rahmen der Studie von Ecoplan wurden diese Sekundäreffekte der Klimapolitik für die Schweiz (nicht jedoch international) geschätzt. Nicht berücksichtigt wurden die Kernkraftrisiken in dieser Betrachtung. Die Sekundäreffekte wirken sich positiv auf die Wohlfahrt aus und die leicht negativen Wohlfahrtseffekte der KLIMA-MIX-Szenarien fallen unter Berücksichtigung der positiven Sekundäreffekte um rund 10 Prozent geringer aus.

VOLKSWIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN IN DEN VERSCHIEDENEN UNTERSUCHTEN SZENARIEN

Neben dem Hauptszenario KLIMA MIX 1 hat die Studie drei weitere KLIMA MIX Szenarien untersucht, die unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Auch diese Szenarien enthalten ausgewählte Massnahmen, die derzeit nicht im Fokus der Schweizer Klimapolitik stehen.

KLIMA MIX 2: Dieses Szenario fokussiert im Vergleich zum Szenario KLIMA MIX 1 stärker auf marktwirtschaftliche Instrumente. Ab 2030 wird deshalb anstelle einer weiteren Verschärfung der Emissions-Vorschriften im Verkehr zusätzlich eine CO₂-Abgabe auf fossile Treibstoffe eingeführt¹². Die Einnahmen der Abgaben auf den fossilen Brenn- und Treibstoffen werden zu zwei Dritteln an Wirtschaft und Bevölkerung rückverteilt und zu einem Drittel zweckgebunden zur Förderung emissions-reduzierender Massnahmen eingesetzt. Das Politikinstrumentarium im Ausland bleibt unverändert (uniforme Treibhausgas-Abgabe und EU-ETS).

KLIMA MIX 3: Dieses Szenario setzt im Vergleich zum Szenario KLIMA MIX 1 stärker auf Emissions- und Effizienz-Vorschriften. Die CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe wird auf dem heutigen Wert von 120 CHF pro Tonne CO₂ belassen. Zusätzlich werden Vorschriften im Verkehrs-, Gebäude- und den Nicht-ETS-Sektoren eingeführt bzw. verschärft. Das Politikinstrumentarium im Ausland bleibt unverändert (uniforme Treibhausgas-Abgabe und EU-ETS).

KLIMA MIX Protect: In diesem Szenario setzt das Ausland in den energieintensiven und handelsexponierten Sektoren statt auf eine uniforme Treibhausgas-Abgabe auf ein sogenanntes «Output Based Allocation System»¹³. Dieses verteuert die Produktion weniger stark als eine uniforme Treibhausgas-Abgabe. So schützt das Ausland seine heimische Produktion in den energieintensiven und handelsexponierten Sektoren vor Preiserhöhungen. Mit diesem Szenario wird der Einfluss einer alternativen Klimapolitik des Auslands auf die Schweiz näher beleuchtet. Dieses alternative ausländische Politikinstrumentarium wird in der Studie kombiniert mit den drei MIX-Szenarien (MIX1, MIX2 und MIX3) untersucht.

Tabelle 2: ETS-Preise, CO₂-Abgabe (in CHF/tCO₂) und THG Abgabe (in CHF/tCO_{2eq}) im Inland in den Szenarien KLIMA MIX 1–3 für das Jahr 2050

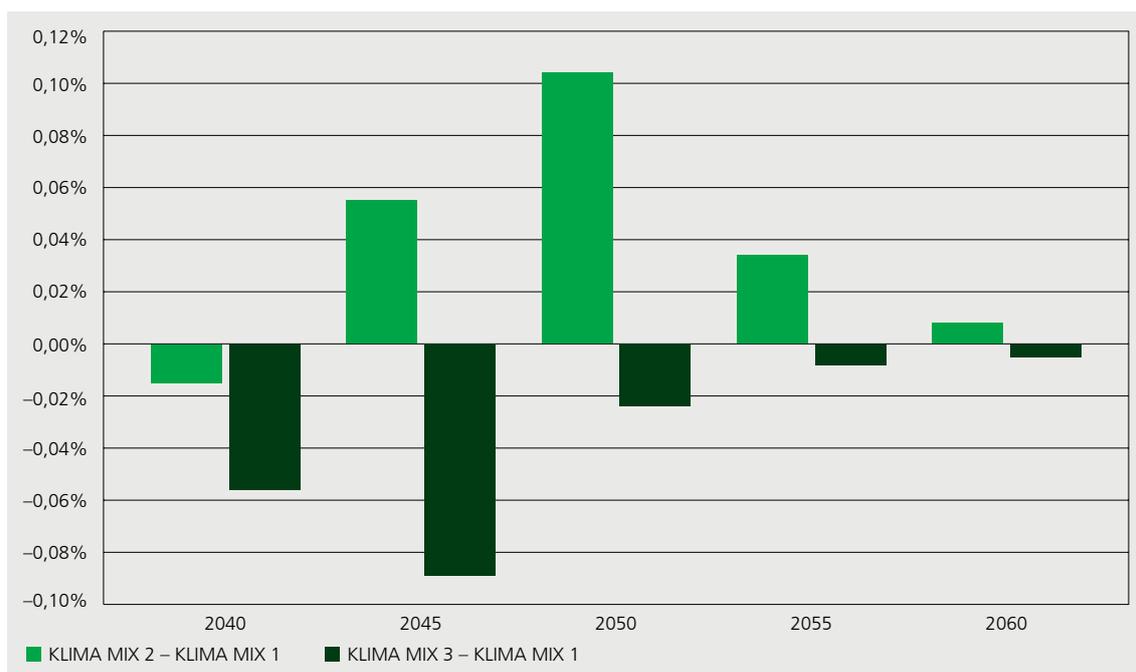
	KLIMA MIX 1	KLIMA MIX 2	KLIMA MIX 3
ETS-Preis	427	427	427
CO ₂ -Abgabe auf Brennstoffe	500	500	120
CO ₂ -Abgabe auf Treibstoffe	0	404	0
THG-Abgabe im nicht über CO ₂ Abgaben oder Vorschriften regulierten Bereich	776	722	776

¹² Es wird angenommen, dass diese 96 CHF tiefer ist als die CO₂ Abgabe auf Brennstoffe.

¹³ In einem «Output Based Allocation System» (OBA-System) werden energieintensiven und handelsexponierten Unternehmen basierend auf ihrer Produktionsmenge Emissionskredite zugewiesen. Die Anzahl dieser Kredite wird durch einen sektorspezifischen Standard bestimmt, der einen Benchmark für die Emissionen pro produzierter Einheit setzt. Den CO₂-Preis müssen die Firmen nur für Emissionen zahlen, die über diesem Standard liegen. Dieses OBA-System entspricht also einem Emissionshandelssystem, bei dem die THG-Zertifikate auf Basis des Outputs gratis zugeteilt werden.

Die Wahl des Instrumentenmix der Schweizer Klimapolitik hat Einfluss auf die Effizienz der Zielerreichung und auch die Wohlfahrt. Die Studie zeigt jedoch, dass sich die volkswirtschaftlichen Auswirkungen in den verschiedenen KLIMA MIX Szenarien nur wenig unterscheiden (siehe Abbildung 3). Das bedeutet, dass das Netto-Null-Ziel mit unterschiedlichen Massnahmenpaketen zu jeweils ähnlichen Kosten erreicht werden kann.

Abbildung 3: Veränderung der Wohlfahrtseffekte der Szenarien KLIMA MIX 2 und 3 im Vergleich zum Szenario KLIMA MIX 1 für die Jahre 2040 bis 2060 (ohne Sekundäreffekte und Primärnutzen)



© Ecoplan AG

Gut sichtbar sind die unterschiedlichen Wohlfahrtseffekte der geprüften KLIMA MIX Szenarien im Zeitraum 2040 bis 2050, der für die Dekarbonisierung der Schweiz entscheidend ist. Aus ökonomischer Sicht bietet hier das Szenario KLIMA MIX 2 mit seinen vornehmlich marktbasierten Massnahmen (ansteigende CO₂-Abgabe auf fossile Brenn- und Treibstoffe) den günstigsten Instrumentenmix. Vorteil dieser marktwirtschaftlichen Instrumentierung ist, dass die Dekarbonisierung kosteneffizienter erfolgt als mit Emissions- und Effizienz-Vorschriften wie in KLIMA MIX 3.

Setzt das Ausland eine die energieintensiven und handels exponierten Sektoren «schützende» Klimapolitik um, sind die Wohlfahrtseffekte in der Schweiz etwas geringer. Dies, weil die Schweiz erstens einen relativ kleinen Anteil an energieintensiven und handels exponierten Unternehmen hat und sie zweitens viele energieintensive Vorleistungen nicht selber produziert, sondern importiert. Allerdings führt eine «schützende» ausländische Klimapolitik zu Einbussen bei den energieintensiven und handels exponierten Sektoren in der Schweiz.

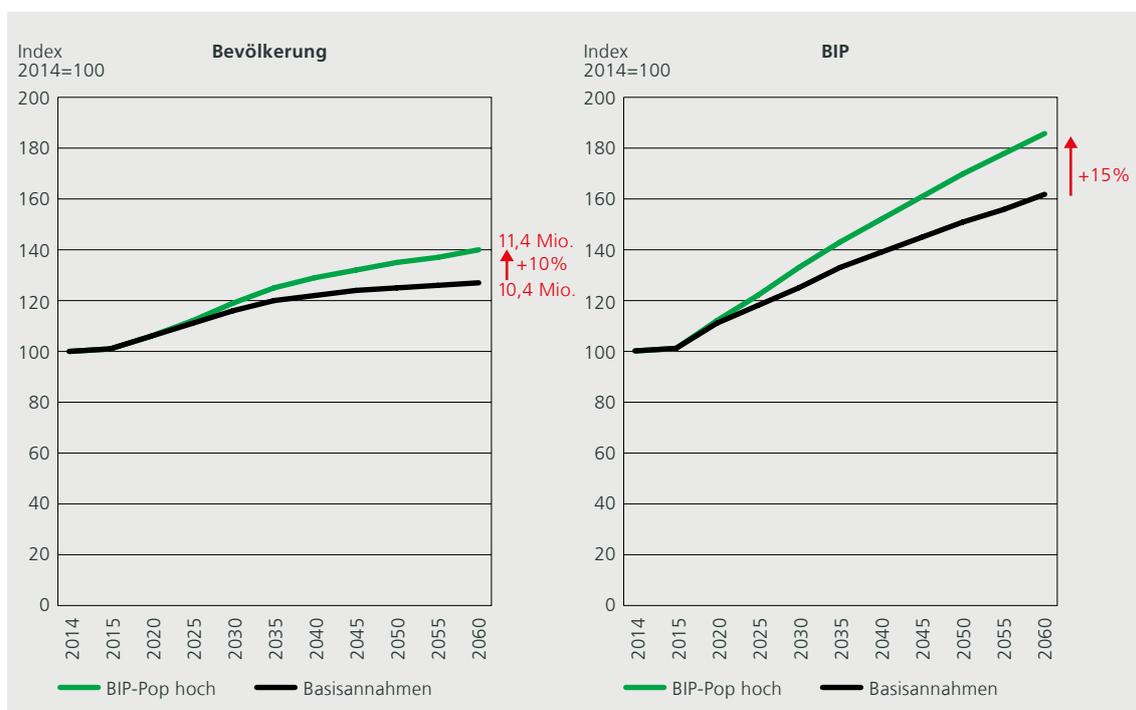
Im Vordergrund der Klimapolitik steht die Verminderung der Emissionen. Dennoch ist auch die Verfügbarkeit von Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ (Carbon Capture and Storage CCS), von negativen Emissionstechnologien (NET), sowie von strombasierten Energieträgern (synthetische Brenn- und Treibstoffe, Wasserstoff) entscheidend für die Erreichung des Netto-Null-Ziels. Vor allem die globalen Potenziale für NET haben einen grossen Einfluss auf die Wohlfahrtseffekte einer weltweiten, auf Netto-Null ausgerichteten Energie- und Klimapolitik, weil mit diesen Technologien die schwer vermeidbaren Emissionen ausgeglichen werden müssen. Die Resultate der Studie unterstreichen somit die Notwendigkeit, geeignete Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von NET, CCS und neuen Energieträger wie Wasserstoff zu schaffen. Die Potenziale für die Schweiz werden aber zum heutigen Zeitpunkt als begrenzt eingeschätzt. Deshalb sollen die CCS- und NET-Ansätze für die schwer vermeidbaren Emissionen wie aus der Landwirtschaft oder dem Abfall- und Zementsektor reserviert werden.¹⁴

¹⁴ CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS) und Negativemissionstechnologien (NET) Wie sie schrittweise zum langfristigen Klimaziel beitragen können: [Bericht des Bundesrates \(2022\)](#)

AUSWIRKUNGEN MIT EINEM STÄRKEREN WIRTSCHAFTS- UND BEVÖLKERUNGSWACHSTUM

In der Studie von Ecoplan wurde in Übereinstimmung mit den übrigen Arbeiten der Energieperspektiven 2050+ eine mittlere Bevölkerungsentwicklung gemäss den Bevölkerungsszenarien des Bundesamts für Statistik unterstellt (Basisannahmen). Ergänzend dazu wurden anhand des Hauptszenarios KLIMA MIX 1¹⁵ die Auswirkungen mit einem stärkeren Wachstum von Bevölkerung und Bruttoinlandprodukt berechnet. Die internationalen Annahmen zu BIP und Bevölkerungswachstum bleiben dabei unverändert.

Abbildung 4: Bevölkerungs- und BIP-Entwicklung in der Sensitivität «BIP-Pop hoch»



© Ecoplan AG

¹⁵ Für diese Analyse wurden auch im Szenario WWB die Annahmen zum Wachstum der Bevölkerung und des BIP entsprechend angepasst.

Mit einem höheren Wachstum von Bevölkerung und BIP steigen die Kosten zur Erreichung des Netto-Null-Ziels nur leicht an. Die Wohlfahrt im Jahr 2050 liegt im Szenario KLIMA MIX 1 um 1,5 Prozent unter dem Wert von WWB. Mit den Basisannahmen beträgt der Unterschied 1,4 Prozent.

Dies bedeutet aber nicht, dass die Bevölkerung stärker belastet wird. In der berechneten Sensitivität «BIP-Pop hoch» wächst die Bevölkerung bis 2060 gegenüber den Basisannahmen um insgesamt 10 Prozent auf 11,4 Millionen Menschen. Weil die Erwerbsbevölkerung anteilmässig stärker wächst, wurde in der Sensitivität «BIP-Pop hoch» mit einer Zunahme des BIP um 15 Prozent gegenüber den Basisannahmen gerechnet¹⁶. Sowohl Wohlfahrt als auch BIP weisen deshalb in dieser Sensitivität ein stärkeres Wachstum auf als in der Basisvariante. Für die Volkswirtschaft ist der Weg zum Netto-Null-Ziel somit einerseits etwas beschwerlicher, weil mehr Emissionen (verursacht durch mehr Menschen und mehr wirtschaftliche Aktivität) reduziert werden müssen. Die Volkswirtschaft hat aber andererseits durch das stärkere Wachstum von Wohlfahrt und BIP auch mehr Spielraum.

Modellergebnisse sind immer von Annahmen abhängig. Das ist in der Studie von Ecoplan nicht anders. Dieser Tatsache wird mit einer umfangreichen Sensitivitätsanalyse Rechnung getragen. So wird neben dem Szenario «BIP-Pop hoch» der Einfluss von verschiedenen Annahmen zu Rahmenbedingungen und Technologieentwicklung analysiert.

¹⁶ SECO 2018: BIP-Prognosen (unveröffentlicht).

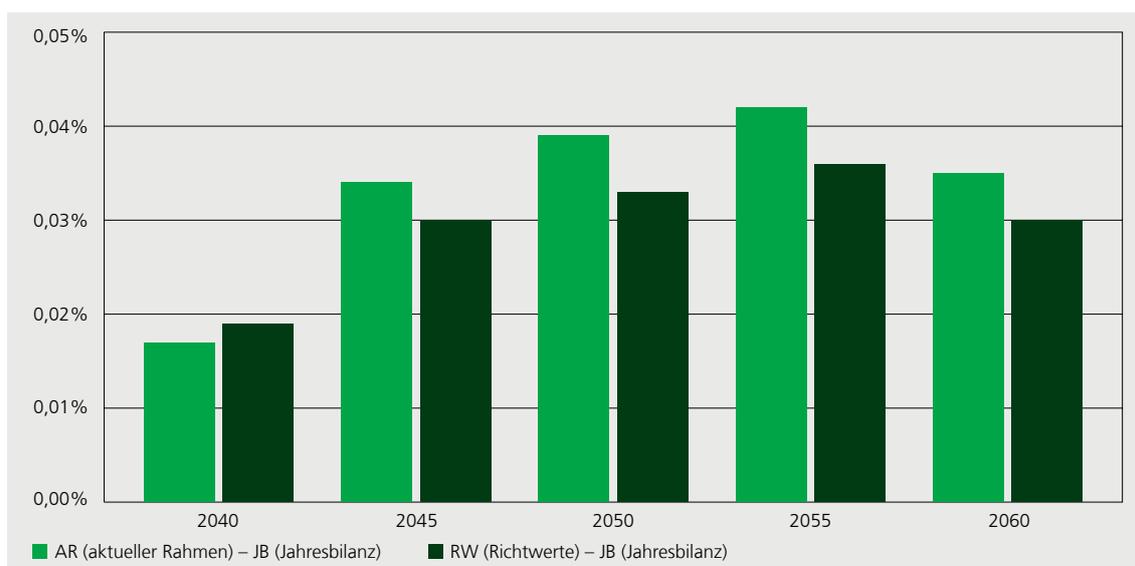
AUSWIRKUNGEN UNTERSCHIEDLICHER ENTWICKLUNGEN DES STROM-VERSORGUNGSSYSTEMS

Die bis hierhin vorgestellten Analysen basieren auf dem Szenario ZERO Basis der Energieperspektiven 2050+ mit einer angenommenen Laufzeit der Kernkraftwerke von 50 Jahren und der Stromvariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», mit der die Schweiz ihren Stromverbrauch 2050 übers Jahr gesehen mit der inländischen Stromproduktion decken kann¹⁷.

In den Energieperspektiven 2050+ wurden zusätzlich die Stromvarianten «Richtwerte/Ausbauziele» (RW), die Variante «aktuelle Rahmenbedingungen» (AR) sowie eine angenommene Laufzeit der Kernkraftwerke von 60 Jahren analysiert. In den Stromvarianten RW und AR wird die erneuerbare Stromproduktion in der Schweiz weniger rasch ausgebaut, als dies bei einer ausgeglichenen Jahresbilanz der Fall ist, und es wird mehr Strom importiert.

Die volkswirtschaftliche Analyse dieser drei alternativen Stromvarianten in Kombination mit dem Szenario KLIMA MIX 1 zeigt, dass sich die Wohlfahrt in allen drei Varianten sehr ähnlich entwickelt (s. Abbildung 5)¹⁸. Grund dafür ist, dass die Kostenunterschiede zwischen Importen und heimischer Produktion eher klein sind. Ebenso verhält es sich bei einer längeren Laufzeit der Kernkraftwerke: auch hier sind die Wohlfahrtseffekte gering.

Abbildung 5: Veränderung der Wohlfahrtseffekte der Stromerzeugungsvarianten «Richtwerte/Ausbauziele» (RW) und «aktuelle Rahmenbedingungen» (AR) im Vergleich zur Variante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050» für die Jahre 2040 bis 2060 (Hauptszenario KLIMA MIX 1)



© Ecoplan AG

¹⁷ Prognos, TEP Energy, Infrac, Ecoplan (2021) Energieperspektiven 2050+ – Technischer Bericht. Gesamtdokumentation der Arbeiten, i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Bern.

¹⁸ Bei dieser Gegenüberstellung der verschiedenen Stromvarianten ist zu beachten, dass die Thematik der Versorgungssicherheit im Wohlfahrtsmass nicht berücksichtigt wird.

LITERATURVERZEICHNIS

- ▶ Bericht des Bundesrates (2022) CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS) und Negativemissionstechnologien (NET) Wie sie schrittweise zum langfristigen Klimaziel beitragen können.
- ▶ Ecoplan (2022) Energieperspektiven 2050+ Volkswirtschaftliche Auswirkungen: Analyse mit einem Mehrländer-Gleichgewichtsmodell – Annahmen, Szenarien, Ergebnisse.
- ▶ IEA (2020) World Energy Outlook 2020.
- ▶ IPCC (2014) Fünfter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC: AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014.
- ▶ IPCC (2014) Fünfter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC.
- ▶ IPCC (2022) Climate change 2022: Mitigation of climate change – Summary for policymakers. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ▶ OECD (2015) The Economic Consequences of Climate Change. Paris.
- ▶ Prognos, TEP Energy, Infrac, Ecoplan (2021) Energieperspektiven 2050+ – Technischer Bericht. Gesamtdokumentation der Arbeiten, i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Bern.
- ▶ SECO (2018) BIP-Prognosen (unveröffentlicht).

IMPRESSUM

Herausgeber — Bundesamt für Energie BFE

20. Oktober 2022

Pulverstrasse 13 · CH-3063 Ittigen ·

Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern ·

Tel. +41 58 462 56 11 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

twitter.com/bfeenergeia

Titelbild: Shutterstock.com