



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Der Bundesrat

27.1.2021

Langfristige Klimastrategie der Schweiz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
1 Einleitung.....	6
2 Auftrag für die Entwicklung einer langfristigen Klimastrategie	6
2.1 Wissenschaftliche Grundlagen.....	6
2.2 Internationale Vorgaben durch das Übereinkommen von Paris.....	8
2.3 Nationales Umfeld.....	8
3 Bisherige Klima- und Emissionsentwicklung in der Schweiz	10
3.1 Klimaentwicklung in der Schweiz.....	10
3.2 Emissionsentwicklung in der Schweiz.....	11
4 Langfristiges Ziel 2050	13
4.1 Einordnung und Bedeutung	14
4.2 In- und Auslandsanteil der Reduktionen.....	15
5 Strategische Grundsätze der langfristigen Klimastrategie.....	16
6 Klimagesetzgebung der Schweiz.....	19
6.1 Totalrevision CO ₂ -Gesetz	19
6.2 Weitere Massnahmen in anderen Sektorpolitiken.....	23
6.3 Volksinitiative «Für ein gesundes Klima (Gletscherinitiative)».....	24
7 Emissionsminderungen bis 2050 gemäss Energieperspektiven 2050+.....	25
7.1 Grundlagen der Energieperspektiven 2050+.....	25
7.2 Szenarien der EP2050+	26
7.3 Rahmendaten und -entwicklungen der EP2050+.....	26
7.4 Entwicklung der Stromversorgung gemäss EP2050+.....	28
8 Strategische Ziele und Herausforderungen in den einzelnen Sektoren.....	29
8.1 Sektor Gebäude.....	29
8.2 Sektor Industrie	33
8.3 Sektor Verkehr.....	36
8.4 Sektor Luftverkehr.....	40
8.5 Sektor Landwirtschaft und Ernährung.....	41
8.6 Sektor Finanzmarkt	45
8.7 Sektor Abfall.....	48
8.8 Synthetische Gase.....	50
8.9 Negativemissionstechnologien.....	50
9 Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen bis 2050.....	55
10 Kosten und Nutzen des Netto-Null-Ziels.....	57
10.1 Nutzen und eingesparte Kosten des Nicht-Handelns	58
10.2 Notwendige Investitionen, Betriebs- und Unterhaltskosten und eingesparte Energiekosten.....	59
10.3 Fazit.....	60
Literaturverzeichnis.....	62
Glossar	65

Zusammenfassung

Der Bundesrat hat am 28. August 2019 beschlossen, dass die Schweiz ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf Netto-Null senken soll und gleichzeitig das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK beauftragt, eine zugehörige langfristige Klimastrategie zu erarbeiten. Die Schweiz kommt damit einer Aufforderung des Übereinkommens von Paris nach. Die vorliegende «Langfristige Klimastrategie der Schweiz» ist das Ergebnis dieser Arbeiten.

Die wissenschaftlichen Grundlagen sind eindeutig: Wenn die globale Erwärmung mit genügend hoher Wahrscheinlichkeit unter 1,5 Grad Celsius bleiben soll, dann müssen die weltweiten CO₂-Emissionen bis spätestens Mitte dieses Jahrhunderts auf Netto-Null sinken. Zu diesem Zeitpunkt noch ausgestossenes CO₂ muss der Atmosphäre somit vollständig und dauerhaft mittels Senken (negative Emissionen) wieder entzogen werden. Der Ausstoss der übrigen Treibhausgase, insbesondere von Methan und Lachgas, muss ebenfalls substanziell zurückgehen. Das Ende 2015 von der internationalen Staatengemeinschaft verabschiedete und von der Schweiz am 6. Oktober 2017 ratifizierte Übereinkommen von Paris hat die Beschränkung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius und wenn möglich auf 1,5 Grad Celsius zum Ziel. Mit dem Ziel, ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null zu reduzieren, leistet die Schweiz einen ihrer klimapolitischen Verantwortung angemessenen und ihren Möglichkeiten entsprechenden Beitrag zum Übereinkommen von Paris. Sie verfügt dank ihrer bereits heute weitgehend CO₂-freien inländischen Stromversorgung, einer starken Cleantechbranche, ihren weltweit angesehenen Bildungs- und Forschungsinstitutionen, ihrem hohen Wohlstandsniveau und ihrer ausgeprägten Innovationskraft über die besten Voraussetzungen auf dem Weg in Richtung Netto-Null-Ziel. Die Schweiz bewegt sich mit diesem Ziel im Gleichschritt mit ihrem wichtigsten Handelspartner, der Europäischen Union, die ebenfalls angekündigt hat, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden, sowie mit China und Brasilien, die diese Ziele bis 2060 anstreben. Diverse weitere Staaten haben bereits rechtlich bindende Netto-Null-Ziele oder solche in Aussicht gestellt. Dazu gehören Frankreich, Deutschland, Schweden, Dänemark, Neuseeland, Kanada, Japan, Südkorea, Südafrika und das Vereinigte Königreich.

Die langfristige Klimastrategie der Schweiz zeigt den Weg in Richtung ihres Netto-Null-Ziels auf. Sie formuliert zehn strategische Grundsätze, die das klimapolitische Handeln der Schweiz in den kommenden Jahren anleiten und prägen sollen:

1. Die Schweiz nutzt die Chancen eines konsequenten Übergangs in Richtung Netto-Null.
2. Die Schweiz nimmt ihre klimapolitische Verantwortung wahr.
3. Die Emissionsminderung im Inland steht im Vordergrund.
4. Die Emissionen werden über die gesamten Wertschöpfungsketten reduziert.
5. Sämtliche Energieträger werden haushälterisch und unter Berücksichtigung ihrer optimalen Anwendungsmöglichkeiten eingesetzt.
6. Bund und Kantone richten ihre planerischen Aktivitäten in allen klimarelevanten Bereichen auf Netto-Null aus.
7. Der Übergang in Richtung Netto-Null erfolgt sozialverträglich.
8. Der Übergang in Richtung Netto-Null erfolgt wirtschaftsverträglich.
9. Der Übergang in Richtung Netto-Null verbessert gleichzeitig die Umweltqualität.
10. Die langfristige Klimastrategie stützt sich auf das Prinzip der Technologieoffenheit.

Die langfristige Klimastrategie präsentiert für die Sektoren Gebäude, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Ernährung, Finanzmarkt, Abfall, synthetische Gase sowie für den internationalen Luftverkehr mögliche Entwicklungen bis zum Jahr 2050 und definiert für jeden Sektor strategische Zielsetzungen. Die Strategie leitet zudem den Bedarf an negativen Emissionen her, der zum Ausgleich der verbleibenden Restemissionen voraussichtlich notwendig sein wird. Grundsätzlich gilt dabei: Die Treibhausgasemissionen müssen in jedem Sektor so weit wie möglich gesenkt werden – sei es durch einen ausreichend hohen Preis für emissionsintensive Technologien, durch technische Massnahmen oder durch das Fördern von Alternativen. Der Gebäudesektor und der Verkehr können bis 2050 ihre fossilen Emissionen bis 2050 auf null reduzieren, und auch in der Industrie lassen sich die energiebedingten Emissionen

praktisch vollständig eliminieren. Das Reduktionspotenzial in der Land- und Ernährungswirtschaft ist ebenso zu nutzen. Schliesslich soll auch der internationale Luftverkehr einen Beitrag zur Zielerreichung leisten, insbesondere durch den Einsatz erneuerbarer nachhaltiger Treibstoffe und alternativer Antriebsformen. Schwer vermeidbare Emissionen aus einigen industriellen Prozessen, beispielsweise der Zementproduktion, oder aus der Kehrichtverbrennung gilt es durch den Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO₂ («*carbon capture and storage*», CCS) zu vermeiden. Diese Technologien können grösstenteils verhindern, dass diese Emissionen in die Atmosphäre gelangen.

Die vom Parlament in der Herbstsession 2020 beschlossene Totalrevision des CO₂-Gesetzes verlangt eine Halbierung der Treibhausgasemissionen bis 2030. Der beschlossene Massnahmenmix bringt die Schweiz auf Kurs in Richtung des Netto-Null-Ziels für 2050 und ist eine zentrale Voraussetzung zum Erreichen dieses Ziels. Bis zum Jahr 2050 ist gemäss den verfügbaren Szenarien insgesamt eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um knapp 90 Prozent gegenüber 1990 möglich. Die nach dem Einsatz von CCS-Technologien noch verbleibenden Treibhausgasemissionen – insgesamt knapp 7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente – müssen mit negativen Emissionen ausgeglichen werden. Welche Anteile im Jahr 2050 mit Massnahmen im Inland oder im Ausland erbracht werden, ist offen. Die heutige Auslandkompensation mit Projekten, die Emissionen senken und damit Reduktionen in der Schweiz ersetzen, dürfte längerfristig vermehrt durch ein internationales Engagement im Bereich der negativen Emissionen abgelöst werden, da die inländischen Kapazitäten für die geologische Speicherung begrenzt sind. Beim Einsatz von Negativemissionstechnologien im Ausland sollen die gleichen Anforderungen an gesellschaftliche Akzeptanz und Umweltverträglichkeit gelten wie in der Schweiz.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen auf Netto-Null zwingend, um die globale Erwärmung unter der kritischen Schwelle zu halten. Fehlendes oder nur ungenügendes Handeln hätte bereits bis 2050 sehr hohe Kosten zur Folge. Das gilt für die Schweiz, die vom Klimawandel überdurchschnittlich betroffen ist, in besonderem Ausmass. Schreitet die Klimaerwärmung weiter voran, so liegen die Kosten für die Schweiz im Jahr 2050 gemäss den verfügbaren Studien bei bis zu 4 Prozent des jährlichen BIP. Gelingt es hingegen, die weltweiten Emissionen umfassend zu senken und die globale Erwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius zu beschränken, so fallen 2050 noch Kosten von maximal 1,5 Prozent des BIP an. Gemäss diesen Schätzungen läge der Nutzen einer weltweiten Reduktion der Emissionen auf Netto-Null für die Schweiz im Jahr 2050 bei 2,5 Prozent des BIP. Das entspricht ganz grob geschätzt rund 20–30 Mia. Franken. Längerfristig nimmt dieser Nutzen stark zu, weil die Kosten einer ungebremsten Klimaerwärmung exponentiell wachsen.

Es ist also im Interesse der Schweiz, ihre Treibhausgasemissionen auf Netto-Null zu senken und damit ihren Beitrag an die weltweiten Anstrengungen zur Beschränkung der globalen Erwärmung zu leisten. Das Erreichen des Netto-Null-Ziels erfordert einen Umbau der heutigen, noch stark durch fossile Energieträger bestimmten Energieversorgung. Ohne das Ziel Netto-Null sind bis 2050 gemäss Energieperspektiven 2050+ ohnehin zusätzliche Investitionen ins Energiesystem in der Höhe von 1'400 Mia. Franken notwendig. Mit dem Ziel Netto-Null bis 2050 nimmt der Investitionsbedarf um insgesamt 109 Mia. Franken und damit um 8 Prozent zu. Die Kosten für den Betrieb der Anlagen zur Energieversorgung erhöhen sich um rund 14 Mia. Franken. Gleichzeitig ermöglicht die Reduktion der Emissionen auf Netto-Null insbesondere durch den Wegfall der Importe fossiler Energieträger Einsparungen bei den Energiekosten von 50 Mia. Franken.¹ Unter dem Strich fallen damit über den Zeitraum 2020 bis 2050 zusätzliche jährliche Aufwendungen von durchschnittlich rund 2,4 Mia. Franken an.

Die Absenkung der Emissionen auf Netto-Null zahlt sich also voraussichtlich bereits bis im Jahr 2050 auch finanziell aus. Entscheidend wird sein, in den kommenden Jahren den Übergang in Richtung des Netto-Null-Ziels möglichst sozial-, wirtschafts- und umweltverträglich zu gestalten und das regulatorische Umfeld entsprechend auszurichten. Die Totalrevision des CO₂-Gesetzes legt dafür einen Grundstein.

¹ In diesem Wert sind die möglichen Einsparungen im internationalen Luftverkehr nicht enthalten. Wenn diese ebenfalls berücksichtigt werden, so betragen die Einsparungen rund 64 Mia. CHF.

1 Einleitung

Die Schweiz hat 2015 das Übereinkommen von Paris unterzeichnet und es 2017 ratifiziert. Das Übereinkommen von Paris verpflichtet erstmals alle Staaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen. Wichtigste übergeordnete Zielsetzungen sind die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2°C gegenüber der vorindustriellen Zeit, wobei ein maximaler Temperaturanstieg von 1,5°C angestrebt wird, die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an ein verändertes Klima sowie die Ausrichtung der Finanzflüsse auf eine treibhausgasarme Entwicklung. Die Schweiz will ihren Beitrag zu diesen Zielen leisten. Der Bundesrat strebt an, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf den Zielwert von Netto-Null zu verringern, wie er bereits 2019 bekanntgegeben hat.² Demzufolge soll die Schweiz ab 2050 unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen. Das bedeutet, dass die Schweiz insbesondere den Verbrauch fossiler Energien auf ein Minimum reduziert, ihren Treibhausgasausstoss soweit wie möglich senkt und die noch verbleibenden Emissionen durch negative Emissionen ausgleicht. Negativemissionstechnologien nutzen technische oder natürliche Verfahren, die CO₂ aus der Atmosphäre entnehmen und dauerhaft speichern. Die Schweiz setzt sich zudem auf nationaler und internationaler Ebene dafür ein, die Finanzflüsse klimaverträglich auszurichten.

Die Schweiz ist bereits heute stark vom Klimawandel betroffen. Ohne griffigen Klimaschutz werden sich die Auswirkungen weiter verstärken. Gemäss den Klimaszenarien CH-2018 werden die Sommer zukünftig trockener und die Starkniederschläge intensiver, die Durchschnitts- und die Höchsttemperaturen nehmen zu, und Schneefall sowie Schneebedeckung gehen insbesondere in den tieferen Lagen weiter zurück. Der Handlungsbedarf ist deshalb gross. Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen, müssen die Treibhausgasemissionen in der Schweiz in den nächsten Jahren und Jahrzehnten rasch sinken. Die Totalrevision des CO₂-Gesetzes, die das Parlament in der Herbstsession 2020 beschlossen hat, legt den klimapolitischen Rahmen bis zum Jahr 2030 fest. Das neue CO₂-Gesetz ist eine zentrale Voraussetzung, damit die Schweiz ihr Klimaziel für das Jahr 2050 erreicht. Es sorgt dafür, dass die Schweiz bis zum Jahr 2030 ihre Emissionen gesamthaft halbieren und im Inland um mindestens 37,5 Prozent absenken kann. Mit dem neu geschaffenen Klimafonds, den Emissionsgrenzwerten für Gebäude und für neue Fahrzeuge sowie der Verstärkung der etablierten marktwirtschaftlichen Ansätze enthält es Instrumente, die über das Jahr 2030 hinaus eine Wirkung entfalten. Das Gesetz verpflichtet den Bundesrat zudem, dem Parlament rechtzeitig Vorschläge für Verminderungsziele nach 2030 zu unterbreiten. Es bringt die Schweiz damit auf Kurs in Richtung einer ausgeglichenen Treibhausgasbilanz, wie sie der Bundesrat für die Schweiz bis 2050 anstrebt.

Mit der vorliegenden langfristigen Klimastrategie zeigt der Bundesrat auf, wie sich die Treibhausgasemissionen insgesamt in den verschiedenen Sektoren bis zum Jahr 2050 entwickeln sollten, wie hoch der Bedarf an negativen Emissionen sein könnte und an welchen strategischen Grundsätzen sich das klimapolitische Handeln sowohl auf Bundes- als auch auf Kantons- und Gemeindeebene in den nächsten Jahren orientieren soll.

2 Auftrag für die Entwicklung einer langfristigen Klimastrategie

Die Notwendigkeit, die Treibhausgasemissionen bis auf Netto-Null zu senken, ergibt sich aus den wissenschaftlichen Grundlagen, wie sie vom Weltklimarat (*Intergovernmental Panel on Climate Change* IPCC) vorgelegt wurden (Kapitel 2.1). Die Vorgabe, langfristige Klimastrategien zu erarbeiten, ist im Pariser Klimaübereinkommen verankert (Kapitel 2.2). Der Bundesrat hat die zuständigen Departemente im August 2019 deshalb mit der Erarbeitung einer langfristigen Klimastrategie für die Schweiz beauftragt. Die vorliegende Strategie ist das Ergebnis dieser Arbeiten und ermöglicht es der Schweiz, ihrer Verantwortung im Rahmen der weltweiten Anstrengungen zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 Grad Celsius nachzukommen, Fehlinvestitionen zu vermeiden und sich eröffnende Chancen zu nutzen (Kapitel 2.3).

2.1 Wissenschaftliche Grundlagen

Im Herbst 2018 veröffentlichte der Weltklimarat IPCC seinen Sonderbericht zu einer globalen Erwärmung um 1,5 Grad Celsius (nachfolgend 1,5°-Bericht).³ Darin fasst er den gegenwärtigen Stand des

² Medienmitteilung des Bundesrates vom 28.8.2019, abrufbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>.

³ IPCC (2018).

Wissens darüber zusammen, wie die globale Erwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius beschränkt werden kann und mit welchen Folgen eine solche Erwärmung, verglichen mit einem Temperaturanstieg um 2 Grad Celsius, verbunden ist. Die globale Temperatur hat gemäss dem 1,5°-Bericht seit dem Beginn der Industrialisierung bereits um rund 1 Grad Celsius zugenommen. Insbesondere die starke Erwärmung seit 1950 um ungefähr 0,65 Grad Celsius ist mit natürlichen Schwankungen nicht mehr erklärbar. Verantwortlich dafür sind die Emissionen von Treibhausgasen, insbesondere durch die Nutzung fossiler Energieträger wie Öl, Gas und Kohle sowie durch grossflächige Landnutzungsänderungen, beispielsweise durch die Abholzung von Regenwäldern.

Der 1,5°-Bericht zeigt Emissionspfade auf, die mit einer globalen Erwärmung um maximal 1,5 Grad Celsius vereinbar sind. Wichtigstes Ergebnis ist, dass die globalen CO₂-Emissionen in Szenarien ohne oder mit lediglich begrenzter temporärer Überschreitung des Erwärmungsziels etwa 2020 ihren Höhepunkt erreichen, danach bis 2030 auf rund 45 Prozent des Werts von 2010 absinken und gegen Mitte des Jahrhunderts (Bandbreite 2045–2055) bei Netto-Null ankommen müssen. Gleichzeitig müssen auch die Klimawirkungen der übrigen Treibhausgase («non-CO₂-emissions»), insbesondere jene von Methan und Lachgas sowie von Russpartikeln («black carbon»), bis 2050 und darüber hinaus stark sinken. Abbildung 1 stellt dies graphisch dar.

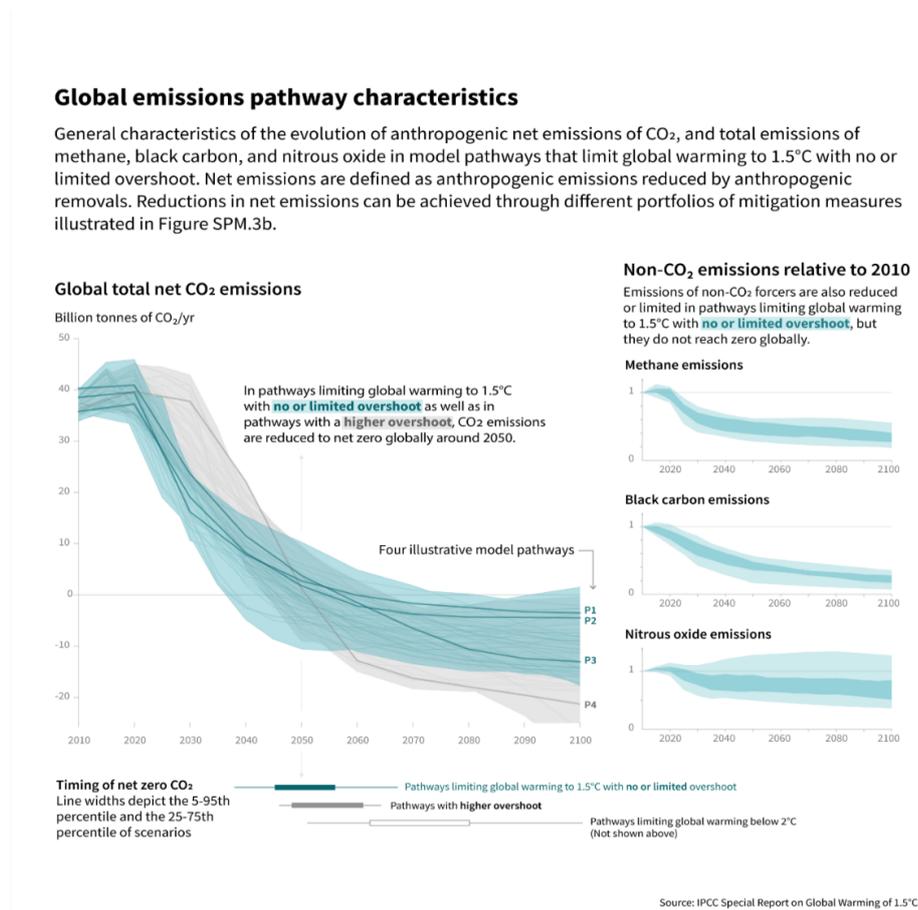


Abbildung 1: Globale Emissionspfade, die mit einer Erwärmung um 1,5°C kompatibel sind. Quelle: IPCC (2018)

Der 1,5°-Bericht zeigt zudem deutlich auf, dass sich die Auswirkungen einer globalen Erwärmung um 2 Grad Celsius und um 1,5 Grad Celsius signifikant unterscheiden. In Mittel- und Südeuropa ist bei einer Erwärmung um 2 Grad Celsius mit einer markanten Wasserverknappung und insbesondere im Mittelmeerraum mit einer deutlichen Zunahme von extremen Dürren zu rechnen. Folglich besteht ein deutlich höheres Risiko beispielsweise für häufigere und deutlich heissere Hitzetage, für Wasser- und Nahrungsmittelknappheit, aber auch für einen grösseren Verlust alpiner Lebensräume. Des Weiteren werden die Auswirkungen des Klimawandels auch die Migration von Menschen aus stark betroffenen Regionen und Ländern verstärken.

«Netto-Null» bezeichnet das Gleichgewicht zwischen dem Ausstoss von Treibhausgasen auf der einen Seite und der Entnahme von Treibhausgasen sowie deren Speicherung in Senken auf der anderen Seite. In gewissen Sektoren wird es nicht möglich sein, den Ausstoss von Treibhausgasen vollständig

zu eliminieren. Dies betrifft aus heutiger Sicht beispielsweise die landwirtschaftliche Nahrungsmittelproduktion, gewisse industrielle Prozesse wie die Zementherstellung sowie die Kehrlichtverbrennung. Diese verbleibenden Emissionen müssen zum Erreichen des Netto-Null-Ziels durch den Einsatz von Technologien oder Verfahren ausgeglichen werden, die CO₂ aus der Atmosphäre entfernen und einlagern. Langfristig, d.h. über 2050 hinaus, muss die Emissionsbilanz insgesamt negativ werden, so dass die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre wieder sinkt. Nur dann kann die globale Erwärmung mit einer genügend hohen Wahrscheinlichkeit auf 1,5 Grad Celsius begrenzt werden. Sollten die Emissionen nicht rechtzeitig sinken und würde damit das Temperaturziel von 1,5 Grad Celsius überschritten, müsste die Emissionsbilanz früher negativ werden, um so die Überschreitung des Temperaturziels wieder rückgängig zu machen. Eine frühzeitige Emissionsminderung verringert somit auch die Abhängigkeit von Technologien, über deren Potenziale und Kosten aktuell noch viele Unklarheiten bestehen.

Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse bilden die Basis für die langfristigen klimapolitischen Ziele der Schweiz. Der Klimaschutz ist ein grundlegendes Erfordernis, um das menschliche Wohlergehen langfristig zu sichern. Es ist für die globale Staatengemeinschaft – und damit auch für die Schweiz – zwingend notwendig, das Netto-Null-Ziel zu erreichen. Nur dann ist die Wahrscheinlichkeit genügend hoch, dass die Klimaerwärmung auf ein erträgliches Mass begrenzt werden kann. Dazu sind weltweite Anstrengungen notwendig, zu denen die Schweiz einen Beitrag leisten will, der sowohl ihrer Verantwortung als auch ihren Fähigkeiten entspricht. Die Zielerreichung soll einhergehen mit der bestmöglichen Sicherung von Wohlstand, sozialem Zusammenhalt und Ressourcenschonung in allen Umweltbereichen.

2.2 Internationale Vorgaben durch das Übereinkommen von Paris

Das Übereinkommen von Paris fordert alle Vertragsparteien dazu auf, sogenannte langfristige Klimastrategien zu erarbeiten (Artikel 4 Absatz 19):

«Eingedenk des Artikels 2 und unter Berücksichtigung ihrer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und jeweiligen Fähigkeiten angesichts der unterschiedlichen nationalen Gegebenheiten sollen sich alle Vertragsparteien um die Ausarbeitung und Übermittlung langfristiger Strategien für eine hinsichtlich der Treibhausgase emissionsarme Entwicklung bemühen.»

Die Klimarahmenkonvention präzisiert, dass die langfristigen Klimastrategien bis Ende 2020 eingereicht werden sollen und sich auf den Zeithorizont bis Mitte des Jahrhunderts ausrichten haben (Kapitel 3 Absatz 35 der Entscheidung 1/CP.21 der Klimarahmenkonvention UNFCCC).

Schliesslich hält das Pariser Klimaübereinkommen weiter fest, dass die weltweiten Emissionen so bald wie möglich ihren Höhepunkt erreichen und danach rasch absinken müssen. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts muss ein Gleichgewicht zwischen Emissionsquellen und -senken erreicht sein (Artikel 4 Absatz 1). Damit sind die Eckpunkte für die langfristigen Klimastrategien abgesteckt. Die vorliegende Strategie orientiert sich an diesen Eckpunkten.

Neben dem Übereinkommen von Paris betont auch die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung die Wichtigkeit des Klimaschutzes.⁴ Als eines von insgesamt 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung (*Sustainable Development Goals, SDGs*) fordert Ziel 13 die Staaten dazu auf, umgehend Massnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen zu ergreifen. Weiter sieht das Ziel vor, dass klimapolitische Massnahmen in die nationalen Politiken, Strategien und Planungen einbezogen werden sollen (Zielvorgabe 13.2). Die Schweiz setzt die Agenda 2030 hauptsächlich über die Strategie Nachhaltige Entwicklung um (siehe Kapitel 6.2).

2.3 Nationales Umfeld

Das Übereinkommen von Paris hält fest, dass die langfristigen Klimastrategien dem Grundsatz der «gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten» folgen und die «jeweiligen Fähigkeiten angesichts der unterschiedlichen nationalen Gegebenheiten» berücksichtigen sollen. Die Schweiz ist ein wirtschaftsstarkes, hochentwickeltes Land mit Handelsbeziehungen in die ganze Welt. Sie steht damit gemeinsam mit den anderen Industriestaaten und Schwellenländern besonders in der Verantwortung.

⁴ Siehe <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html> für eine Übersicht der Ziele für nachhaltige Entwicklung.

Die Schweiz verfügt über günstige Voraussetzungen, um ihre klimapolitische Verantwortung auch langfristig wahrzunehmen. Indem die Schweiz entschlossen den Weg in Richtung einer treibhausgasneutralen Zukunft einschlägt, eröffnet sich ihr ausserdem die Chance, ihre führende Rolle als Innovationsstandort weiter auszubauen. Die Schweiz besitzt international hoch angesehene Hochschulen sowie Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Die beiden eidgenössischen technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne gehören weltweit zu den besten Universitäten und sind in internationalen Rankings regelmässig unter den ersten 20 klassiert. Insgesamt wenden Hochschulen, Privatwirtschaft, private Organisationen und der Bund gemäss Zahlen von 2017 rund 23 Mia. Franken oder 3,4 Prozent des BIP für Forschung und Entwicklung auf. Das ist nach Abschätzungen der OECD weltweit hinter Südkorea und Israel der dritthöchste Wert. Insgesamt beschäftigt der Bereich Forschung und Entwicklung 82'000 Vollzeitäquivalente.

In der Schweiz ist eine Vielzahl innovativer Unternehmen tätig, und die Cleantech-Branche ist stark vertreten. Der Cleantech-Bereich ist in den letzten Jahren überdurchschnittlich gewachsen. Seit dem Jahr 2000 konnte der Umweltsektor seine Wertschöpfung nahezu verdoppeln (von 10,9 auf 21,2 Mia. CHF).⁵ Er hat sich damit deutlich dynamischer entwickelt als die Gesamtwirtschaft. Besonders stark gewachsen sind die Bereitstellung erneuerbarer Energien sowie Energieeinsparungen und Energiemanagement (energetische Sanierungen, Isolierarbeiten, Erstellen neuer Gebäude mit niedrigem Energieverbrauch etc.). Die Beschäftigung im Umweltsektor ist seit 2000 um 87 Prozent auf rund 150'000 Vollzeitäquivalente gestiegen. Insgesamt beschäftigen der Umweltsektor sowie weitere Cleantech-relevante Branchen (beispielsweise der öffentliche Verkehr) heute 5,1 Prozent der Arbeitskräfte und tragen 4,2 Prozent zum BIP bei.

Das Senken der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null bietet Wachstumschancen, die über die Cleantech-Branche hinausgehen. Beispiele sind die IT-Branche, die mit digitalen Lösungen in diversen Bereichen zu einem Sinken der Emissionen beitragen kann, oder die Versicherungs- und Finanzwirtschaft. Als global bedeutender Finanzplatz kann die Schweiz zudem bei der im Übereinkommen von Paris geforderten klimaverträglichen Ausrichtung der Finanzflüsse eine wichtige Rolle spielen.

Auch sonst sind die Voraussetzungen in der Schweiz günstig. Das schweizerische Abfallverwertungssystem funktioniert gut, und die Unternehmen berücksichtigen den Gedanken der Kreislaufwirtschaft zunehmend. Die Stromproduktion der Schweiz ist weitgehend CO₂-frei, während emissionsintensive Industrien nur einen relativ geringen Anteil haben. Viele im Hinblick auf das Netto-Null-Ziel notwendige Entwicklungen sind bereits in Gang. Neubauten kommen bereits heute in vielen Fällen ohne CO₂-Emissionen aus, der Anteil von Elektrofahrzeugen an den Neuzulassungen steigt rasch, und auch die Industrie sowie die Dienstleistungsbetriebe setzen immer weniger auf fossile Energieträger. Diese Entwicklungen gilt es weiter konsequent voranzutreiben. In anderen Bereichen bestehen grössere Herausforderungen, beispielsweise in der Landwirtschaft und der Ernährung, beim internationalen Flugverkehr oder bei Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ sowie bei Negativemissionstechnologien.

Auf gesetzgeberischer Seite bestehen in der Schweiz breit abgestützte Grundlagen, damit das Land seine klimapolitische Verantwortung wahrnehmen kann. Mit dem CO₂-Gesetz verfügt die Schweiz seit dem Jahr 2000 über eine nationale Klimagesetzgebung. In der Herbstsession 2020 hat das Parlament die Beratungen zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes abgeschlossen. Mit der Totalrevision legt das Parlament Ziele und Massnahmen bis zum Jahr 2030 fest. Das neue CO₂-Gesetz wirkt jedoch über das Jahr 2030 hinaus und legt einen Grundstein, damit die Schweiz ihr Klimaziel für das Jahr 2050 erreichen kann (siehe Kapitel 6.1). Die vorliegende Strategie verdeutlicht, wie sich die Treibhausgasemissionen bis 2050 entwickeln können, und gibt damit das langfristige Ziel vor. Sie reduziert so das Risiko von Fehlinvestitionen in Anlagen, die über Jahrzehnte weiter hohe Mengen an Treibhausgasen verursachen. Die langfristige Klimastrategie schafft Planungssicherheit und Orientierung für das Handeln in allen betroffenen Sektoren. Wenn die Erneuerungszyklen ab sofort konsequent genutzt werden, um Infrastrukturen, Anlagen, Fahrzeuge und Heizsysteme durch CO₂-ärmere Alternativen zu ersetzen, kann sich die Schweiz mittel- bis langfristig in eine vorteilhafte Position bringen.

⁵ Der Umweltsektor umfasst gemäss Definition des Bundesamtes für Statistik «Aktivitäten zur Herstellung von Gütern bzw. zur Erbringung von Dienstleistungen, die zum einen die Umwelt vor Verschmutzung und sonstigen Beeinträchtigungen schützen und zum anderen eine schonende Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen begünstigen.». Weitere Einzelheiten siehe <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raumumwelt/umweltgesamtrechnung/umweltgueter-dienstleistungen.html>.

3 Bisherige Klima- und Emissionsentwicklung in der Schweiz

3.1 Klimaentwicklung in der Schweiz

Langjährige und systematische Beobachtungen des Klimasystems zeigen, dass die Schweiz überdurchschnittlich stark vom Klimawandel betroffen ist.⁶ Die bodennahe Lufttemperatur hat zwischen der vorindustriellen Referenzperiode von 1871–1900 und den letzten 30 Jahren 1991–2020 um etwa 2 Grad Celsius zugenommen⁷ – deutlich stärker als der weltweite Durchschnitt mit rund 1 Grad.⁸ Seit den 1980er-Jahren ist die Erwärmung in der Schweiz besonders ausgeprägt. Einzelne Jahre wie 2019, 2018 oder 2015 waren sogar jeweils über 2,5 Grad Celsius wärmer als die vorindustrielle Referenzperiode. Neun der zehn wärmsten Jahre seit Messbeginn liegen im 21. Jahrhundert (siehe Abbildung 2). Die Folgen dieser Erwärmung sind bereits heute sicht- und spürbar: So treten Hitzeperioden in immer geringeren Abständen und in stärkerem Ausmass auf als früher, und es kommt häufiger zu intensiveren Starkniederschlägen. Gut sichtbar ist der Rückgang der Alpengletscher, deren Volumen seit Mitte des 19. Jahrhunderts um rund 60 Prozent abgenommen hat. Ebenfalls zurückgegangen ist die Zahl der Schneefalltage pro Jahr. Auf 2000 Metern über Meer liegt diese heute um 20 Prozent tiefer als 1970, und auf 800 Metern über Meer schneit es nur noch halb so oft wie damals. Dafür ist die Vegetationsperiode heute im Schnitt zwei bis vier Wochen länger als vor 50 Jahren.⁹ Gleichzeitig erhöht der Klimawandel den Druck auf die Biodiversität und gefährdet angestammte Lebensräume. Die klimatischen Veränderungen wirken sich auch auf die Gesundheit aus. So haben beispielsweise die Hitzesommer in den Jahren 2003, 2015 und 2019 jeweils zu einer signifikanten Übersterblichkeit geführt.¹⁰

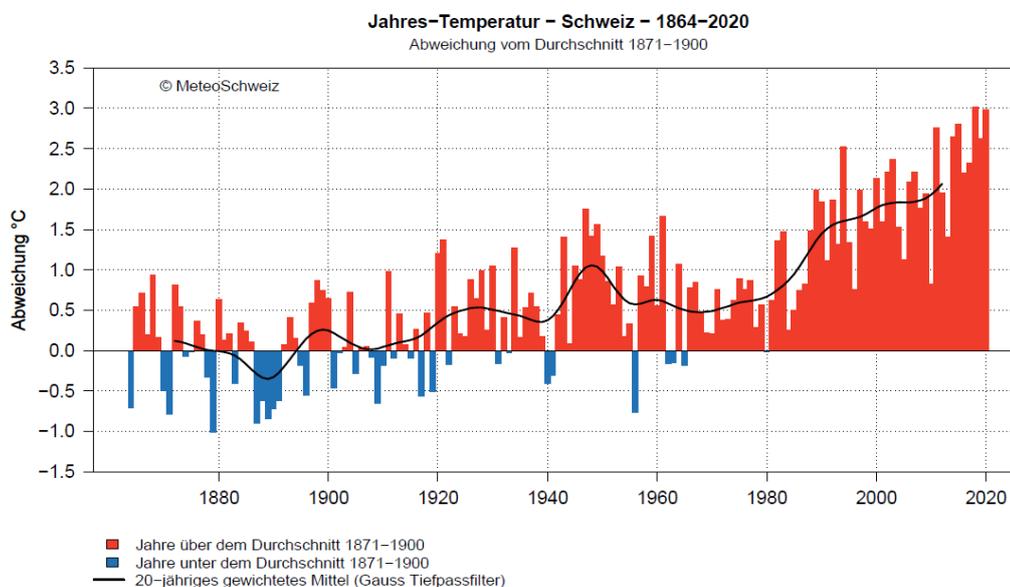


Abbildung 2: Abweichung der mittleren Jahrestemperatur in der Schweiz vom Durchschnitt der Jahre 1871–1900. Quelle: CH2018 (2018)

Die Zahlen verdeutlichen, dass ein wirksamer globaler Klimaschutz in Übereinstimmung mit den Zielen des Pariser Klimaübereinkommens im Interesse der Schweiz ist. Die Temperaturen würden zwar auch in diesem Fall weiter zunehmen, aber viel weniger stark als bei unvermindertem Anstieg der Emissionen. Die Unterschiede werden auf lange Frist gegen Ende des Jahrhunderts noch deutlicher. Ohne globalen Klimaschutz würde beispielsweise die durchschnittliche Sommertemperatur bis zu diesem Zeitpunkt in der Schweiz um 4,1–7,2 Grad Celsius zunehmen. Ein griffiger Klimaschutz würde die Zunahme bremsen und gegenüber der Referenzperiode auf 0,7–2,4 Grad Celsius beschränken.

⁶ Nationales Klimabeobachtungssystem (GCOS Schweiz): <http://www.qcos.ch/inventory>.

⁷ MeteoSchweiz (2019).

⁸ Auf internationaler Ebene wird die Periode von 1850–1900 (früh-industrieller Zeitraum) als Referenz verwendet und mit einem Normzeitraum (1981–2010) verglichen. In dieser Betrachtung beträgt der Temperaturanstieg in der Schweiz 1,5°C, global beträgt er 0,6°C.

⁹ Siehe <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz.html> für eine Zusammenstellung der Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz.

¹⁰ Ragettli / Rössli (2020).

	Ohne wirksamen globalen Klimaschutz (Szenario RCP 8.5)	Mit konsequentem globalen Klimaschutz (Szenario RCP 2.6)
Jahresmitteltemperatur	+2,0 bis +3,3°C	+0,7 bis +1,9°C
Sommertemperatur	+2,3 bis +4,4°C	+0,9 bis +2,5°C
Wintertemperatur	+1,8 bis +3,3°C	+0,6 bis +1,9°C
Niederschlagsänderung Sommer	-25% bis +9%	-16% bis +7%
Niederschlagsänderung Winter	-3% bis +21%	-1% bis +16%
Jahreshöchsttemperatur	+2 bis +5,7°C	+1 bis +3,2°C

Tabelle 1: Übersicht klimabedingte Auswirkungen gegenüber heutigen Verhältnissen (1981–2010) bis Mitte Jahrhundert (2045–2074) mit und ohne wirksamen Klimaschutz. Quelle: CH2018 (2018)

3.2 Emissionsentwicklung in der Schweiz

Im Jahr 2018 betragen die Treibhausgasemissionen der Schweiz gemäss Treibhausgasinventar insgesamt 46,4 Millionen Tonnen CO₂eq.¹¹ Im Vergleich zum Basisjahr 1990 entspricht dies einem Rückgang um rund 14 Prozent. Seit etwa 2005 ist – trotz kontinuierlichem Bevölkerungswachstum – ein abnehmender Emissionstrend erkennbar (siehe Abbildung 3). In den Jahren davor blieben die Emissionen bis auf einige jährliche Schwankungen relativ konstant. Die orange Linie zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf. Diese haben seit 1990 deutlich abgenommen und lagen 2018 bei 5,4 Tonnen CO₂eq. Auch wenn der Trend grundsätzlich in die richtige Richtung geht, wird die Schweiz das Ziel, die Gesamtemissionen um 20 Prozent im Jahr 2020 gegenüber 1990 zu reduzieren, nicht erfüllen. Um die Schweiz über 2020 hinaus wieder auf Zielkurs zu bringen, sind zusätzliche Massnahmen notwendig.

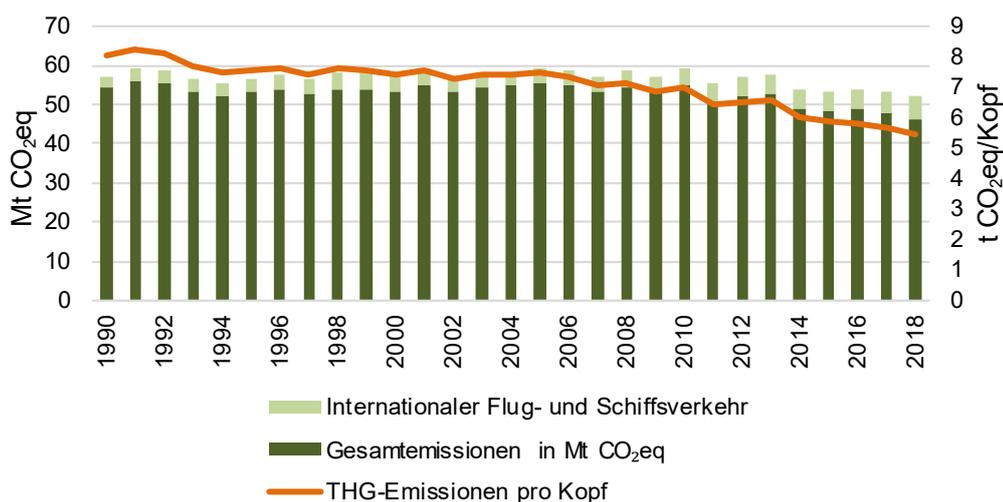


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen der Schweiz insgesamt (linke Achse) und pro Kopf (ohne internationalen Luft- und Schiffsverkehr, rechte Achse). Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Werden auch der internationale Luft- und Schiffsverkehr hinzugezählt, die heute nicht Teil der internationalen und nationalen Bilanzgrenzen sind, so lagen die Emissionen 2018 bei 52,1 Millionen Tonnen CO₂eq und damit rund 9 Prozent unter dem Wert von 1990. Die prozentuale Abnahme gegenüber 1990 ist in diesem Fall also geringer, was auf den Anstieg der Emissionen aus dem internationalen Luftverkehr zurückzuführen ist.

¹¹ Treibhausgasinventar der Schweiz: <https://www.bafu.admin.ch/treibhausgasinventar>; ohne internationalen Luft- und Schiffsverkehr.

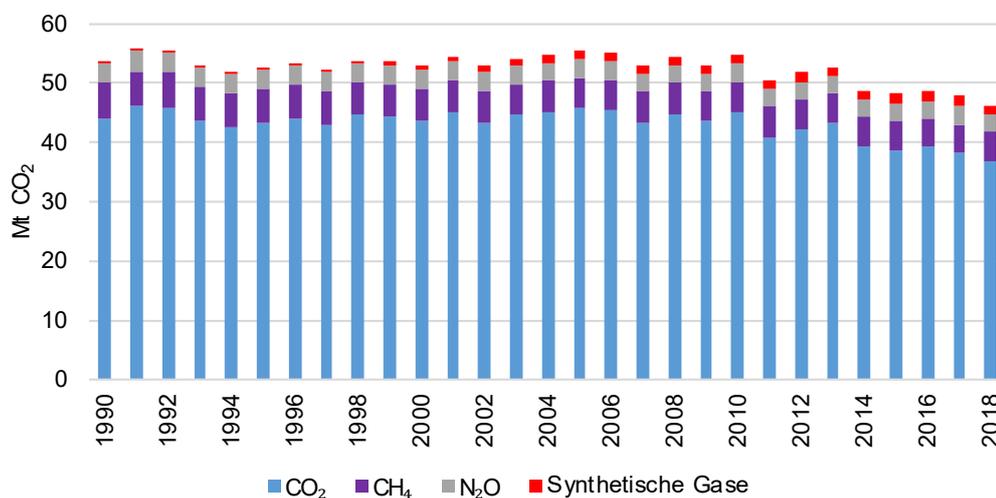


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen der Schweiz nach Gasen (ohne internationalen Luft- und Schiffsverkehr). Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Die Aufteilung nach Gasen in Abbildung 4 zeigt die dominierende Rolle der CO₂-Emissionen, die heute rund 80 Prozent des Gesamtausstosses ausmachen. Der Rückgang der gesamten Emissionen seit 1990 ist daher auch in erster Linie auf eine Abnahme der CO₂-Emissionen zurückzuführen. Rund 16 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen sind Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), die beide zum allergrössten Teil in der Landwirtschaft anfallen. Die verbleibenden knapp 4 Prozent gehen auf das Konto der synthetischen Treibhausgase, wobei vor allem die Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), die beispielsweise als Kältemittel Verwendung finden, von Bedeutung sind.

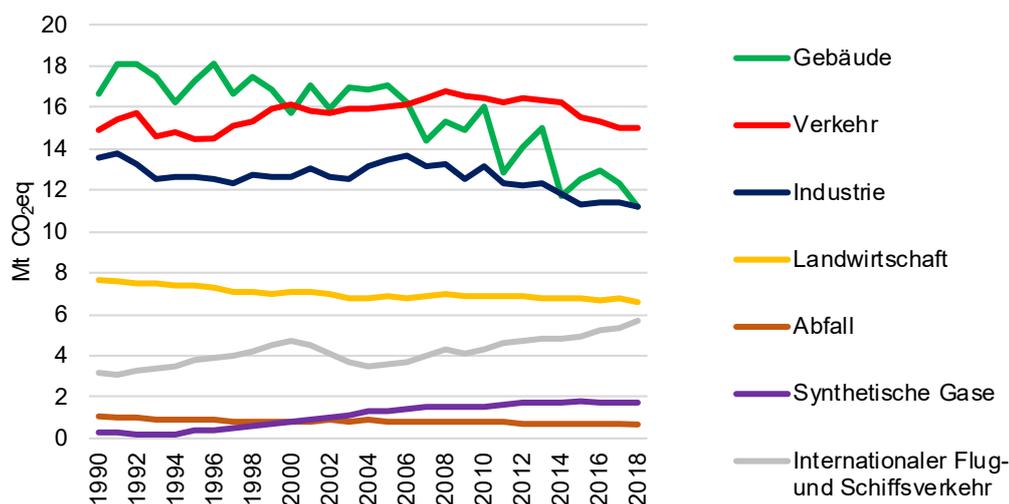


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen der Schweiz nach Sektoren gemäss CO₂-Verordnung, ergänzt mit Zahlen zum Internationalen Flug- und Schiffsverkehr. Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Die Aufteilung nach Sektoren in Abbildung 5 macht deutlich, dass die Emissionen vor allem im Gebäudereich zurückgegangen sind. Die jährlichen Schwankungen sind witterungsbedingt und zeigen die nach wie vor grosse Abhängigkeit von fossilen Heizsystemen. Ebenfalls gesunken sind die Emissionen in der Industrie sowie - in etwas geringerem Umfang - in der Landwirtschaft, während jene im Abfallsektor¹² sich mittlerweile in etwa stabilisiert haben. Seit einigen Jahren hat der Verkehrssektor den grössten Anteil an den Emissionen. Zwar zeigt der Trend seit etwa 10 Jahren leicht abwärts, die Emissionen befinden sich aber immer noch auf dem Niveau von 1990. Die Emissionen des internationalen Luftverkehrs weisen bis 2019 eine klare Aufwärtstendenz auf und tragen mittlerweile, wenn man sie in die

¹² Der Abfallsektor umfasst in dieser Klassifizierung in erster Linie die Emissionen aus der Deponierung, aus Biogasanlagen sowie aus Abwasserreinigungsanlagen. Die Kehrichtverbrennung ist dem Sektor Industrie zugeordnet.

Bilanzierung einbeziehen würde, rund 10 Prozent zu den gesamten Emissionen der Schweiz bei.¹³ Die kurzfristige Entwicklung in den kommenden Jahren ist aufgrund der COVID-19-Pandemie noch unsicher.

Abbildung 3 bis Abbildung 5 zeigen den internationalen Richtlinien folgend die Emissionen, die in der Schweiz entstehen (Territorial- bzw. Absatzprinzip). In die Schweiz importierte Nahrungsmittel und andere Güter sowie die damit verbundenen Emissionen im Ausland sind dabei nicht erfasst. Die Fussabdruckperspektive bezieht demgegenüber die gesamte Lieferkette in die Betrachtung mit ein und unterscheidet zwischen den im Inland anfallenden Emissionen und jenen im Ausland. Abbildung 6 zeigt, dass die Treibhausgasemissionen bei Berücksichtigung des ausländischen Anteils mehr als doppelt so hoch sind wie gemäss Territorialprinzip. Der ausländische Anteil ist dabei im Zeitverlauf sichtbar gestiegen und hat die Reduktion der inländischen Emissionen nahezu vollständig kompensiert.¹⁴

Abbildung 6 verdeutlicht die Bedeutung von Emissionen, die die Schweiz im Ausland verantwortet. Eine umfassende Klimapolitik sollte dieser Verantwortung Rechnung tragen. Massnahmen im Inland zur Ressourcenschonung im Inland, beispielsweise über nachhaltigen Konsum, ressourceneffiziente Produktionsverfahren, nachhaltige Lieferketten und Ansätze aus der Kreislaufwirtschaft können massgeblich dazu beitragen, die Umweltbelastung im Ausland zu senken. Damit kann die Schweiz ihren Fussabdruck im Ausland bis 2050 verkleinern. Dies entspricht auch dem Willen des Parlaments.¹⁵

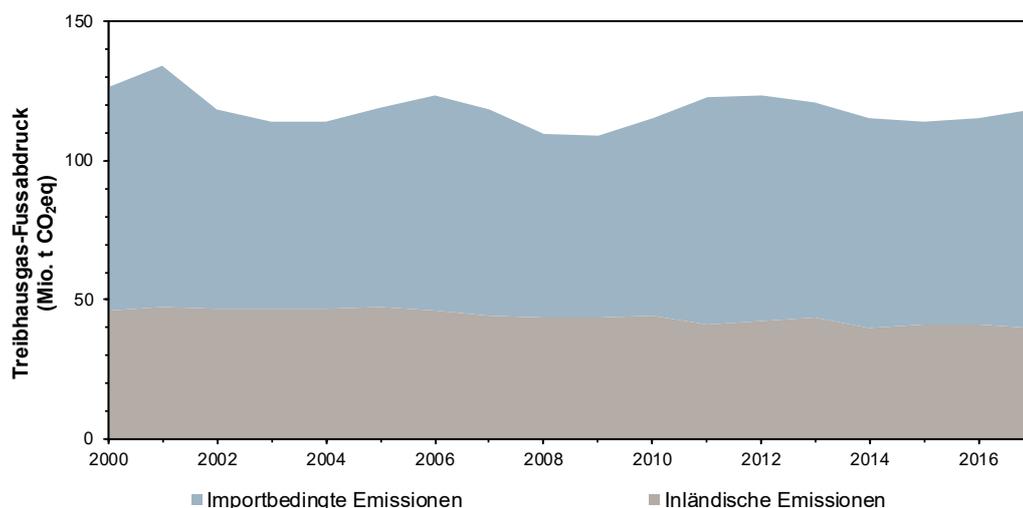


Abbildung 6: Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks aufgrund der Schweizer Endnachfrage von 2000 bis 2017, aufgeteilt in inländische und importbedingte Emissionen (Emissionen im Zusammenhang mit exportierten Gütern und Dienstleistungen sind nicht berücksichtigt). Quelle: BFS Luftemissionskonten (2020)

4 Langfristiges Ziel 2050

In Übereinstimmung mit den wissenschaftlichen Grundlagen und gestützt auf das Pariser Klimaabkommen sowie konform mit ihrer «grösstmöglichen Ambition»¹⁶ und vor dem Hintergrund ihrer spezifischen wirtschaftlichen und sozialen Voraussetzungen setzt sich die Schweiz folgendes langfristiges Ziel¹⁷:

Die Treibhausgasbilanz der Schweiz soll spätestens im Jahr 2050 ausgeglichen sein (Netto-Null).

Das Treibhausgasziel der Schweiz für 2050 (Netto-Null-Ziel)...

... bedeutet ein Gleichgewicht zwischen Emissionsquellen und -senken und umfasst alle international geregelten Treibhausgase (nicht nur CO₂);

¹³ Die Emissionen des internationalen Schiffsverkehrs betragen nur gut 20'000 Tonnen CO₂eq und sind damit kaum von Bedeutung.

¹⁴ BFS Luftemissionskonten (2020).

¹⁵ Das Parlament hat dafür dem CO₂-Gesetz eine Bestimmung hinzugefügt, wonach Emissionsminderungen im Ausland, die nicht an das Reduktionsziel angerechnet werden und auch einen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten, möglichst den von der Schweiz im Ausland verursachten Emissionen entsprechen sollen (Art. 3 Abs. 3 CO₂-Gesetz).

¹⁶ «Highest possible ambition» gemäss dem Übereinkommen von Paris (Artikel 4 Absatz 3)

¹⁷ Medienmitteilung des Bundesrates vom 28.8.2019, abrufbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>

- ... schliesst sämtliche Sektoren des Treibhausgasinventars mit ein (Energie, Industrielle Prozesse und Produktenutzung, Landwirtschaft, Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF), Abfall und Andere);
- ... umfasst die Emissionen innerhalb der Schweizer Landesgrenzen (Territorial- bzw. Absatzprinzip);
- ... beinhaltet zusätzlich auch die der Schweiz anrechenbaren Emissionen des internationalen Luftverkehrs und des internationalen Schiffsverkehrs;
- ... legt keine bestimmten In- und Auslandsanteile für Emissionsverminderungen fest;
- ... markiert ein Zwischenziel, wobei die weitere Entwicklung nach 2050 noch offen ist.

4.1 Einordnung und Bedeutung

Das Netto-Null-Ziel bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen spätestens 2050 ein Gleichgewicht zwischen Quellen und Senken erreichen müssen. Die Zielsetzung umfasst alle international geregelten Treibhausgase. Neben CO₂ sind damit auch Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) sowie bestimmte synthetische Treibhausgase berücksichtigt. Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, weil die Methan- und Lachgasemissionen insbesondere in der Landwirtschaft aus heutiger Sicht eher schwierig oder nicht komplett zu vermeiden sind.

Das Ziel umfasst sämtliche Sektoren des Treibhausgasinventars: Energie (1), Industrielle Prozesse und Produktenutzung (2), Landwirtschaft (3), Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) (4), Abfall (5) und Andere (6).¹⁸ Der Bundesrat hat zudem in seinem Gegenentwurf zur «Gletscher-Initiative» (siehe Kapitel 6.3) vorgeschlagen, künftig auch die Emissionen des internationalen Luftverkehrs und des internationalen Schiffsverkehrs in das Ziel einzubeziehen, soweit dies wissenschaftlich und technisch im Einklang mit den Angaben im Treibhausgasinventar möglich ist.¹⁹ Im heutigen Verminderungsziel der Schweiz sind diese Emissionsquellen noch nicht enthalten.

Netto-Null dient deshalb als Zielgrösse, weil die Schweiz ihre Emissionen bis 2050 nicht in allen Bereichen vollständig auf null reduzieren können. Die Entstehung von Treibhausgasen ist bei der Nahrungsmittelproduktion in der Landwirtschaft und bei gewissen industriellen Prozessen wie beispielsweise der Zementherstellung oder bei der thermischen Verwertung von Abfällen aus heutiger Sicht technologisch unvermeidbar. Diese technisch nicht vermeidbaren Emissionen müssen, sofern keine Alternativen zur Verfügung stehen oder die Emissionen nicht anderweitig gesenkt werden, durch den Einsatz technischer sowie natürlicher Senken oder durch emissionsreduzierende Massnahmen im Ausland ausgeglichen werden.

Das Netto-Null-Ziel für alle Treibhausgasemissionen lässt sich vereinfacht als «Treibhausgasneutralität» bezeichnen. Es bezieht sich in Übereinstimmung mit den internationalen Bilanzierungsregeln auf die nationalen Treibhausgasemissionen; es gilt also das Territorialprinzip bzw. das Absatzprinzip.²⁰ Emissionen, die die Schweiz im Ausland verursacht, sind in den Bilanzierungsgrenzen des Netto-Null-Ziels der Schweiz nicht enthalten. Die Klimaziele des Übereinkommens von Paris können jedoch nur erreicht werden, wenn auch diese Emissionen sinken. Diese Emissionen müssten folglich durch die Verminderungsziele anderer Länder abgedeckt sein.

Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen, braucht es eine umfassende, weitgehende und schnelle Reduktion der inländischen Treibhausgasemissionen. Die Gebäude und der Strassenverkehr müssen nahezu oder vollständig frei von fossilen Emissionen werden. Auch in der Industrie und im Abfallsektor sind die Treibhausgasemissionen soweit wie technisch möglich zu verringern. Ebenfalls auf ein Minimum beschränkt werden muss der Ausstoss synthetischer Treibhausgase, die beispielsweise in Kühlanlagen Anwendung finden. Die Landwirtschaft muss ihre Möglichkeiten, beispielsweise in der Hofdünger- und Bodenbewirtschaftung und der Tierhaltung, möglichst vollständig ausschöpfen, um die Emissionen von Me-

¹⁸ Die Ziffern in Klammern bezeichnen die entsprechenden Kategorien im Treibhausgasinventar gemäss den Vorgaben der UNFCCC.

¹⁹ Im Jahr 2018 betrug die Treibhausgasemissionen des internationalen Luftverkehrs gemäss Treibhausgasinventar 5,7 Mio. Tonnen CO₂eq. Die Emissionen leiten sich aus den in der Schweiz für internationale Flüge getankten Flugtreibstoffen ab. In dieser Zahl nicht enthalten sind die indirekten Klimawirkungen des Luftverkehrs, beispielsweise durch seinen Einfluss auf die Wolkenbildung (siehe dazu Kapitel 8.4).

²⁰ Das Absatzprinzip gilt bei Treibstoffen. Die Emissionen werden jeweils dem Land angerechnet, in dem der Treibstoff getankt wird.

than und Lachgas zu senken. Zusätzliche Potenziale liegen in der Entwicklung von weniger treibhausgasintensiven Nahrungsmitteln, bei der Schweizer Unternehmen eine führende Rolle spielen. Auch die Potenziale zur Emissionsreduktion in der internationalen Luftfahrt sind zu nutzen.

Das Netto-Null-Ziel impliziert den Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung oder unter Umständen zur Wiederverwertung von CO₂ (*Carbon Capture and Storage* CCS bzw. *Carbon Capture and Utilization* CCU), namentlich bei grossen, standortgebundenen Punktquellen wie Kehrlichtverbrennungsanlagen und Zementwerken. Das Netto-Null-Ziel beinhaltet zudem den Einsatz von Negativemissionstechnologien zum Ausgleich der verbleibenden, technisch schwer vermeidbaren Emissionen (siehe Kapitel 8.9).

Das Verringern der globalen CO₂-Emissionen auf Netto-Null bis Mitte des Jahrhunderts sowie die gleichzeitige weitgehende Reduktion der übrigen Treibhausgase ist gemäss wissenschaftlicher Evidenz die einzige Möglichkeit, die globale Erwärmung unter 1,5 Grad Celsius zu halten. Das Netto-Null-Ziel der Schweiz steht im Einklang mit den Anforderungen des Übereinkommens von Paris, wonach entwickelte Länder ihre Emissionen schneller auf Netto-Null absenken sollen als Entwicklungsländer. Die Schweiz verfügt über die notwendigen Fähigkeiten und im internationalen Vergleich über günstige Voraussetzungen, den Übergang in Richtung Netto-Null konsequent zu verfolgen. Hierzu ist das totalrevidierte CO₂-Gesetz eine wichtige Voraussetzung.

Für die Schweiz ist eine international abgestimmte Klimapolitik, die den Zielen des Übereinkommens von Paris gerecht wird, unabdingbar. Die Schweiz ist bereits heute stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Sie hat deshalb ein grosses Interesse daran, dass die globale Staatengemeinschaft gemeinsam handelt und sich insbesondere die grossen Emittenten ebenfalls ambitionierte Reduktionsziele setzen und diese verfolgen. Nur so ist es möglich, dass die benötigten Technologien im erforderlichen Massstab entwickelt, produziert und angewendet werden. Die Schweiz ist für ihre Zielerreichung auf diesen globalen technologischen Fortschritt und dessen Anwendung angewiesen. Gleichzeitig kann sich die Schweiz auf internationaler Ebene nur dann glaubwürdig für robuste Rahmenbedingungen und eine Verringerung der Emissionen einsetzen, wenn sie selber die notwendigen Massnahmen umsetzt. Massnahmen auf nationaler Ebene und die Bemühungen auf internationaler Ebene müssen deshalb Hand in Hand gehen.

4.2 In- und Auslandsanteil der Reduktionen

Die langfristige Klimastrategie lässt offen, wie hoch die Inland- und die Auslandsanteile der bis 2050 nötigen Emissionsreduktionen sein sollen. Für das Jahr 2030 hat das Parlament im totalrevidierten CO₂-Gesetz das Verhältnis zwischen Inland- und Auslandsreduktionen auf mindestens drei Viertel gegenüber höchstens einem Viertel festgesetzt (vgl. Kapitel 6.1). Der Grundsatz der höchstmöglichen Ambition (*«highest possible ambition»*), zu dem das Pariser Klimaübereinkommen die Vertragsparteien anhält, bedeutet, dass die jeweiligen inländischen Treibhausgasemissionen so weit wie möglich reduziert werden sollen. Die Anrechnung von Massnahmen im Ausland ist insbesondere in einer Übergangszeit von Vorteil, um Flexibilität und Zeit zu gewinnen, so dass reguläre Investitionszyklen für die Erneuerung der Infrastruktur genutzt werden können. Reduktionsmassnahmen im Ausland sind grundsätzlich auch längerfristig eine Option. Das Potenzial für Massnahmen im Ausland dürfte aber abnehmen, da gemäss Übereinkommen von Paris alle Länder ihren Treibhausgasausstoss fortlaufend in Richtung Netto-Null reduzieren müssen. Ihre Bereitschaft, anderen Ländern anrechenbare Reduktionsmöglichkeiten günstig abzutreten, dürfte sinken, während die notwendigen Investitionen für eine Reduktion der verbleibenden Emissionen zunehmen werden. Die Preise für Auslandsreduktionen dürften also längerfristig ansteigen. Kurz- und mittelfristig können Auslandsreduktionen für die Partnerländer jedoch eine Unterstützung darstellen und insbesondere auch den Wissens- und Technologietransfer begünstigen. Für Inland- wie für Auslandsreduktionsanstrengungen sollen in jedem Fall dieselben Qualitätsanforderungen und Umwelt- sowie Sozialstandards gelten.

Der Klimawandel ist eine globale Erscheinung, die an den Landesgrenzen nicht haltmacht. Betrachtet man die Verantwortung der Schweiz für den Klimawandel aus einer grenzüberschreitenden Perspektive, so zeigt sich, dass rund zwei Drittel der Treibhausgasfussabdrucks der Schweiz im Ausland anfallen (vgl. Kapitel 3.2).²¹ Die Schweiz als technologisch weit entwickeltes und innovatives Land kann gerade

²¹ Gemäss Bundesamt für Statistik entstehen knapp zwei Drittel des gesamten Treibhausgas-Fussabdrucks der Schweiz im Ausland, siehe <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltgesamtrechnung/luftemissionen.html>. Das

in Entwicklungsländern dazu beitragen, dass sich emissionsarme Technologien und Verfahren etablieren und verbreiten. Ein entsprechendes Engagement im Ausland bleibt daher wichtig. Die Schweiz setzt sich international für verbindliche und wirkungsvolle Regeln zur Anrechenbarkeit von Reduktionen im Ausland ein (Artikel 6 des Übereinkommens von Paris) und erwägt bereits jetzt mit diversen Staaten eine bilaterale Zusammenarbeit. Zu diesem Zweck hat der Bundesrat am 14. Oktober 2020 ein Abkommen mit Peru²² – weltweit das erste dieser Art – und am 18. November 2020 ein Abkommen mit Ghana²³ genehmigt.

Negativemissionstechnologien können grundsätzlich sowohl im Inland als auch im Ausland eingesetzt werden. Eine Beteiligung an entsprechenden Projekten im Ausland kann sinnvoll sein, wobei wiederum die gleichen Anforderungen an gesellschaftliche Akzeptanz und Umweltverträglichkeit sichergestellt werden müssen wie in der Schweiz. Die Rahmenbedingungen für die Anrechenbarkeit sind auf internationaler Ebene zu regeln. Aufgrund der Unsicherheiten bezüglich der Potenziale, Kosten und Risiken von Negativemissionstechnologien ist aber die weitgehende Emissionsminderung im Inland für das Erreichen des Netto-Null-Ziels vordringlich.

5 Strategische Grundsätze der langfristigen Klimastrategie

Die langfristige Klimastrategie legt dar, wie das Netto-Null-Ziel bis 2050 erreicht werden kann. Aufbauend auf die Fortschritte, welche die Totalrevision des CO₂-Gesetzes erzielt, zeigt die Klimastrategie Emissionsentwicklungen, Zielsetzungen und die damit verbundenen Herausforderungen auf, und zwar über das Jahr 2030 hinaus und für die verschiedenen Sektoren. Auf dieser Grundlage können die entsprechenden zukünftigen gesetzlichen Rahmenbedingungen festgelegt werden.

Die langfristige Klimastrategie steht dabei vor einer grundlegenden Schwierigkeit: Während einerseits der globale Zielzustand wissenschaftlich eindeutig definiert und im Übereinkommen von Paris verpflichtend festgelegt ist, bestehen andererseits bei der Umsetzung beträchtliche Unsicherheiten. So sind Prognosen über technische Entwicklungen schwierig, und die Auswirkungen unterschiedlicher Instrumente für Wirtschaft und Gesellschaft sind längerfristig nur in Grundzügen vorhersehbar. Die Wissensgrundlagen in allen diesen Bereichen müssen in den kommenden Jahren darum verbessert werden. Die Weichen in Richtung einer treibhausgasarmen Zukunft müssen aber – trotz der bestehenden Unsicherheiten – bereits heute gestellt werden. Gleichzeitig soll der grösstmögliche Handlungs- und Gestaltungsspielraum erhalten bleiben: Neue Denk- und Handlungsansätze in Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie müssen Platz haben und sich entwickeln können. Möglichkeiten, Strukturen und Bedürfnisse können sich in den nächsten 30 Jahren verändern, beispielsweise mit neuen Formen der Arbeit, des Wohnens und der Mobilität.

Die langfristige Klimastrategie markiert den Anfang dieses Prozesses. Sie beschreibt die Vorstellungen des Bundesrates für die langfristige klimapolitische Ausrichtung der Schweiz und legt als ersten Schritt zehn übergeordnete strategische Grundsätze fest, die für das Erreichen des Netto-Null-Ziels aus heutiger Sicht entscheidend sind. Diese Grundsätze sollen für die Klimapolitik, aber auch für verwandte Politikbereiche richtungsweisend sein. Sie verstehen sich als Eckpfeiler auf dem Weg in Richtung Netto-Null, halten dabei aber die Gestaltungs- und Handlungsfreiheit so gross wie möglich.

Grundsatz 1:

Die Schweiz nutzt die Chancen eines konsequenten Übergangs in Richtung Netto-Null

In der konsequenten Ausrichtung auf das Netto-Null-Ziel liegt eine grosse Chance für den Innovations- und Forschungsstandort Schweiz. Diese Chance gilt es zu nutzen. Die Schweiz kann sich in der Entwicklung neuer, emissionsarmer Technologien, Verfahren und Lösungen eine Führungsrolle erarbeiten und so ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken - sowohl in den realwirtschaftlichen Sektoren als auch im Finanzsektor. Davon profitiert nicht nur der Klimaschutz, sondern auch die Exportwirtschaft. Das Ziel, die Emissionen bis 2050 auf Netto-Null zu senken, setzt ein klares Signal zur Ausrichtung dieser Innovationskräfte. Sie ermutigt zudem die Schweizer Forschungs- und Innovationsakteure, zur Erreichung

BAFU verwendet für seine Abschätzungen eine etwas andere Methodologie, weist aber ein ähnliches Inland-Ausland-Verhältnis aus.

²² Medienmitteilung des Bundesrates vom 20.10.2020, abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-80791.html>.

²³ Medienmitteilung des Bundesrates vom 23.11.2020, abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-81266.html>.

des Ziels beizutragen. Nebst der Entwicklung neuer Technologien zur Emissionsreduktion kann die Forschung insbesondere mit Erkenntnissen aus inter- und transdisziplinären Projekten den Übergang in Richtung Netto-Null unterstützen.

Grundsatz 2:

Die Schweiz nimmt ihre klimapolitische Verantwortung wahr

Die Schweiz ist in der Klimapolitik auf das Engagement anderer Staaten angewiesen. Sie kann dieses Engagement aber nur dann glaubwürdig von anderen einfordern, wenn sie selber die notwendigen Anstrengungen unternimmt. Die Schweiz stützt sich deshalb auf das Prinzip der gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und verschiedenen Fähigkeiten (vgl. Kapitel 2.2) und wird ihren Weg in Richtung Netto-Null-Ziel bis 2050 konsequent verfolgen. Damit leistet sie ihren Beitrag zu den weltweiten Anstrengungen zur Beschränkung der globalen Erwärmung. Sie verfolgt ausserdem mit gleicher Konsequenz auch die beiden anderen Ziele des Übereinkommens von Paris, d.h. die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an ein verändertes Klima sowie die klimaverträgliche Ausrichtung der Finanzflüsse. Die Schweiz setzt sich zudem für den Abbau von direkten und indirekten Subventionen auf fossile Energieträger ein.

Grundsatz 3:

Die Emissionsminderung im Inland steht im Vordergrund

Die Schweiz möchte bis 2030 einen Teil ihrer Reduktionsleistung im Ausland erbringen. Dieser Auslandeanteil dürfte längerfristig zunehmend geringer werden. Der Bundesrat lässt offen, zu welchen Teilen das Netto-Null-Ziel im In- bzw. im Ausland erreicht werden soll. Der Schlüssel zum Erreichen des Netto-Null-Ziels sollte jedoch in der Emissionsreduktion im Inland liegen. Vermeidbare Emissionen müssen bis 2050 möglichst vollständig eliminiert werden. Dies impliziert, dass fossile Brenn- und Treibstoffe nur noch in klar definierten Ausnahmefällen eingesetzt werden. Verbleibende Emissionen werden durch Negativemissionstechnologien ausgeglichen. Diese Technologien ergänzen die umfassende Emissionsreduktion. Aufgrund ihrer beschränkten Potenziale sollten Negativemissionstechnologien für die technisch schwer vermeidbaren Emissionen reserviert bleiben. Gleichzeitig wird die Schweiz darauf achten, nach Möglichkeit keine Emissionen ins Ausland zu verlagern («*carbon leakage*»). Bei strombasierten Anwendungen soll, soweit dies mit den internationalen Handelsverpflichtungen vereinbar ist, keine mit fossilen Energieträgern produzierte Elektrizität zum Einsatz kommen.

Grundsatz 4:

Die Emissionen werden über die gesamten Wertschöpfungsketten reduziert

In die Schweiz importierte Güter und Dienstleistungen verursachen anderswo auf der Welt Treibhausgasemissionen. Die Rahmenbedingungen sind deshalb so zu gestalten, dass die Produktion und die Nachfrage von Gütern und Dienstleistungen entlang der gesamten Wertschöpfungsketten die Umwelt möglichst wenig belasten und zu einem möglichst geringen Treibhausgasausstoss führen.

Bund, Kantone und Gemeinden sorgen im Rahmen ihrer Zuständigkeiten und Möglichkeiten für die Schonung der natürlichen Ressourcen und stärken Ansätze im Bereich der Kreislaufwirtschaft. Dies trägt auch dazu bei, die Umweltbelastung im Ausland zu senken. Werden Materialien länger verwendet, deren Menge reduziert, durch emissionsärmere Alternativen ersetzt und wiederverwendet, gehen die Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zurück.

Grundsatz 5:

Sämtliche Energieträger werden haushälterisch und unter Berücksichtigung ihrer optimalen Anwendungsmöglichkeiten eingesetzt

Neben dem möglichst vollständigen Verzicht auf fossile Brenn- und Treibstoffe und dem raschen Ausbau erneuerbarer Energien ist der haushälterische Umgang mit allen Energieträgern ein weiterer Schlüssel zur Zielerreichung. Das heisst zum einen, dass in allen Sektoren alle verfügbaren Potenziale zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Senkung des Energieverbrauchs genutzt werden sollen. Zum anderen sollen die verfügbaren Energieträger möglichst zielgerichtet genutzt werden. Sie sollen also sektorübergreifend dort eingesetzt werden, wo sie für die Anwendung optimal sind. Knappe oder nur aufwändig herstellbare (z.B. synthetische) Energieträger sollen dort zum Einsatz kommen, wo Alternativen schwierig zu finden sind und wo es keine anderen Lösungen gibt.

Grundsatz 6:**Bund und Kantone richten ihre planerischen Aktivitäten in allen klimarelevanten Bereichen auf das Netto-Null-Ziel aus**

Eine Grundvoraussetzung für das Erreichen der langfristigen Klimaziele ist das Vermeiden von Fehlinvestitionen: Bauten und Infrastrukturen haben eine lange Lebensdauer und sind während vieler Jahre im Einsatz. Wenn diese Infrastrukturen mit emissionsintensiven Baumaterialien errichtet und unterhalten sowie mit fossilen Energien betrieben werden oder den Einsatz fossiler Energien fördern, verursachen sie über lange Zeit Emissionen. Gefordert ist deshalb eine umsichtige, auf die Klimaziele ausgerichtete Planung von Bund und Kantonen. Besonders angesprochen sind die Raum- und Verkehrsplanung, die Siedlungsentwicklung sowie die Energieplanung. Zudem sollten neue gesetzliche Vorschriften und Investitionsprojekte jeweils auf ihre Kompatibilität mit dem Netto-Null-Ziel geprüft und der Klimaschutz in allen relevanten Politikbereichen und Strategien aufgenommen werden.

Grundsatz 7:**Der Übergang in Richtung Netto-Null erfolgt sozialverträglich**

Der Bund stellt zusammen mit den Sozialpartnern, den Kantonen und den Gemeinden sicher, dass der Übergang in Richtung Netto-Null-Ziel sozialverträglich erfolgt. Finanzielle Zusatzbelastungen für einkommensschwache Haushalte oder bestimmte Regionen werden vermieden oder mit geeigneten Abfederungsmechanismen aufgefangen. Infrastrukturen sind so planen, dass sie der Bevölkerung den Übergang in Richtung Netto-Null erleichtern.

Grundsatz 8:**Der Übergang in Richtung Netto-Null erfolgt wirtschaftsverträglich**

Der Bund stellt sicher, dass der Übergang in Richtung Netto-Null-Ziel wirtschaftsverträglich und so kosteneffizient wie möglich erfolgt, möglichst dem Verursacherprinzip gerecht wird und zur Internalisierung der externen Kosten beiträgt. Er setzt klare Rahmenbedingungen, so dass die Investitions- und Erneuerungszyklen konsequent dazu genutzt werden können, Fehlinvestitionen zu vermeiden und fossile Energieträger weitgehend zu ersetzen. Er sorgt zudem dafür, dass Branchen und Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, gegenüber ihren Konkurrenten keine Nachteile erleiden.

Grundsatz 9:**Der Übergang in Richtung Netto-Null verbessert gleichzeitig die Umweltqualität**

Neben dem Klima bestehen auch in anderen Umweltbereichen grosse Herausforderungen. Das Erreichen des Netto-Null-Ziels soll deshalb Hand in Hand mit einer stärkeren Schonung anderer Umweltressourcen erfolgen. Es bestehen viele Synergien, beispielsweise in den Bereichen Luftqualität oder Biodiversität. Gleichzeitig sind aber auch Interessensabwägungen nötig. Klimaschutz soll nicht auf Kosten anderer Umweltbereiche erfolgen, sondern mit diesen vereinbar sein und Massnahmen unterstützen, die Verbesserungen anstreben.

Grundsatz 10:**Die langfristige Klimastrategie stützt sich auf das Prinzip der Technologieoffenheit**

Die längerfristigen technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen lassen sich heute nur mit grossen Unsicherheiten vorhersagen. Der politische Handlungs- und Gestaltungsspielraum soll deshalb so offen wie möglich bleiben. Die langfristige Klimastrategie verfolgt einen technologieoffenen Ansatz. Dabei stützt sie sich auf ein breites Verständnis von Technik. Neben Digitalisierung, Materialwissenschaften oder Ingenieurwesen können neue Anbaumethoden in der Landwirtschaft, betriebliche und organisatorische Neuerungen oder soziale und kulturelle Innovationen eine ebenso wichtige Rolle spielen. Bei den Negativemissionstechnologien trägt die Strategie dem Umstand Rechnung, dass geeignete CO₂-Lagerstätten beschränkt vorhanden und geeignete Verfahren noch nicht im notwendigen Massstab verfügbar sind. Negativemissionstechnologien sollten deshalb nur unter der Einschränkung zum Einsatz kommen, dass spätestens im Jahr 2050 keine Treibhausgase aus fossilen Energieträgern mehr emittiert werden, die sich mit technischen Massnahmen vermeiden lassen.

6 Klimagesetzgebung der Schweiz

Das CO₂-Gesetz sowie die dazugehörige CO₂-Verordnung sind die rechtlichen Grundlagen für die Klimapolitik der Schweiz. Sie legen die Ziele, die Instrumente sowie die Zuständigkeiten für die Umsetzung und den Vollzug fest. Gleichzeitig überführt das CO₂-Gesetz die internationalen klimapolitischen Verpflichtungen (Kyoto-Protokoll, Übereinkommen von Paris) in nationales Recht. Neben dem CO₂-Gesetz tragen auch Massnahmen aus anderen Sektorpolitiken und Gesetzgebungen zur Emissionsreduktion bei, namentlich in den Bereichen Umwelt, Energie, Landwirtschaft, Wald- und Holzwirtschaft, sowie freiwillige Massnahmen.

6.1 Totalrevision CO₂-Gesetz

Im Herbst 2020 wurde eine Totalrevision des aktuell gültigen CO₂-Gesetzes verabschiedet, die – vorbehaltlich des ergriffenen Referendums – zusammen mit den zugehörigen Ausführungsbestimmungen auf 2022 in Kraft treten soll. Das Gesetz leistet einen Beitrag an die Ziele des Übereinkommens von Paris, das heisst zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 bzw. 1,5 Grad Celsius, zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit und zur klimaverträglichen Ausrichtung der Finanzflüsse. Der Zweckartikel des Gesetzes hält zudem das Ziel einer ausgeglichenen Klimabilanz explizit fest.²⁴

Die Gesetzesrevision hat zum Ziel, die Treibhausgasemissionen der Schweiz bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 mindestens zu halbieren. Mindestens drei Viertel der Reduktion soll in der Schweiz erfolgen, maximal ein Viertel im Ausland. Darüber hinaus sollen gemäss CO₂-Gesetz weitere Verminderungen im Ausland erbracht werden, die nicht an das Verminderungsziel anrechenbar sind, und zwar im Umfang der Emissionen, die importierte Güter und Dienstleistungen anderswo auf der Welt verursachen. Damit unternimmt die Schweiz zusätzliche Anstrengungen, um die globale Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen.

Die Gesetzesrevision baut auf dem erprobten Massnahmenmix vorab in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie auf und ergänzt diesen um den Bereich des Luftverkehrs. Bei verschiedenen Massnahmen ist bereits eine längerfristige Perspektive angelegt. Sie bringen die Schweiz deshalb nicht nur auf Kurs in Richtung Halbierung der Emissionen bis 2030, sondern wirken sich auch längerfristig mit Blick auf das Netto-Null-Ziel von 2050 aus. Die Totalrevision sieht folgende Massnahmen vor:

- Es wird ein Klimafonds zur Finanzierung von Klimaschutz-Massnahmen errichtet. Zu den finanzierten Massnahmen gehören unter anderem Massnahmen zur Verminderung der CO₂-Emissionen von Gebäuden, die Förderung von Technologien sowie weitere Massnahmen zur Verminderung von Treibhausgasemissionen. Darunter fallen die Förderung von Massnahmen zur innovativen und direkten Reduktion der Klimawirkungen des Luftverkehrs, des klimaschonenden grenzüberschreitenden Personenverkehrs (wie zum Beispiel Nachtzüge) oder Massnahmen der Kantone und der Gemeinden. Der heutige Technologiefonds, mit dem Darlehen an innovative Unternehmen verbürgt werden können, wird in den Klimafonds überführt. Dank dieser Absicherung stellen Banken mehr Fremdkapital für die Verbreitung und Vermarktung von neuen Technologien bereit. Der Klimafonds kann aber auch in früheren Phasen des Innovationsprozesses Unterstützung bieten und zum Beispiel Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte fördern. Die Entwicklung klimafreundlicher Technologien ist der Schlüssel für die Transformation in Richtung Netto-Null. Alimentiert wird der Klimafonds mit einem Drittel des Ertrags der CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe – höchstens aber 450 Millionen Franken – sowie mit etwas weniger als der Hälfte des Ertrags der Abgaben auf den Luftverkehr. Der Klimafonds finanziert auch Massnahmen zur Vermeidung von Schäden, die als Folge des Klimawandels eintreten. Dafür stehen die Hälfte der Ersatzleistungen von Fahrzeugimporteuren, die ihre CO₂-Zielvorgabe verfehlen, weitere Sanktionseinnahmen und die Erlöse aus der Versteigerung von Emissionsrechten zur Verfügung.
- Die als Lenkungsabgabe konzipierte CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe setzt Anreize zum sparsamen Einsatz fossiler Energien und zum vermehrten Umstieg auf CO₂-arme und CO₂-freie Energieträger. Die Einnahmen werden zu zwei Dritteln an die Bevölkerung und die Wirtschaft zurückverteilt, was sie auch weiterhin sozialverträglich macht. Wie eine Wirkungsabschätzung im Auftrag des

²⁴ Bundesgesetz über die Verminderung von Treibhausgasemissionen (CO₂-Gesetz) vom 25. September 2020, BBI 2020 7847.

BAFU zeigt, hat die CO₂-Abgabe seit ihrer Einführung zu spürbaren Emissionsreduktionen geführt.²⁵ Sie soll daher mit demselben Mechanismus wie heute weitergeführt werden. Je nach Entwicklung der Emissionen aus Brennstoffen kann der Abgabesatz von heute 96 Franken pro Tonne CO₂ bis 2030 auf maximal 210 Franken pro Tonne CO₂ ansteigen. Der gemäss geltendem Gesetz mögliche Maximalsatz von 120 Franken pro Tonne CO₂ musste nicht ausgeschöpft werden. Sinken die Emissionen künftig in genügendem Ausmass, wird der Maximalsatz auch in Zukunft nicht zur Anwendung kommen. Die CO₂-Abgabe trägt zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bei, indem sie den Ersatz fossiler Heizsysteme durch emissionsfreie Alternativen attraktiver macht. Diese schrittweise und längerfristig möglichst vollständige Ablösung fossiler Heizsysteme ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen des Netto-Null-Ziels.

- Das Gebäudeprogramm wird unbefristet weitergeführt und neu über den Klimafonds abgewickelt. Es unterstützt über Globalbeiträge an die Kantone energetische Sanierungen, den Einsatz erneuerbarer Energien, Gebäudetechnik und Ersatzneubauten. Davon profitieren zum Beispiel Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, die ihr Gebäude besser isolieren möchten. Zusätzlich zum Gebäudeprogramm kann der Bund neu den Ersatz fossiler Heizungen direkt unterstützen oder Investitionen in die klimaverträgliche Modernisierung von Gebäuden absichern. Um die Elektro-Mobilität zu fördern, sind Beiträge für den Bau von Ladestationen bei Wohnblocks und Mehrfamilienhäusern sowie anderen Mehrparteiengebäuden vorgesehen. Um Fernwärmenetze voranzutreiben, können Investitionen in den Neu- und Ausbau thermischer Netze und der Wärmeerzeugungsanlage abgesichert werden. Der Klimafonds kann zudem Gemeinden einen Beitrag für räumlich abgestimmte Energieplanungen ausrichten und Produktionsanlagen für erneuerbares Gas unterstützen. Das Gebäudeprogramm und die zusätzlichen Massnahmen tragen damit zum einen dazu bei, dass der Energieverbrauch der Gebäude weiter in Richtung des technisch möglichen und wirtschaftlich vertretbaren Minimums absinkt. Zum anderen unterstützen sie im Wärmebereich die erneuerbaren Energien sowie den Aufbau von Nah- und Fernwärmesystemen als Ersatz für ineffiziente, dezentrale Lösungen.
- Die Kompetenz für energetische Massnahmen im Gebäudebereich liegt primär bei den Kantonen. Sie sollen gemäss totalrevidiertem CO₂-Gesetz dafür sorgen, dass die CO₂-Emissionen des Gebäudeparks im Durchschnitt der Jahre 2026 und 2027 gegenüber 1990 auf die Hälfte sinken. Dazu sollen in erster Linie die kantonalen Gebäudevorschriften in Anlehnung an die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) beitragen. Die MuKE und deren Weiterentwicklungen schaffen zudem Anreize, dass bestehende Gebäude, die den künftigen Anforderungen nicht mehr genügen, durch Neubauten nach aktuellen Standards ersetzt werden. Dies schafft gleichzeitig Gelegenheiten zur baulichen Verdichtung, zur Modernisierung des Gebäudeparks und für eine CO₂-freie Energieversorgung.
- Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes gelten ab 2023 neu schweizweit verbindliche Grenzwerte für Gebäude. Dabei unterscheidet das Gesetz zwischen bestehenden Bauten und Neubauten. Neue Gebäude sind ab 2023 so zu bauen, dass sie keine CO₂-Emissionen mehr verursachen. Bestehende Bauten hingegen dürfen weiterhin CO₂ ausstossen. Damit trägt das Gesetz dem Umstand Rechnung, dass die Umstellung bei Neubauten einfacher ist. Sofern bei bestehenden Gebäuden eine neue Heizung eingebaut wird, legt das Gesetz aber Zielwerte fest. Ab 2023 liegt das Ziel nach einem Heizungsersatz bei jährlich höchstens 20 Kilogramm CO₂ pro m² Energiebezugsfläche. Dieser Zielwert sinkt in Fünfjahresschritten um jeweils 5 Kilogramm CO₂ pro m² und Jahr und beträgt somit im Jahr 2043 Null. Die Grenzwerte legen daher den Grundstein für einen langfristig CO₂-neutralen Gebäudepark. In Kantonen, welche bis zum Inkrafttreten des CO₂-Gesetzes den Teil F des Basismoduls der MuKE 2014 oder eine strengere Regelung in Bezug auf den Anteil erneuerbarer Energie beim Heizungsersatz in Kraft gesetzt haben, gelten diese Vorschriften ab dem Jahr 2026.
- Die CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe deckt auch den Industriesektor ab. Das CO₂-Gesetz nimmt aber Rücksicht auf die Wirtschaftsverträglichkeit. Ein grosser Teil der Industrie erhält die CO₂-Abgabe vollständig zurückerstattet und ist dafür anderen Instrumenten unterstellt.

²⁵ Ecoplan (2017).

- Unternehmen aus Wirtschaftszweigen, die durch die CO₂-Abgabe in ihrer Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt würden, können sich von der Abgabe befreien lassen. Im Gegenzug verpflichten sie sich gegenüber dem Bund, ihre Emissionen zu vermindern. Mit dem neuen CO₂-Gesetz soll diese Möglichkeit sämtlichen Unternehmen offenstehen. Dabei werden nur Massnahmen verlangt, deren Kosten innerhalb von 4 Jahren durch entsprechende Einsparungen wieder wettgemacht werden können. Bei Gebäudemassnahmen sind es gar 8 Jahre. Betreiber von Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen (WKK-Anlagen) können sich ebenfalls von der CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe, die sie für die Stromproduktion einsetzen, befreien, sofern sie sich zur Investition in Effizienzmassnahmen verpflichten. Die CO₂-Abgabe und die Verminderungsverpflichtungen tragen dazu bei, die vermeidbaren Emissionen, insbesondere jene aus der Erzeugung von Prozesswärme, im Gleichschritt mit dem technischen Fortschritt und der Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger zu senken. Beide Instrumente schaffen damit erste Voraussetzungen für eine schrittweise Dekarbonisierung des Industriesektors.
- Grosse Emittenten, z.B. aus den Wirtschaftszweigen Zement, Glas, Keramik, Papier und Chemie, nehmen am Emissionshandelssystem (EHS) teil und sind ebenfalls von der CO₂-Abgabe befreit. Das EHS bildet einen Markt, in dem Emissionsrechte gehandelt werden können. Ein Emissionsrecht berechtigt zur Emission von einer Tonne CO₂. Dabei wird die Gesamtmenge an Emissionsrechten begrenzt. Die EHS-Teilnehmenden erhalten in gewissem Umfang kostenlose Emissionsrechte zugeteilt. Emissionsrechte können im Handelssystem erworben oder verkauft werden. So erhalten die grossen Emittenten einen Anreiz, Massnahmen zur Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen zu ergreifen. Insgesamt sind über 50 Anlagen in der Schweiz in das EHS integriert. Der Emissionshandel der Schweiz ist seit 2020 mit jenem der EU verknüpft. Damit erhalten Schweizer Unternehmen Zugang zum europäischen Markt für Emissionsrechte. Zudem sind analog zur EU innereuropäische Flüge durch den Emissionshandel abgedeckt. Die verfügbaren Emissionsrechte werden jährlich um 2,2 Prozent abgesenkt. Das Instrument ist daher im Grundsatz langfristig auf das Netto-Null-Ziel ausgelegt. Werden Treibhausgase mithilfe von *Carbon Capture and Storage* (CCS) am Entstehungsort abgeschieden oder durch Negativemissionstechnologien (NET) aus der Atmosphäre entfernt, können sie im EHS als Massnahme zur Emissionsverminderung angerechnet werden.
- Sollten in der Schweiz neue fossil-thermische Kraftwerke errichtet werden, sind sie dem Emissionshandel unterstellt. Sie bekämen im Einklang mit der EU-Regelung keine kostenlosen Emissionsrechte zugeteilt, sondern müssten diese an einer Auktion oder auf dem Sekundärmarkt erwerben. Abweichend zur EU soll der CO₂-Preis, den sie mindestens entrichten müssten, den externen Kosten entsprechen.
- Die Kehrichtverwertungsanlagen sind aktuell vom Emissionshandel ausgenommen. Im Gegenzug sind sie eine Branchenvereinbarung eingegangen, die noch bis Ende 2021 Gültigkeit hat. Darin verpflichten sie sich zu indirekten Emissionseinsparungen, indem sie ihre Strom- und Wärmeproduktion ausbauen und vermehrt Metalle aus der Schlacke zurückgewinnen. Sollte eine neue Branchenvereinbarung für den Zeitraum ab 2022 abgeschlossen werden, würden die Kehrichtverwertungsanlagen weiterhin vom Emissionshandel ausgenommen. Die Branche beschäftigt sich im Hinblick auf einen klimaneutralen Betrieb bereits intensiv mit CCS und NET und treibt die Umsetzung erster konkreter Projekte voran.
- Werden Anlagen, die grosse Mengen an Treibhausgasemissionen verursachen, neu errichtet oder erweitert, sorgt der Betreiber neu für einen möglichst klimaverträglichen Betrieb. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung sollen alle technisch und betrieblich möglichen Massnahmen zur Emissionsminderung in Betracht gezogen werden. Dies wirkt dem Zubau von neuen, potenziell langlebigen und mit fossilen Energien betriebenen Infrastrukturen und emissionsintensiven Anlagen entgegen.
- Für neue Personenwagen gilt seit 2013 analog zur Regulierung in der EU ein CO₂-Emissionszielwert von durchschnittlich 130 Gramm CO₂ pro Kilometer. Seit 2020 gilt ein Zielwert von durchschnittlich 95 Gramm CO₂ pro Kilometer. Gleichzeitig werden erstmals auch Lieferwagen und leichte Sattelschlepper den Emissionsvorschriften unterstellt (Durchschnittsziel von 147 Gramm

CO₂ pro Kilometer; Zielwerte jeweils gemäss Neuem Europäischen Fahrzeugzyklus NEFZ). Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes sinken die Zielwerte für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge im Einklang mit der EU ab 2025 um weitere 15 Prozent, ab 2030 um 37,5 Prozent für Personenwagen bzw. 31 Prozent für leichte Nutzfahrzeuge. Zudem gelten ab 2025 Emissionsvorschriften für schwere Nutzfahrzeuge; auch dies in Anlehnung an die Regulierung in der EU. Fahrzeugimporteure, die die Zielwerte verfehlen, müssen eine Ersatzleistung bezahlen. Die Emissionsvorschriften schaffen für die Importeure damit einen Anreiz, effizientere Fahrzeuge zu importieren und den Anteil an Hybrid- und Elektrofahrzeugen zu steigern. Die Emissionsgrenzwerte sind durch die bereits angelegte Weiterentwicklung über 2030 hinaus ein wichtiges Instrument auf dem Weg zu einem treibhausgasfreien Verkehr. Die Einhaltung der CO₂-Zielvorgaben bedingt einen wachsenden Anteil emissionsarmer Antriebssysteme. Die Wirksamkeit dieses Mechanismus zeigt sich bereits: So haben die Neuzulassungen von Elektroautos (batterieelektrische und Plug-in-Hybride) im Jahr 2019 in der Schweiz mit einem Anteil von 5,6 Prozent einen neuen Höchststand erreicht. Der Trend setzt sich auch im Jahr 2020 fort: In den ersten 10 Monaten betrug der Anteil der Elektrofahrzeuge 12,1 Prozent, womit das Ziel von 10 Prozent, das sich der Branchenverband auto-schweiz für das Jahr 2020 gesetzt hat, bereits übertroffen ist.

- Hersteller und Importeure fossiler Treibstoffe sind verpflichtet, einen Teil der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr zu kompensieren. Im Jahr 2020 lag der zu kompensierende Anteil bei 10 Prozent. Dabei können Treibstoffimporteure die Kosten der Kompensationsmassnahmen unter geltendem Recht mit einem maximalen Preisaufschlag von 5 Rappen pro Liter Treibstoff auf die Konsumentinnen und Konsumenten übertragen. Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes kann der Kompensationsanteil nach Anhörung der Branche innerhalb einer Bandbreite von 15–90 Prozent festgelegt werden. Die CO₂-Emissionen des Verkehrs werden dadurch zu einem grossen Teil durch Kompensationsmassnahmen ausgeglichen. Neu sind auch Kompensationsleistungen im Ausland anrechenbar, wobei die minimale Reduktion im Inland zunächst 15 Prozent und ab 2025 20 Prozent betragen muss. Diese Vorgaben werden steigende Investitionen in Klimaschutz-Massnahmen zur Folge haben. Für den Fall, dass die Treibstoffimporteure die Kosten auf die Konsumentinnen und Konsumenten überwälzen, setzt das totalrevidierte CO₂-Gesetz dem Preisaufschlag eine Obergrenze. Dieser darf bis 2024 10 Rappen und ab 2025 12 Rappen pro Liter nicht übersteigen. Der Kompensationspflicht unterstehen auch rund 4 Prozent der Flugtreibstoffe, die in der Schweiz getankt und für nationale und internationale Flüge verwendet werden, die mineralölsteuerpflichtig sind.
- Biogene Treibstoffe können Benzin und Diesel ersetzen und verringern dadurch die CO₂-Emissionen aus dem Verkehr. Auf biogenen Treibstoffen wird bis Ende 2023 weiterhin eine Mineralölsteuer-Erleichterung gewährt, sofern sie ökologische und soziale Anforderungen einhalten. Danach soll ihr Einsatz von den kompensationspflichtigen Treibstoffimporteuren unterstützt werden. Dank der CO₂-Kompensationspflicht ist der Anteil biogener Treibstoffe in den letzten Jahren stark gestiegen. Mit der Totalrevision können die Fahrzeugimporteure die synthetischen Treibstoffe neu bei der Berechnung der CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte anrechnen.
- Im öffentlichen Verkehr werden Fehlanreize für die Umstellung von Dieselnissen auf Busse mit weniger hohem Treibhausgasausstoss beseitigt, indem die teilweise Mineralölsteuerrückerstattung für konzessionierte Transportunternehmen stufenweise entfällt: ab 2026 zunächst im Ortsverkehr, ab 2030 auch im Regionalen Personenverkehr, sofern topografische Gegebenheiten klimafreundlicher Alternativen nicht entgegenstehen. Die Mehreinnahmen bei der Mineralölsteuer sind für die Förderung CO₂-neutraler, erneuerbarer Antriebstechnologien zweckgebunden.
- Im Luftverkehr sind zwei neue Lenkungsabgaben vorgesehen. Die Einnahmen werden mindestens zur Hälfte an die Bevölkerung und die Wirtschaft zurückverteilt. Davon können je nach Ausgestaltung bis zu 90 Prozent der Bevölkerung profitieren.²⁶ Auf Linien- und Charterflüge wird eine Ticketabgabe eingeführt, wobei die Höhe innerhalb der Bandbreite von 30–120 Franken in Abhängigkeit der Reisedistanz und Klasse differenziert werden kann. Für Geschäfts- und Privatflüge wird eine Abgabe von 500–3'000 Franken erhoben. Massgeblich für die Abgabehöhe sind die Flugdistanz und die Startmasse sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Flugplätze. Bei beiden Abgaben können Fluggesellschaften, die substanzielle Emissionsreduktionen erzielen, von einem tieferen Satz pro-

²⁶ Forschungsstelle Sotomo (2020).

fitieren. Sie haben dadurch einen Anreiz, zum Beispiel vermehrt erneuerbare Treibstoffe einzusetzen. Innovative Massnahmen zur Verminderung der Klimawirkung im Luftverkehr können auch aus dem Klimafonds unterstützt werden, in den weniger als die Hälfte der Einnahmen aus den Flugabgaben fliessen.

- In Bezug auf die Finanzflüsse sorgt das totalrevidierte CO₂-Gesetz bei der Aufsicht für mehr Transparenz. Die Schweizerische Nationalbank und die Eidgenössische Finanzmarktaufsicht müssen regelmässig über die klimabedingten Risiken Bericht erstatten.

Die beschlossenen Massnahmen werden die Treibhausgasemissionen im Inland bis 2030 bei konsequenter Umsetzung um knapp 38 Prozent gegenüber 1990 reduzieren. Bis 2050 ist, wie die vorliegende Langfriststrategie in Kapitel 9 aufzeigt, eine Emissionsminderung im Inland um rund 88 Prozent gegenüber 1990 möglich. Das totalrevidierte CO₂-Gesetz bringt die Schweiz auf diesen Absenkpfad. Die Revision soll 2022 in Kraft treten.

6.2 Weitere Massnahmen in anderen Sektorpolitiken

Neben dem CO₂-Gesetz tragen ausserdem weitere Erlasse und Sektorpolitiken dazu bei, dass die Treibhausgasemissionen zurückgehen.

Für den Sektor Landwirtschaft, der im Jahr 2018 in der Schweiz 14,2 Prozent der Treibhausgasemissionen verursachte, hat der Bundesrat am 12. Februar 2020 seine Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ab 2022²⁷ verabschiedet und Schritte eingeleitet, um die Methan- und Lachgasemissionen zu senken. Konkrete Absenkpfade und Zwischenziele sollen zudem in den Ausführungsbestimmungen zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes fixiert werden. In der zugehörigen Botschaft hat der Bundesrat für den Sektor Landwirtschaft einen inländischen Reduktionsbeitrag von 20–25 Prozent im Jahr 2030 gegenüber 1990 vorgeschlagen. Dieses Ziel leitet sich aus der Klimastrategie Landwirtschaft ab, in der das Bundesamt für Landwirtschaft 2011 die Potenziale zur Emissionsreduktion in den Bereichen Landwirtschaft und Ernährung untersucht hat. Gemäss dieser Klimastrategie können die Emissionen in der Landwirtschaft bis 2050 um ein Drittel gegenüber 1990 reduziert werden. Wird das Potenzial rund um die Land- und Ernährungswirtschaft ausgeschöpft, ist gemäss der Klimastrategie Landwirtschaft eine Reduktion um bis zu zwei Drittel möglich.²⁸

Neben technischen Massnahmen und finanziellen Anreizen, die der Bundesrat in seiner Botschaft zur Agrarpolitik 2022+ vorgeschlagen hat, rücken auch die Produktion und der Konsum von Nahrungsmitteln verstärkt in den Vordergrund. Der Bundesrat setzt aktuell auf Information und Eigenverantwortung sowie die Verbesserung der Rahmenbedingungen. Damit eng verbunden ist die Vermeidung von Lebensmittelabfällen («*food-waste*»). Der Bundesrat erarbeitet hierzu in Erfüllung eines Postulats gegenwärtig einen Aktionsplan.²⁹

Einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der klimapolitischen Ziele leistet die Energiestrategie 2050, die einen Umbau der Energieversorgung bezweckt. Im Strombereich ist ein deutlicher Ausbau der erneuerbaren Energien wie Wasserkraft, Photovoltaik, Biomasse, Geothermie oder Windenergie vorgesehen. Auch im Wärmebereich sollen neben Effizienzmassnahmen vermehrt einheimische erneuerbare Energien an die Stelle von fossilen Energieträgern treten. Um den Ausbau der erneuerbaren Energien zu stärken, will der Bundesrat gestützt auf die Ergebnisse einer Vernehmlassung über eine Änderung des Energiegesetzes die Förderung zum einen teilweise bis 2035 verlängern und zum anderen wettbewerblischer ausgestalten. Des Weiteren möchte er die gesetzlichen Richtwerte für die Stromproduktion aus Wasserkraft und andere erneuerbare Energien von mindestens 54,4 TWh für das Jahr 2035 zu verbindlichen Zielwerten erklären und neu auch Zielwerte für das Jahr 2050 festlegen. Der Bundesrat beabsichtigt zudem, mit der Öffnung des Strommarkts für alle Kundinnen und Kunden die erneuerbaren Energien besser im Markt zu integrieren und die dezentrale Stromproduktion zu stärken, um innovative Dienstleistungen wie Quartiersystemlösungen und Elektromobilitätspakete zu ermöglichen.

Um die Elektrifizierung des Verkehrs voranzutreiben, hat der Bund zusammen mit Kantonen und Gemeinden sowie verschiedenen Branchenvertretern am 18. Dezember 2018 eine gemeinsame Roadmap zur Förderung der Elektromobilität unterzeichnet. Ziel ist es, den Anteil der Elektrofahrzeuge an den

²⁷ Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ab 2022 (AP22+), BBl 2020 3955

²⁸ BLW (2011).

²⁹ 18.3829 Postulat Chevalley. Aktionsplan gegen die Lebensmittelverschwendung

Neuzulassungen von Personenwagen bis 2022 auf 15 Prozent zu erhöhen. Elektrofahrzeuge profitieren zudem von diversen Vergünstigungen. Sie sind von der Automobilsteuer befreit, fallen nicht unter die Mineralölsteuer und werden in einigen Kantonen bei der kantonalen Motorfahrzeugsteuer begünstigt. Zur Verbesserung der Infrastruktur unterstützt der Bund den Ausbau des Ladestationen-Netzes. Der Bundesrat hat den Bericht «Voraussetzungen für ein Schnellladernetz für Elektroautos auf Nationalstrassen» am 28. Juni 2017 gutgeheissen. Der Bericht zeigt auf, wie der Aufbau eines Schnellladenetzes vorangetrieben werden kann.

Neben den zukünftigen Antriebssystemen spielt auch Verkehrsvermeidung bzw. die Verkehrsverlagerung eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung des Verkehrs. Dazu gehört auch die verbesserte Abstimmung von Siedlung und Verkehr. Durch eine mit der Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs koordinierten Raumplanung und eine intelligente Vernetzung sämtlicher Einzelsysteme wird es möglich sein, CO₂-ärmere Mobilität weiter zu fördern. Dies trägt gleichzeitig zu einer grösstmöglichen Effizienz des Gesamtverkehrssystems bei, wie sie sich das UVEK bis 2040 zum Ziel gesetzt hat.³⁰ Mit der Annahme des Gegenentwurfs zur sogenannten «Velo-Initiative» durch das Stimmvolk am 23. September 2018 erhielt der Bundesrat zudem den Auftrag, Grundsätze für Fahrradwegnetze festzulegen. Die Zuständigkeit für Planung, Bau und Unterhalt bleibt bei den Kantonen; der Bund kann mit subsidiären Massnahmen unterstützen.

Darüber hinaus bestehen diverse Strategien des Bundes, die einen starken Klimabezug haben und die klimapolitischen Ziele unterstützen. Die aktuell vom Bundesrat erarbeitete Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 (SNE 2030) legt die mittel- bis längerfristigen Schwerpunkte für die nachhaltige Entwicklung fest. Zudem zeigt sie auf, welchen Beitrag die Schweiz zu den Zielen der globalen Agenda für nachhaltige Entwicklung, den sogenannten *Sustainable Development Goals* (SDGs), leistet. Die Klimapolitik hat dabei einen hohen Stellenwert. Die SNE 2030 führt den Themenbereich Klima, Energie und Biodiversität als eines von drei Schwerpunktthemen auf und weist auf die klimapolitischen Ziele für die Jahre 2030 und 2050 hin. Ein weiteres Schwerpunktthema ist «Konsum und Produktion», das unter anderem die Notwendigkeit einer Transformation hin zu einem nachhaltigen Ernährungssystem betont.³¹

Die internationale Zusammenarbeit (IZA) engagiert sich unter anderem dafür, die Emissionen in den Wertschöpfungsketten im Ausland zu reduzieren. Zwar werden diese Emissionen nicht ans Schweizer Klimaziel angerechnet. Das neue CO₂-Gesetz hält jedoch fest, dass die Schweiz auch einen Beitrag zur Reduktion der Auslandsemissionen leisten soll; und zwar im selben Umfang wie diese von der Schweiz verursacht werden. Die Ressourcen des IZA im Bereich Klimawandel werden gemäss der Strategie zur internationalen Zusammenarbeit 2021–2024 schrittweise von 300 Millionen Franken pro Jahr (2017–2020) bis Ende 2024 auf rund 400 Millionen Franken pro Jahr erhöht. Um die Mobilisierung des Privatsektors für klimafreundliche Investitionen in Entwicklungsländern zu stärken, wird die Schweiz Partnerschaften, auch multilaterale Partnerschaften, fördern, die auf die Mobilisierung privater Mittel abzielen. Zusätzlich zu den spezifischen Programmen wird das Thema Klimawandel auch in den meisten IZA-Programmen berücksichtigt.³²

Ebenfalls von Bedeutung sind die Waldpolitik 2020, die Neue Wachstumspolitik 2016–2019, die ausserpolitische Strategie 2020–2023, oder die Strategie Digitale Schweiz. Der Bundesrat hat im Juni 2020 zudem vom Bericht «Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz» Kenntnis genommen und wird gestützt darauf Massnahmen zur Stärkung der Ressourcenschonung und der Kreislaufwirtschaft vorschlagen.³³

6.3 Volksinitiative «Für ein gesundes Klima (Gletscherinitiative)»

Die Ende November 2019 eingereichte Volksinitiative «Für ein gesundes Klima (Gletscher-Initiative)» möchte die Ziele des Pariser Klimaübereinkommens in der Verfassung festschreiben. Sie fordert, dass die Schweiz ihre Treibhausgasemissionen bis spätestens 2050 auf Netto-Null verringert. Ab 2050 dürfen

³⁰ UVEK (2017).

³¹ Die SNE 2030 befand sich zum Zeitpunkt der Verabschiedung der langfristigen Klimastrategie noch in der Vernehmlassung. Siehe <https://www.are.admin.ch/sne>.

³² Die Strategie zur internationalen Zusammenarbeit 2021–2024 befand sich zum Zeitpunkt der Verabschiedung der langfristigen Klimastrategie noch in Erarbeitung. Siehe <https://www.eda.admin.ch/IZA2021-2024>.

³³ BAFU (2020).

laut Initiative keine fossilen Brenn- und Treibstoffe mehr in Verkehr gebracht werden, wobei Ausnahmen zulässig sind, falls keine technischen Alternativen zur Verfügung stehen. Die Restemissionen sind dabei durch sichere Treibhausgassenken im Inland auszugleichen. Dies gilt auch für die Klimawirkungen des internationalen Luftverkehrs. Die Initiative fordert zudem, auf Gesetzesstufe einen Absenkpfad inklusive Zwischenzielen festzulegen, die für eine mindestens lineare Absenkung der Treibhausgasemissionen bis 2050 sorgen.

Der Bundesrat hat entschieden, der Initiative einen direkten Gegenentwurf gegenüberzustellen.³⁴ Er unterstützt darin die Kernanliegen der Initiative, nämlich die Verankerung des Netto-Null-Ziels auf Verfassungsebene und den Ausstieg aus den fossilen Energien. Abweichend von der Volksinitiative möchte der Bundesrat aber fossile Energien nicht verbieten. Deren Einsatz soll weiterhin zulässig sein, soweit dies aus Gründen der Sicherheit des Landes, des Schutzes der Bevölkerung oder der wirtschaftlichen Tragbarkeit notwendig ist. Mit diesem Vorschlag wären auch Ausnahmen möglich, wenn alternative Energieträger zu teuer sind und dadurch die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt würde. Dies könnte beispielsweise beim Luftverkehr der Fall sein. Dessen Emissionen sollen gemäss Bundesrat – in Übereinstimmung mit der Volksinitiative – ebenfalls in das Netto-Null-Ziel einbezogen werden, allerdings nur soweit, wie dies wissenschaftlich und technisch im Einklang mit den Angaben im Treibhausgasinventar möglich ist.

Beim Ausgleich der verbleibenden Emissionen durch sichere Treibhausgassenken möchte sich der Bundesrat abweichend von der Initiative nicht auf inländische Senken beschränken, sondern auch Senkenleistungen im Ausland zulassen. Angesichts der beschränkten Potenziale im Inland ist diese Flexibilisierung sinnvoll.

7 Emissionsminderungen bis 2050 gemäss Energieperspektiven 2050+

Dieses und die nachfolgenden Kapitel zu den verschiedenen Sektoren zeigen auf, wie sich die Treibhausgasemissionen in der Schweiz entwickeln können, damit das angestrebte Netto-Null-Ziel erreicht werden kann. Die Emissionspfade stützen sich zu einem grossen Teil auf die Energieperspektiven des Bundesamtes für Energie. Sie werden ergänzt durch Abschätzungen für jene Bereiche, die mit den Perspektiven nicht abgedeckt sind. Dies betrifft namentlich die Methan- und Lachgasemissionen aus den Sektoren Landwirtschaft (Sektor 3 gemäss Treibhausgasinventar), Abfall (Sektor 5 gemäss Treibhausgasinventar), Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF bzw. Sektor 4 gemäss Treibhausgasinventar) sowie Andere (Sektor 6 gemäss Treibhausgasinventar).

7.1 Grundlagen der Energieperspektiven 2050+

Die Energieperspektiven dienen der Abschätzung der langfristigen Entwicklung von Energienachfrage und Energieversorgung in der Schweiz unter verschiedenen Annahmen und Szenarien. Die letzte Version aus dem Jahr 2012 («Energieperspektiven 2050») bildete die Grundlage zur Überprüfung und Überarbeitung der Schweizerischen Energiepolitik nach dem Reaktorunfall von Fukushima. Diese Überarbeitung mündete in die Energiestrategie 2050 und das auf den 1. Januar 2018 in Kraft gesetzte neue Energiegesetz. Die mögliche längerfristige Ausrichtung der Energiepolitik wurde im Szenario «Neue Energiepolitik» abgebildet, welches als strategisches Oberziel die Verringerung der energiebedingten CO₂-Emissionen auf rund 1,5 Tonnen pro Kopf und Jahr bis 2050 vorsah. Bei einem Anstieg der Bevölkerung auf rund 10 Millionen würden somit im Jahr 2050 noch rund 15 Millionen Tonnen CO₂ ausgestossen.

Die Energieperspektiven 2050 wurden grundlegend überarbeitet, unter anderem im Hinblick auf die vorliegende langfristige Klimastrategie. Dabei wurden die Rahmendaten aktualisiert und die neuen klimapolitischen Vorgaben als Zielsetzungen hinterlegt. Zudem wurde der Zeithorizont der Perspektiven um zehn Jahre bis 2060 verlängert («Energieperspektiven 2050+» bzw. nachfolgend «EP2050+»)³⁵. Mit den EP2050+ und ihren Szenarien besteht damit erstmals eine umfassende Modellgrundlage, die die Zielsetzungen der Energie- und der Klimapolitik integral abbildet, deren Implikationen darstellt und die möglichen technologischen Entwicklungen und Massnahmen zu deren Erreichung aufzeigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Massnahmen im Inland.

³⁴ Bundesrat (2020).

³⁵ Prognos/TEP Energy/Infra/Ecoplan (2020).

7.2 Szenarien der EP2050+

Die Szenarien der EP2050+ beruhen auf einem Set von Annahmen und haben nicht den Anspruch einer Prognose im engeren Sinn. Sie zeigen für die einzelnen Sektoren mögliche Emissionspfade auf und beinhalten zwei Grundszenerien. Das **Szenario «Netto-Null» (ZERO Basis)** beschreibt eine mögliche Entwicklung des Schweizer Energiesystems und der resultierenden Emissionen auf dem Weg zur Zielsetzung Netto-Null im Jahr 2050. Es geht von den heute beobachteten Trends des technologischen Fortschritts aus, schreibt diese in die Zukunft weiter und zeigt die technologischen Entwicklungen auf, die für eine Reduktion der Emissionen auf Netto-Null notwendig sind. Es wird von einer hohen und möglichst frühen Steigerung der Energieeffizienz ausgegangen, die nachhaltig nutzbaren Biomassepotenziale werden ausgeschöpft, und das Energiesystem wird durch eine deutlich stärkere Elektrifizierung geprägt, beispielsweise als Folge der zunehmenden Bedeutung der Elektromobilität und von elektrischen Wärmepumpen. Synthetische Brenn- und Treibstoffe sowie Wasserstoff (strombasierte Energieträger, Power-to-Gas/Liquid/H₂) spielen eine etwas geringere Rolle, leisten aber in einigen Bereichen wichtige Beiträge. Diese Annahmen bilden die Grundlage für die sogenannte Basisvariante des Szenarios Netto-Null, welche nachfolgend jeweils im Vordergrund steht.³⁶

Daneben sind je nach Technologieentwicklung weitere Absenkpfade denkbar. Die EP2050+ enthalten deshalb drei weitere Varianten des Szenarios ZERO mit jeweils unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten und Massnahmen im Inland.³⁷ Gemeinsam ist allen Varianten, dass sie mit der Zielsetzung Netto-Null kompatibel sind. Das bedeutet, dass die energiebedingten Treibhausgasemissionen soweit reduziert werden, wie dies technisch möglich ist. Restemissionen verbleiben in der Regel lediglich in einigen wenigen Industriesektoren (z.B. durch sogenannte geogene Emissionen aus der Zementproduktion), in der Abfallverwertung, in der Landwirtschaft sowie aus der Anwendung synthetischer Treibhausgase. Diese müssen mit CCS oder mit Negativemissionstechnologien ausgeglichen werden.

Als Vergleichsbasis dient das **Szenario «Weiter wie bisher» (WWB)**. Dieses Szenario bildet die bis Ende 2018 in Kraft gesetzten Massnahmen und Instrumente der Energie- und Klimapolitik sowie die heutigen Marktbedingungen ab und schreibt diese ohne weitere Verschärfung in die Zukunft fort. Es führt zudem aktuelle oder heute absehbare Trends bei Effizienzfortschritten von Anlagen, Installationen, Fahrzeugen und Geräten in die Zukunft weiter. Die Massnahmen der 2020 abgeschlossenen Totalrevision des CO₂-Gesetzes, das sich zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Szenarien noch in parlamentarischer Beratung befand, sind in den Szenarien nicht enthalten. Aus dem Vergleich dieses Szenarios mit dem Netto-Null-Szenario lässt sich der zusätzliche Handlungsbedarf, der unter den getroffenen Annahmen zur Zielerreichung 2050 notwendig ist, ableiten. Auf dieselbe Weise lassen sich die zusätzlich notwendigen Investitionen sowie weitere Mehr- bzw. die Minderkosten bestimmen. Eine Integration der Massnahmen des totalrevidierten CO₂-Gesetzes in das WWB-Szenario würde dazu führen, dass die Emissionen im Szenario WWB stärker absinken. Dadurch reduziert sich die Differenz zum Szenario ZERO Basis – und zwar sowohl in Bezug auf die Emissionen als auch auf den zusätzlichen Investitionsbedarf.

7.3 Rahmendaten und -entwicklungen der EP2050+

Den Rahmen für die langfristigen Prognosen bilden die wirtschaftlichen und demographischen Entwicklungen. Diese Rahmenentwicklungen lassen sich gestützt auf Prognosen des Bundes oder auf nationale und internationale Studien abschätzen.

- Die **Bevölkerung** wächst bis 2030 mit einer mittleren Rate von 0,9 Prozent pro Jahr, danach bis 2050 mit durchschnittlich 0,4 Prozent pro Jahr. Im Jahr 2050 erreicht die ständige Wohnbevölkerung in der Schweiz damit rund 10,3 Millionen Personen.³⁸

³⁶ Die in den Modellen umgesetzten Massnahmen werden gestützt auf bestehende Potenzialrestriktionen (räumlich und zeitlich) sowie die technische Umsetzbarkeit ausgewählt. Zusätzliche Kriterien sind Kosteneffizienz, Akzeptanz, Versorgungssicherheit und Robustheit der Zielerreichung. Für eine ausführlichere Diskussion siehe Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020).

³⁷ Variante A setzt auf eine sehr weitgehende Elektrifizierung des Gesamtenergiesystems. Variante B schreibt Biogas und synthetischen Gasen (z.B. Wasserstoff) neben der Elektrizität eine stärkere Rolle zu. Variante C unterstellt eine stärkere Bedeutung von Wärmenetzen und flüssigen biogenen bzw. synthetischen Brenn- und Treibstoffen. In den folgenden Kapiteln werden jeweils die Ergebnisse der Basisvariante des Szenarios ZERO mit der Vorgabe, im Jahr 2050 den Strombedarf mit eigener Produktion in der Jahresbilanz decken zu können (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz», KKW-Laufzeit 50 Jahre) gezeigt.

³⁸ BFS (2015), Referenzszenario A-00-2015.

- Die **Wirtschaftsleistung**, gemessen am Bruttoinlandprodukt (BIP), wächst bis 2030 mit einer mittleren Rate von 1,3 Prozent pro Jahr, danach mit durchschnittlich 0,9 Prozent pro Jahr. Im Vergleich zu heute steigt das BIP damit bis zum Jahr 2050 um rund 38 Prozent.³⁹
- Die Annahmen zu den **Energiepreisen** stützen sich auf den World Energy Outlook 2018 der internationalen Energieagentur IEA und unterscheiden sich je nach Szenario. Im Szenario WWB nehmen die Preise der fossilen Energieträger bis 2060 zu. Im Szenario ZERO Basis gehen sie aufgrund der sinkenden Nachfrage hingegen zurück.⁴⁰

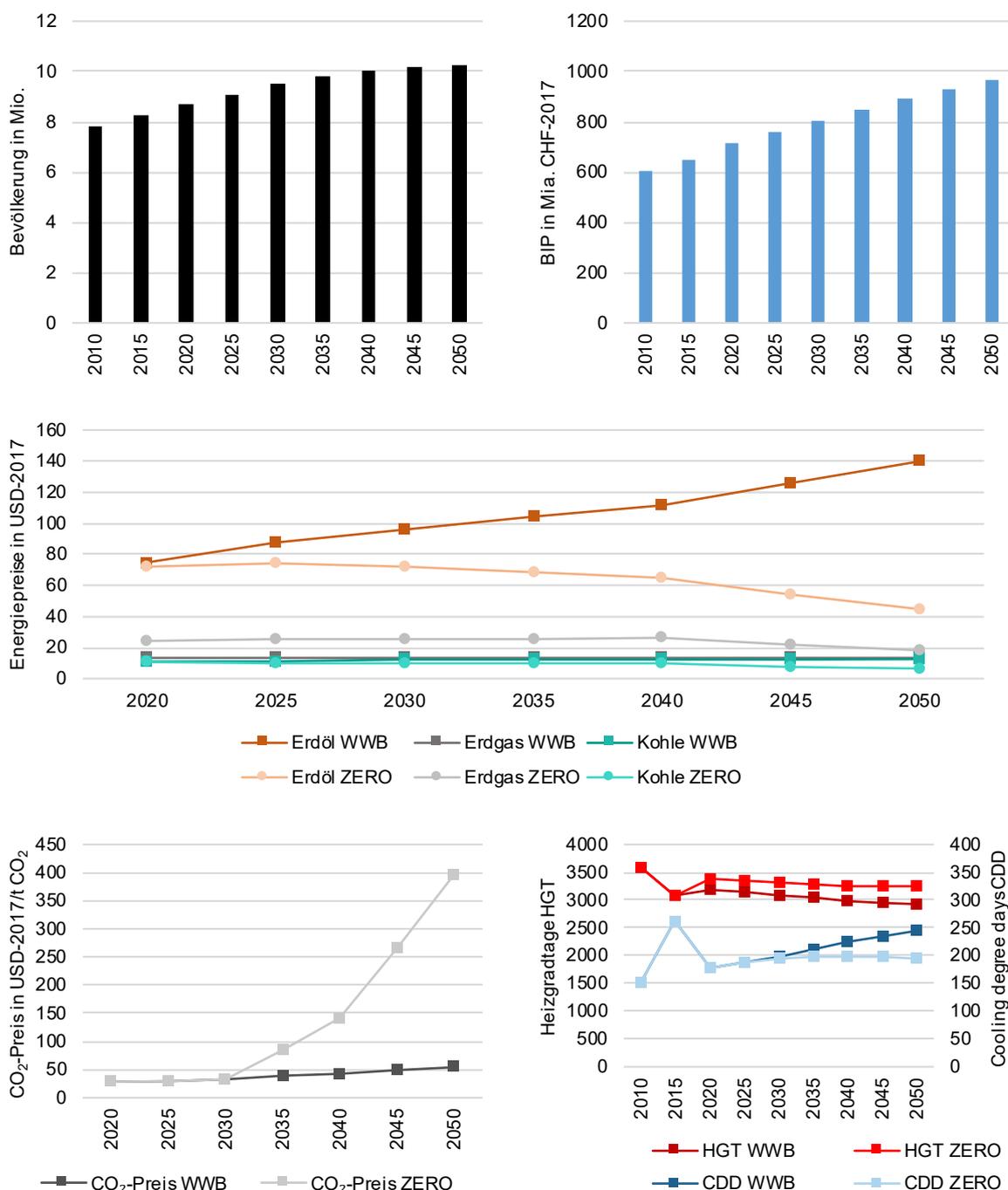


Abbildung 7: Entwicklungen Bevölkerung, BIP, Energiepreise (in USD/bbl bzw. USD/MWh), CO₂-Preise, Heiz- und Kühlgradtage gemäss EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020), teilweise unveröffentlichte Detaildaten

³⁹ SECO (2018).

⁴⁰ IEA (2018).

- Die internationalen **CO₂-Preise** im europäischen Emissionshandelssystem verlaufen annahmegemäss längerfristig ebenfalls unterschiedlich. Im Szenario ZERO Basis ist ein relativ starker Anstieg im Vergleich zu heute notwendig, während im Szenario WWB nur eine moderate Zunahme erfolgt.⁴¹
- Die Entwicklung der **Heiz- und der Kühlgradtage** folgt den Schweizer Klimaszenarien CH2018 (vgl. Kapitel 6). Für das Szenario WWB gilt die Entwicklung gemäss dem Szenario RCP4.5, in dem die mittlere Jahrestemperatur in der Schweiz bis zum Jahr 2060 gegenüber der Referenzperiode 1984–2002 um rund 1,8 Grad Celsius ansteigt. Die Heizgradtage sinken bis 2050 im Vergleich zu dieser Referenzperiode um rund 14 Prozent, während die Kühlgradtage deutlich zunehmen. Dem Szenario ZERO Basis liegt das Szenario RCP2.6 zugrunde. In diesem Szenario steigt die mittlere Jahrestemperatur bis 2060 um 0,8 Grad Celsius. Die Heizgradtage sinken bis 2050 gegenüber der Referenzperiode um 11 Prozent, und die Kühlgradtage nehmen nur geringfügig zu (alles im Vergleich zur Referenzperiode 1984–2002).

Die Rahmenentwicklungen, insbesondere die internationalen Energiepreise, müssen in den Szenarien eine in sich konsistente «Welt» abbilden. Dies impliziert unter anderem, dass die Schweiz eine international abgestimmte Energie- und Klimapolitik verfolgt und keine Alleingänge unternimmt, so dass keine Anreize zur Verlagerung von Emissionen ins Ausland bestehen. Im Szenario ZERO Basis gilt also die Annahme, dass die wichtigsten Handelspartner der Schweiz, beispielsweise die EU, gleich ambitionierte Zielsetzungen verfolgen. Bezogen auf die Klimapolitik bedeutet dies, dass alle Vertragsparteien in gleicher Konsequenz wie die Schweiz die Ziele des Übereinkommens von Paris verfolgen und entsprechende Massnahmen umsetzen. Dies bedingt einen entsprechenden internationalen technologischen Fortschritt, von dem auch die Schweiz profitiert.

7.4 Entwicklung der Stromversorgung gemäss EP2050+

Die EP2050+ zeigen auf, wie sich die Stromversorgung vor dem Hintergrund des Netto-Null-Ziels entwickelt (Szenario ZERO Basis). Zweite zentrale Rahmenbedingung neben dem Netto-Null-Ziel ist dabei, auch zukünftig jederzeit eine sichere Stromversorgung zu gewährleisten. Die längerfristige Entwicklung der Stromnachfrage wird durch zwei gegenläufige Effekte beeinflusst. Auf der einen Seite führen der technische Fortschritt und die getroffenen Massnahmen zu spürbaren Effizienzverbesserungen, was die Elektrizitätsnachfrage reduziert. Auf der anderen Seite stehen Entwicklungen, die eine höhere Stromnachfrage nach sich ziehen, insbesondere die Durchdringung mit Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen sowie die Produktion strombasierter Energieträger wie Wasserstoffe und der Einsatz von CCS.

Im Szenario ZERO Basis nimmt der gesamte Bruttostromverbrauch (inkl. Verbrauch der Speicherpumpen und Netzverluste) bis 2050 auf rund 84 TWh zu. Dies entspricht einer Zunahme um etwa 30 Prozent gegenüber heute. Die EP2050+ zeigen auf, wie die Schweiz diese Nachfrage bis 2050 im Jahresdurchschnitt mit eigener Produktion decken kann. Längerfristig erfolgt die Stromversorgung der Schweiz durch Wasserkraftanlagen sowie weitere erneuerbare Energien. Die Erzeugung durch Wasserkraftanlagen und weitere erneuerbare Energien (hauptsächlich Photovoltaik) steigt im Zeitverlauf kontinuierlich an. Im Übergang sind in der Jahresbilanz Stromimporte notwendig. Die Anbindung ans europäische Stromsystem mittels Importe und Exporte bleibt grundsätzlich jederzeit wichtig, um den Strombedarf saisonal und zu jeder Stunde decken zu können. Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der Stromerzeugung nach Technologien gemäss Szenario ZERO.

⁴¹ IEA (2018).

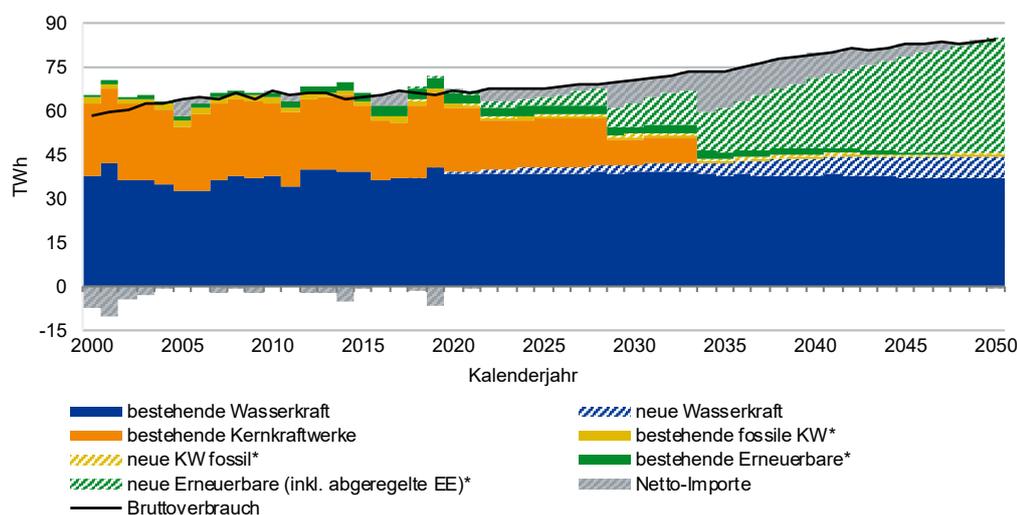


Abbildung 8: Entwicklung der Stromerzeugung nach Technologien gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+ (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre). Quelle: Prognos/TEP Energy/Infra/Ecoplan (2020)

Die grosse erneuerbare Stromproduktion – insbesondere durch Photovoltaik – kann ins Stromsystem integriert werden, wenn die nationalen Stromnetze die notwendigen Kapazitäten aufweisen. Dabei hilft die erwartete hohe Flexibilität im Schweizer Stromsystem: Bestehende und neue Wasserkraftwerke sowie zusätzliche Flexibilität im Stromverbrauch können künftig wesentliche Beiträge dazu leisten.

8 Strategische Ziele und Herausforderungen in den einzelnen Sektoren

8.1 Sektor Gebäude

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz im Gebäudesektor zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung 2050: Der Gebäudepark verursacht im Jahr 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr.

Der Sektor Gebäude umfasst die Emissionen der privaten Haushalte (Bereich 1A4b des Treibhausgasinventars) und des Dienstleistungssektors (Bereich 1A4a). 2018 lagen die Treibhausgasemissionen bei 11,2 Mio. Tonnen CO₂eq und damit gut 34 Prozent unter dem Wert von 1990. Der Gebäudesektor hat sein Sektorziel für das Jahr 2015 gemäss CO₂-Verordnung (minus 22 Prozent im Vergleich zu 1990) erfüllt. Gemäss dem totalrevidierten CO₂-Gesetz haben die Kantone dafür zu sorgen, dass die Emissionen aus Gebäuden bis 2026/27 um 50 Prozent tiefer liegen als 1990. Diese Anstrengungen und die im totalrevidierten CO₂-Gesetz angelegten Massnahmen können die Emissionen bis 2030 um 65 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden.

Die jährlichen Schwankungen in den historischen Emissionen sind auf die Witterung zurückzuführen. In Jahren mit eher kalten Wintertemperaturen steigt der Bedarf an Heizwärme, die nach wie vor zu grossen Teilen aus fossilen Quellen stammt. In diesen Jahren sind die Emissionen darum höher. Umgekehrt verhält es sich in Jahren mit vergleichsweise warmen Wintern.

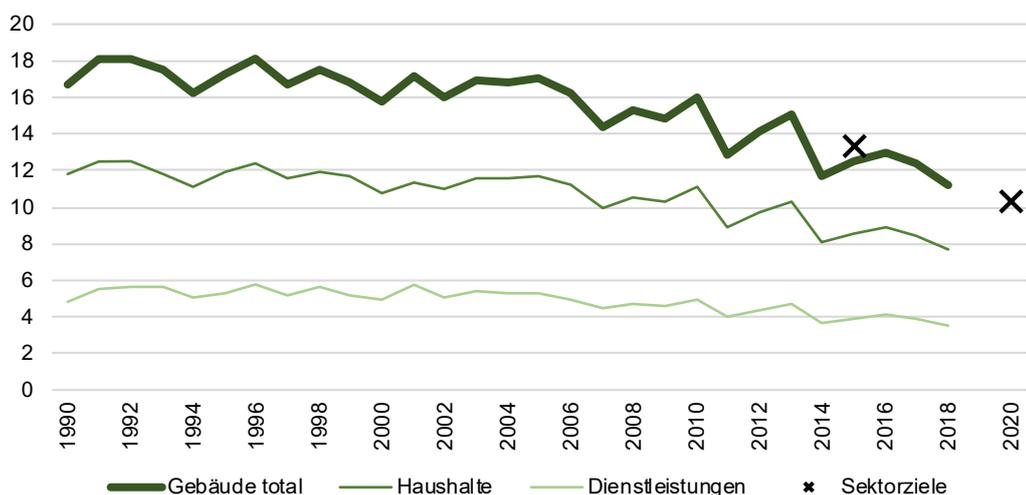


Abbildung 9: Emissionen des Sektors Gebäude in Mio. Tonnen CO₂eq. Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Abbildung 10 zeigt die mögliche Emissionsentwicklung bei den Haushalten und im Dienstleistungssektor gemäss EP2050+ bis 2050. Bei den Haushalten ist eine Reduktion auf Null bis 2050 möglich, bei den Dienstleistungen verbleiben allenfalls noch geringfügige Restemissionen aus älteren Infrastrukturen. Der Vergleich mit dem Szenario WWB macht deutlich, dass wesentlich höhere Anstrengungen notwendig sind, um die Absenkpfade in Richtung Netto-Null-Emissionen einzuhalten.

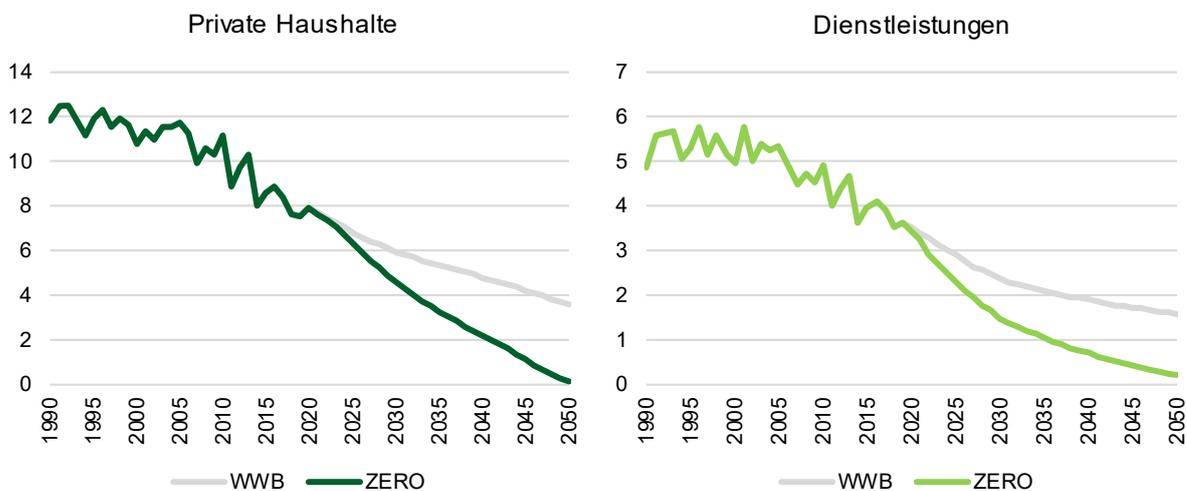


Abbildung 10: Emissionsentwicklungen der Haushalte (links) und der Dienstleistungen (rechts) in Mt CO₂eq gemäss Szenarien WWB und ZERO Basis EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

Bei den Haushalten ist gemäss EP2050+ die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung der erste zentrale Hebel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Die Wärmeversorgung wird auch längerfristig noch den grössten Teil des Energiebedarfs ausmachen. Sie erfolgt heute noch zu grossen Teilen durch Heizöl und Erdgas. Bis zum Jahr 2050 sind diese fossilen Energieträger durch emissionsfreie Alternativen zu ersetzen. Abbildung 11 zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs im Szenario ZERO Basis gemäss EP2050+.

Die fossilen Energieträger verschwinden für den Gebäudesektor bis 2050 nahezu vollständig. Die neuen Erneuerbaren sowie Fernwärme gewinnen dagegen deutlich an Bedeutung. Sie decken, gemeinsam mit Elektrizität, 2050 praktisch den ganzen Energiebedarf, und zwar trotz gleichzeitigem Anstieg der beheizten Wohnflächen (angetrieben durch das Wachstum der Bevölkerung). Voraussetzung dafür ist, dass künftige Sanierungen wie auch Neubauten im Vergleich zu heute nochmals spürbar effizienter werden. Diese Effizienzfortschritte sind der zweite zentrale Hebel. Der Wärmebedarf pro m² sollte sich gemäss EP2050+ bei neuen Ein- und Mehrfamilienhäusern im Vergleich zu 2020–2050 etwa um 35 Prozent verringern. Bei Sanierungen bewegen sich die nötigen Fortschritte in einer ähnlichen Grössenord-

nung. Abbildung 11 (rechts) verdeutlicht die auch langfristig anteilmässig dominante Rolle der Wärmeversorgung und gleichzeitig deren Rückgang (in absoluten Zahlen) gegenüber heute. Zunehmend ist vor allem der Energiebedarf im Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik aufgrund der steigenden Nachfrage nach klimatisierter Wohnfläche. Im Vergleich zur Raumwärme macht dieser Bereich jedoch nach wie vor nur einen kleinen Teil des Energiebedarfs der Wohngebäude aus. Zudem wird dazu überwiegend Strom verwendet.

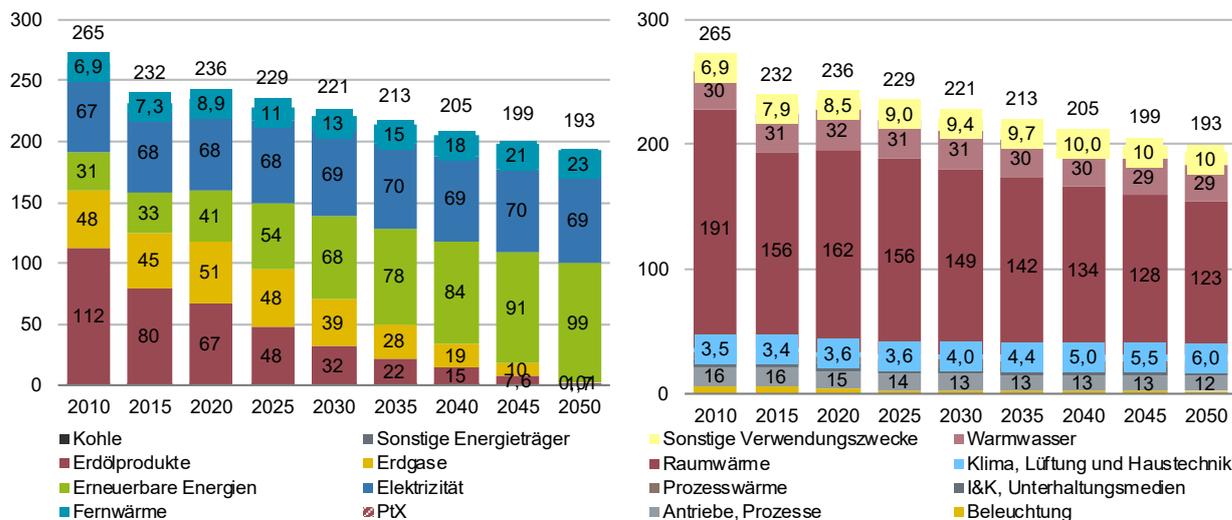


Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Haushalte nach Energieträger (links) und nach Verwendungszweck (rechts) in PJ gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Eco-plan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Damit die fossilen Energieträger rasch und vollständig ersetzt werden können, sollte die Sanierungstätigkeit in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Die Häufigkeiten für energetische Sanierungen der Bauteile (Fenster, Fassade, Dach und Boden) steigen im Szenario ZERO Basis denn auch deutlich an. Die Sanierungsraten im Altbestand sind 30–50 Prozent höher als im Szenario WWB. Bei Einfamilienhäusern (EFH) steigt die Sanierungsrate bis 2040 im Altbestand auf rund 1,4 Prozent pro Jahr; bezogen auf den Gesamtbestand liegt die Rate dann bei 1,2 Prozent pro Jahr. Bei den Mehrfamilienhäusern (MFH) steigt die Rate im Altbestand auf 1,6 Prozent pro Jahr (1,2 Prozent pro Jahr bezogen auf den Gesamtbestand). Parallel zur Sanierungshäufigkeit verändert sich auch die Sanierungstiefe. Der Verbrauch der umfassend sanierten Gebäude sinkt bei den EFH langfristig auf 50 kWh/m² pro Jahr (für Raumwärme), bei den MFH auf rund 35–40 kWh/m² pro Jahr. Einschränkungen bei den Dämmmöglichkeiten (z.B. Denkmalschutz, bauliche Restriktionen) in einem Teil der Gebäude wirken der Reduktion entgegen. Neubauten erreichen ab 2040 bei den EFH rund 30–35 kWh pro m² Energiebezugsfläche und Jahr und bei den MFH 25 kWh pro m² Energiebezugsfläche und Jahr.

Bei den Dienstleistungen ist gemäss EP2050+ ebenfalls die Wärmeerzeugung der wichtigste Treiber für die Entwicklung der Emissionen. Zusätzlich spielen die Erzeugung von Prozesswärme sowie die Klimatisierung eine Rolle. Der Wärme- bzw. Kühlungsbedarf leitet sich aus der Entwicklung der Bruttowertschöpfung und Vollzeitäquivalente in den einzelnen Branchen ab. Dafür stehen sogenannte Branchenszenarien zur Verfügung, die die Entwicklungen dieser Grössen abschätzen. Die Vollzeitäquivalente nehmen gemäss diesen Szenarien bis 2040 zu und bleiben danach in etwa stabil (siehe Abbildung 12 links). Die Bruttowertschöpfung steigt insgesamt relativ kontinuierlich an (siehe Abbildung 12 rechts). An Bedeutung gewinnt bis 2050 insbesondere der Handel. Weitere grössere Beiträge stammen aus dem Finanzwesen sowie den anderen Dienstleistungen, die unter anderem das Grundstücks- und Wohnungswesen beinhalten.

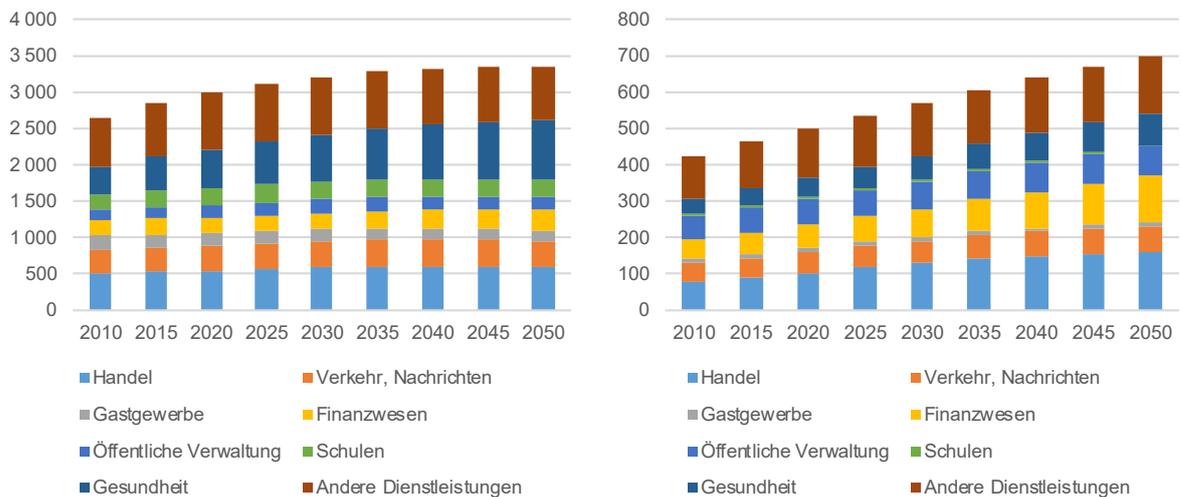


Abbildung 12: Entwicklung der Vollzeitäquivalente (links) sowie der Bruttowertschöpfung (rechts, in Mia. CHF) in den Dienstleistungen nach Branchen gemäss EP2050+. Quelle: Ecoplan, (2019), Anpassungen durch Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Zur Senkung der Emissionen ist auch bei den Dienstleistungen die Dekarbonisierung der Energieversorgung, insbesondere der Wärmeerzeugung, vordringlich. Die heute noch vielerorts eingesetzten fossilen Energieträger (Heizöl und Erdgas) sind durch emissionsärmere oder emissionsfreie Alternativen abzulösen. Ähnlich wie bei den Haushalten spielen auch bei den Dienstleistungen Wärmepumpen und Wärmenetze eine Schlüsselrolle. Daneben können der vermehrte Einsatz von Biomasse-basierten Heizsystemen (inkl. Biomethan) sowie von Fernwärme bis 2050 für eine nahezu vollständige Ablösung der fossilen Energieträger sorgen (siehe Abbildung 13 links).

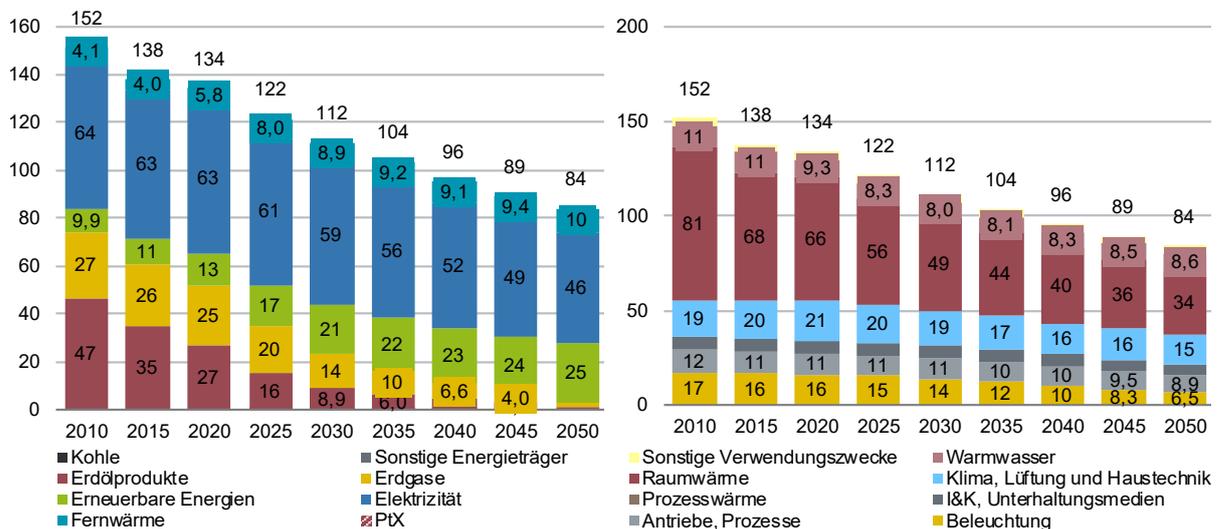


Abbildung 13: Entwicklung des Energieverbrauchs der Dienstleistungen nach Energieträger (links) und nach Verwendungszweck (rechts) in PJ gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Neben der weitgehenden Dekarbonisierung der Energieversorgung ist die Verbesserung der Energieeffizienz der zweite wichtige Pfeiler. Die vorhandenen Potenziale sind wie bei den Haushalten möglichst vollständig zu nutzen. Wenn dies gelingt, sind bei jenen Anwendungen, die für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen relevant sind (Prozess- und Raumwärme, Warmwasser), deutliche Einsparungen möglich. Abbildung 13 (rechts) zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken und verdeutlicht die Effizienzfortschritte, vor allem im Bereich der Raumwärme.

Der Gebäudebereich ist durch mittlere bis lange Investitionszyklen gekennzeichnet. Problematisch ist daher, dass heute immer noch viele alte Öl- und Gasheizungen durch neue fossile Systeme ersetzt werden. Hier ist ein rasches Umdenken notwendig. Das aktuelle Tiefzinsumfeld sowie die vorhandenen Anreizmechanismen von Bund und Kantonen (Gebäudeprogramm, Steuerabzüge, CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen) böten eigentlich gute Anreize für energetische Teil- oder Gesamtanierungen, gerade auch bei grösseren Dienstleistungsgebäuden. Eine Studie im Rahmen des Forschungsprogramms

der Stadt Zürich zeigt jedoch, dass über die Hälfte der Personen, die ein fossiles System gewählt haben, ein nichtfossiles System gar nicht in Erwägung gezogen hat.⁴² Dies verdeutlicht, dass ein Rückgang der Emissionen im Gebäudebereich im benötigten Ausmass nur möglich ist, wenn geeignete Rahmenbedingungen oder Vorgaben bestehen.

Auf institutioneller Ebene liegt ein wesentlicher Schlüssel bei der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen. Die Kantone verfügen im Gebäudebereich über weitreichende Kompetenzen. Dementsprechend sind die Kantone in der Verantwortung, die Emissionen zielkonform abzusenken. Im neuen CO₂-Gesetz werden die Kantone durch den Bund in diesem Bereich gezielt gefördert und unterstützt (Vorgabe von CO₂-Grenzwerten beim Ersatz fossiler Heizungen, Globalbeiträge an kantonale Förderprogramme, ergänzende Bundesprogramme, CO₂-Abgabe). Es gilt, die Wirkungen dieser neuen Massnahmen genau zu verfolgen, um nötigenfalls weitere Vorgaben oder Massnahmen zu entwickeln, damit die längerfristigen Zielsetzungen erreicht werden.

Zudem bestehen diverse strukturelle Hindernisse, die insbesondere den Einsatz erneuerbarer Energieträger und der energetischen Gebäudehüllensanierung noch oft im Wege stehen. Dazu zählen beispielsweise unterschiedliche Besitzverhältnisse, Mieter-Vermieter-Dilemmata, aufwendige Baubewilligungsprozesse oder hohe Anforderungen in Bezug auf die Kreditwürdigkeit. Diese Hindernisse lassen sich nicht mit einer einfachen Lösung überwinden. Notwendig ist eine Kombination verschiedener, auf die einzelnen Zielgruppen abgestimmter Ansätze, die den unterschiedlichen Herausforderungen bestmöglich gerecht wird.

8.2 Sektor Industrie

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz im Industriesektor zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung 2050: Die Treibhausgasemissionen des Industriesektors sind im Jahr 2050 gegenüber 1990 um mindestens 90 Prozent reduziert.

Der Industriesektor setzt sich aus verschiedenen Unterbereichen zusammen. Gemäss Treibhausgasinventar umfasst er die Energieumwandlung (Bereich 1A1), die Industrie (1A2), die Verdampfungsemissionen (1B) sowie die Emissionen aus industriellen Prozessen (2 ohne synthetische Gase). In Sektor 1A1 ist auch die Kehrlichtverbrennung enthalten. 2018 lagen die Treibhausgasemissionen des Industriesektors bei 11,2 Mio. Tonnen CO₂eq und damit rund 18 Prozent unter dem Wert von 1990. Der Industriesektor hat sein Zwischenziel für das Jahr 2015 gemäss CO₂-Verordnung (minus 7 Prozent im Vergleich zu 1990) erfüllt. Der erwartete Zielbeitrag für das Jahr 2020 gemäss erläuterndem Bericht zur CO₂-Verordnung (minus 15 Prozent im Vergleich zu 1990) war 2017 zwar ebenfalls bereits unterschritten. Die Zielerreichung 2020 ist aber aufgrund von zusätzlichen, im Jahr 2018 entdeckten Lachgasemissionen in der chemischen Industrie noch nicht gesichert. Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes können die Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um rund 35 Prozent sinken.

Abbildung 14 zeigt die Emissionsentwicklung des Sektors Industrie seit 1990, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Untersektoren. Die Industrie (1A2) macht heute knapp die Hälfte der Emissionen aus. Die Energieumwandlung (1A1) trägt rund 30 Prozent bei. Dieser Anteil ist seit 1990 angestiegen, was vor allem auf die zunehmenden Emissionen aus der Abfallverbrennung zurückzuführen ist. Umgekehrt verhält es sich mit den Emissionen aus industriellen Prozessen (2). Deren Anteil ist seit 1990 gesunken und macht heute rund einen Fünftel aus. Die Verdampfungsemissionen sind vergleichsweise gering. Insgesamt sind die Emissionen seit 1990 sichtbar gesunken.

⁴² Lehmann / Meyer / Kaiser / Ott (2017).

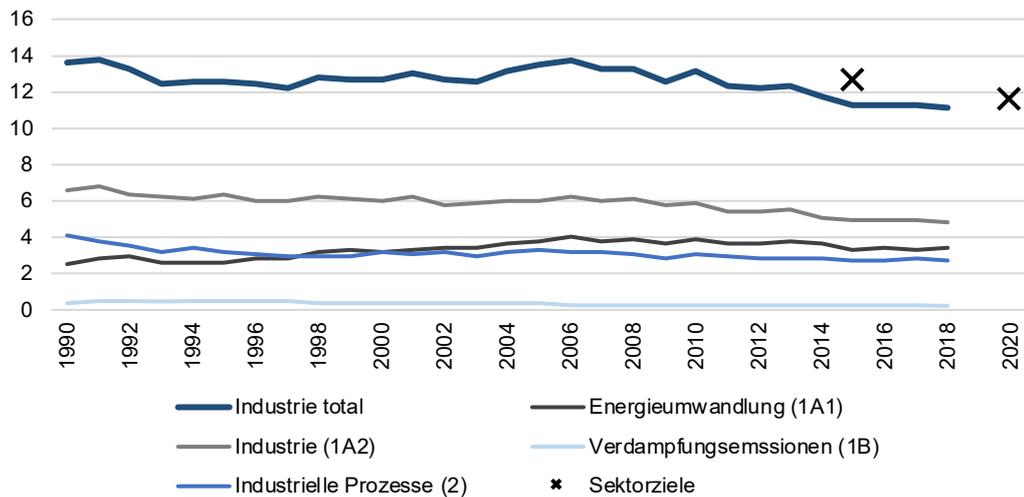


Abbildung 14: Emissionen des Sektors Industrie in Mio. Tonnen CO₂eq. Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Auch im Industriesektor bilden die Branchenszenarien die Grundlage, um die Emissionsentwicklung zu beurteilen.⁴³ Betrachtet werden dabei die Entwicklung der Beschäftigung sowie der Bruttowertschöpfung. Im Allgemeinen sollte gemäss diesen Szenarien die Beschäftigung bis 2050 ausser im Bausektor sowie in der Chemie- und Pharmabranche leicht zurückgehen. Die Wertschöpfung des Industriesektors nimmt bis 2050 zu, in erster Linie getrieben durch einen deutlichen Anstieg in der Chemie- und Pharmabranche.

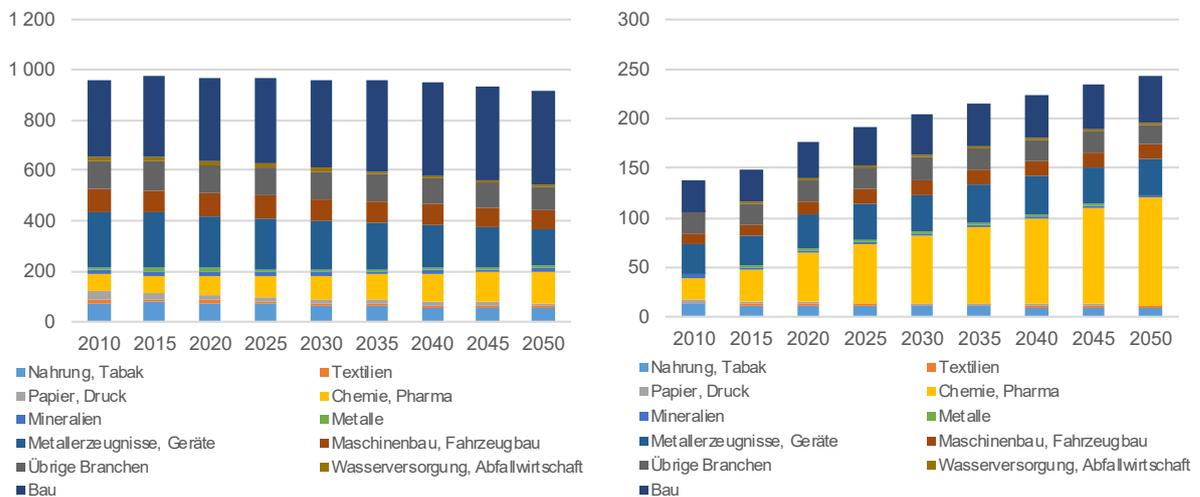


Abbildung 15: Entwicklung der Vollzeitäquivalente (links) sowie der Bruttowertschöpfung (rechts, in Mia. CHF) im Sektor Industrie (ohne Energieumwandlung) nach Branchen gemäss EP2050+. Quelle: Ecoplan (2019), Anpassungen durch Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Abbildung 16 zeigt die mögliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen gemäss EP2050+ im Industriesektor bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Szenario WWB (links) sowie nach Kategorien des Treibhausgasinventars (rechts). Insgesamt verbleiben im Jahr 2050 noch rund 6 Mio. Tonnen CO₂eq, die sich nicht vermeiden lassen. Die verbleibenden Emissionen stammen in erster Linie aus den Prozessemissionen der Zementherstellung (enthalten in 2), den Kehrlichtverbrennungsanlagen (enthalten in 1A1) sowie aus der Chemie- und Pharmabranche (enthalten in 1A2). Die verbrennungsbedingten Emissionen lassen sich bis 2050 hingegen fast vollständig vermeiden.

⁴³ Der Industriesektor in den EP2050+ entspricht nicht ganz der Definition gemäss CO₂-Verordnung. Die Energieumwandlung, die beispielsweise die KVA enthält, wird in den EP2050+ jeweils separat betrachtet.

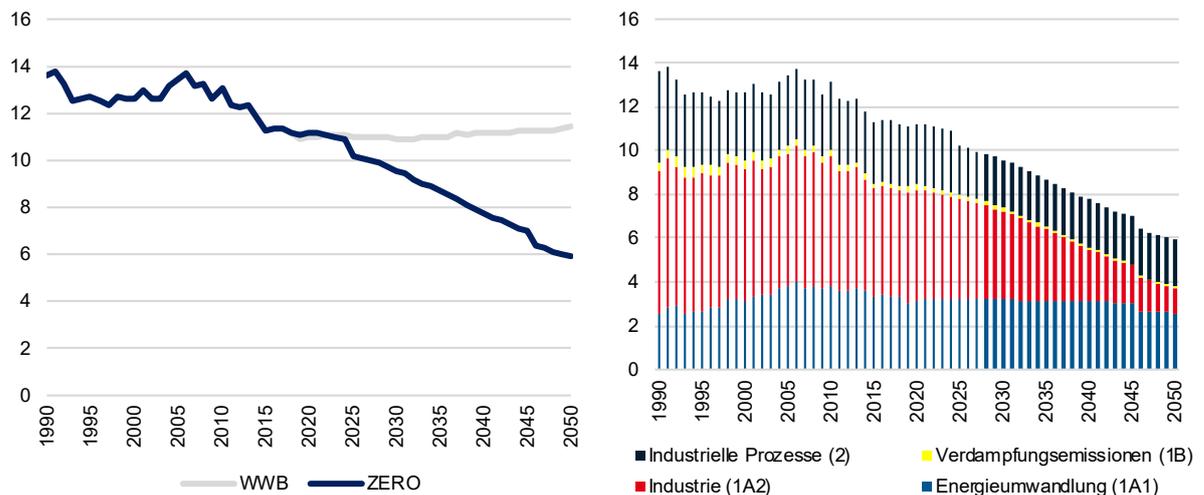


Abbildung 16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie insgesamt (links) und nach Kategorien (rechts, nur Szenario ZERO Basis) in Mt CO₂eq gemäss EP2050+, jeweils ohne CCS und NET. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

In der Zementindustrie verbleiben gemäss EP2050+ im Jahr 2050 rund 2,4 Millionen Tonnen CO₂, die sich mit Massnahmen zur Effizienzsteigerung oder durch den Ersatz fossiler Brennstoffe nicht vermeiden lassen. Der allergrösste Teil davon sind sogenannte geogene Emissionen, die beim Herstellungsprozess, d.h. bei der Verbrennung von Rohmaterial (Kalkstein), entstehen. Um diese Emissionen zu vermeiden, sind Technologien zur CO₂-Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) notwendig. Beim Einsatz von CCS mit einer CO₂-Abscheidungsrate von 90 Prozent verbleiben 2050 nur noch geringe Restemissionen.

Vergleichbar ist die Ausgangslage in der Kehrichtverbrennung. Durch die konsequente Wiederverwertung von Wertstoffen, intensivierte Separatsammlungen und auch dank der Digitalisierung lassen sich die Emissionen aus der Abfallverbrennung bis 2050 im Vergleich zu heute ungefähr stabilisieren; dies trotz des Wachstums von Bevölkerung und Wirtschaft. Damit verbleiben 2050 rund 4 Millionen Tonnen CO₂, wovon etwa 1,5 Millionen Tonnen biogenen Ursprungs sind. Auch Kehrichtverbrennungsanlagen sind als Punktquellen für den Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ geeignet. Bei einer flächendeckenden Anwendung dieser Technologien liessen sich die Emissionen aus der Abfallverbrennung also ebenfalls nahezu vollständig vermeiden und sogar negative Emissionen aus dem biogenen Anteil bereitstellen.

Ebenfalls noch Restemissionen verbleiben in einzelnen weiteren Branchen, insbesondere im Bereich Chemie und Pharma. Da es sich in diesen Branchen in der Regel nicht um grosse Punktquellen handelt, steht CCS weniger im Vordergrund. Die verbleibenden Emissionen wären folglich mit Negativemissionstechnologien (NET) auszugleichen. Insgesamt ist im Industriesektor gemäss EP2050+ unter den getroffenen Annahmen und ohne Beiträge von CCS und NET bis 2050 eine Reduktion um knapp 60 Prozent gegenüber 1990 machbar. Zieht man die möglichen Beiträge von CCS ab (siehe dazu Kapitel 8.9), so verbleiben 2050 noch rund 1,2 Mio. Tonnen CO₂eq an Restemissionen.

Ähnlich wie im Gebäudesektor sind gemäss EP2050+ auch in der Industrie eine erhöhte Energieeffizienz sowie die Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien und eine verstärkte Elektrifizierung die zentralen Hebel zur Emissionsreduktion. Einerseits sind in allen Branchen die bestehenden Effizienzpotenziale konsequent und möglichst vollständig zu nutzen und umzusetzen. Dies betrifft sowohl Technologien zur Wärmeerzeugung (Brenner, Öfen, Dampferzeuger) wie auch strombasierte Querschnittstechnologien (z.B. Pumpen, Pressen, Mühlen). Zudem sollten auch die industriellen Prozesse in Richtung grösstmögliche Effizienz optimiert werden. Andererseits ist eine möglichst vollständige Ablösung der fossilen Energieträger notwendig. Für die Erzeugung von Prozesswärme im Mitteltemperaturbereich kann gemäss EP2050+ vermehrt Biomasse zum Einsatz kommen. Erneuerbare Gase können anstelle von Erdgas für die Erzeugung von Prozesswärme im Hochtemperaturbereich genutzt werden. In der Nahrungsmittelbranche, der Papierherstellung oder der chemischen Industrie bestehen noch moderate Potenziale in der Elektrifizierung der Wärmeerzeugung. In der Gebäudebeheizung können insbesondere Wärmepumpen und Fernwärme die fossilen Energien ersetzen.

Abbildung 17 zeigt den Verlauf des Energieverbrauchs nach Energieträger (links) sowie nach Verwendungszweck (rechts) im Industriesektor (ohne die Energieumwandlung). Der Verbrauch fossiler Energieträger nimmt stark ab, während die erneuerbaren Energien eine zunehmend starke Rolle spielen. Bei den Verwendungszwecken bleibt die Erzeugung von Prozesswärme auch langfristig dominant.

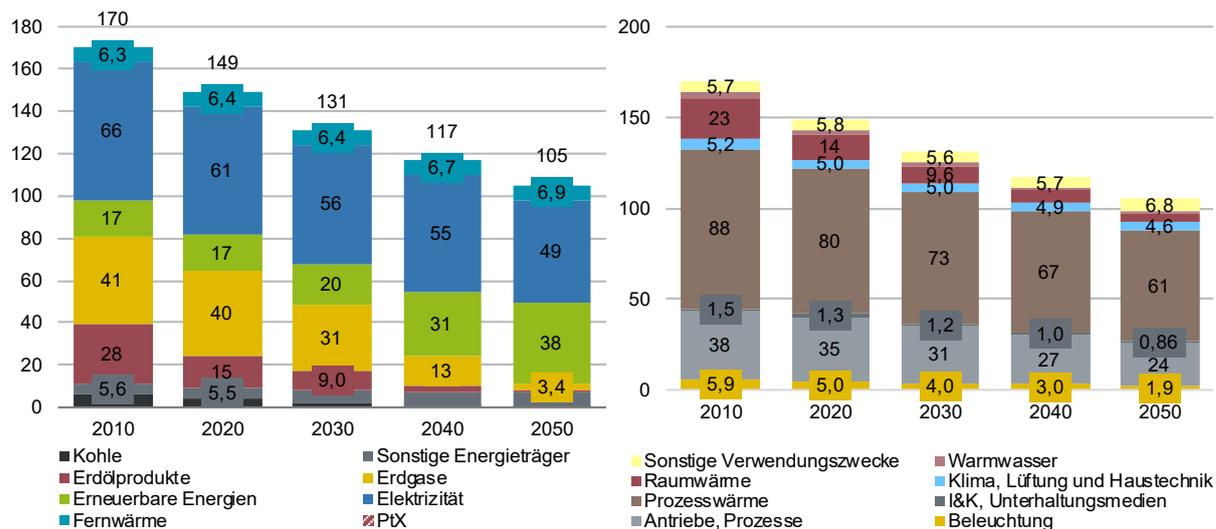


Abbildung 17: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Industrie (ohne Energieumwandlung) nach Energieträger (links) und nach Verwendungszweck (rechts) in PJ gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+ Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan (2020), unveröffentlichte Detaildaten.

Der Industriesektor zeichnet sich durch eine grosse Heterogenität aus. Die Möglichkeiten und Ansätze zur Emissionsreduktion unterscheiden sich zwischen den einzelnen Branchen teilweise stark. Dementsprechend sind situativ angepasste Anreize notwendig, um den Sektor auf Zielkurs zu bringen. Die Verminderungsverpflichtungen sehen in ihrer heutigen Ausgestaltung nur die Umsetzung der wirtschaftlichen Massnahmen vor und bringen daher keine namhaften Zusatzreduktionen. Mittelfristig ist eine konsequente Ausrichtung auf die Zielsetzung Netto-Null notwendig. Eine möglichst frühzeitige Ausrichtung auf Netto-Null ist gleichzeitig eine Chance für den Innovationsstandort Schweiz und bietet für viele Branchen zusätzliche Wachstumschancen. Dabei soll darauf geachtet werden, dass keine Verlagerung von emissionsintensiven Aktivitäten ins Ausland stattfindet.

Eine zweite Herausforderung besteht in der Reduktion der technisch schwer vermeidbaren Emissionen, insbesondere in der Zementindustrie und in der Abfallverbrennung. Die dafür notwendigen Technologien zur CO₂-Abscheidung sind heute noch kaum in der Praxis erprobt und sind daher in den nächsten Jahren zur Marktreife zu führen.

8.3 Sektor Verkehr

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz beim Verkehr (ohne internationalen Luftverkehr) zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung 2050: Der Landverkehr verursacht im Jahr 2050 mit wenigen Ausnahmen keine Treibhausgasemissionen mehr.

Der Sektor Verkehr setzt sich zusammen aus den Emissionskategorien Verkehr (1A3) und Militär (1A5). Im Treibhausgasinventar ist der Bereich 1A3 weiter aufgeteilt in Strassenverkehr, inländischen Luftverkehr (ohne Militär), Bahn, inländischen Schiffsverkehr und Pipelinetransport. Die Verkehrsemissionen beliefen sich 2018 auf 15 Mio. Tonnen CO₂eq und lagen damit leicht über dem Niveau von 1990 (14,9 Mio. Tonnen CO₂eq). Gut 97 Prozent der Verkehrsemissionen stammen aus dem Strassenverkehr, welcher deshalb Gegenstand dieses Kapitels ist. Der internationale Luftverkehr ist nicht Teil des Sektors Verkehr, sondern wird im Treibhausgasinventar separat ausgewiesen.

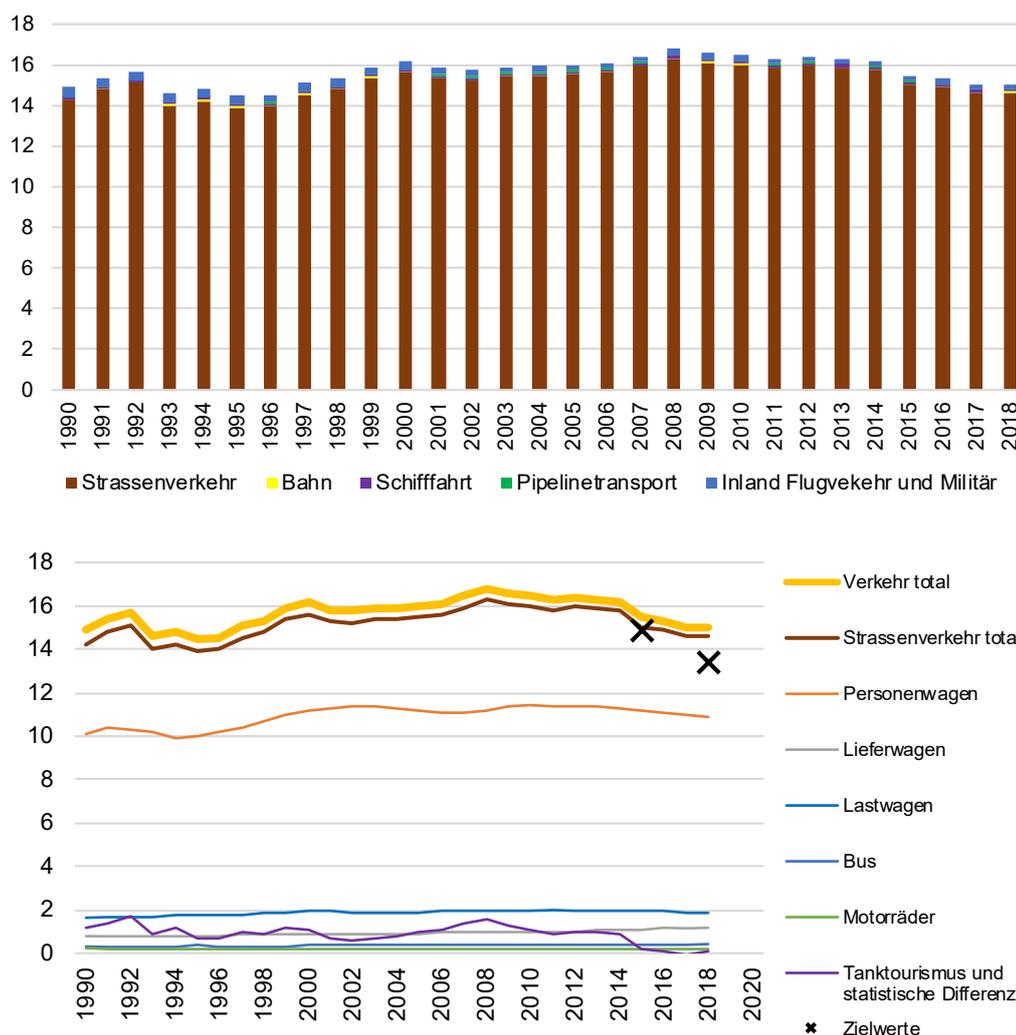


Abbildung 18: Emissionen des Sektors Verkehr in Mio. Tonnen CO₂eq (obere Grafik: Verkehrsemissionen nach Teilbereichen; untere Grafik: Emissionen des Strassenverkehrs nach Teilbereichen). Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Für das Jahr 2015 sah die CO₂-Verordnung vor, dass die Verkehrsemissionen auf das Niveau von 1990 reduziert werden. Dieses Zwischenziel verpasste der Sektor klar (Emissionen 2015: 15,48 Mio. Tonnen CO₂eq). Im Jahr 2020 sollten die Verkehrsemissionen gemäss Erläuterndem Bericht zur CO₂-Verordnung verglichen mit 1990 um 10 Prozent tiefer liegen. Auch diesen erwarteten Zielbeitrag wird der Sektor Verkehr aller Voraussicht nach verfehlen. Ein Grund dafür ist, dass die Kompensationspflicht für Treibstoffimporteure im Verkehrssektor selbst nur geringe Emissionsreduktionen zur Folge hat – die meisten Kompensationsprojekte werden in anderen Sektoren durchgeführt. Mit der Totalrevision des CO₂-Gesetzes können die Emissionen bis 2030 um 25 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden.

Abbildung 19 zeigt für die Teilsektoren des Strassenverkehrs eine technologisch mögliche Emissionsentwicklung unter dem Zielszenario ZERO Basis im Vergleich zum Szenario WWB. Der Sektor Verkehr kann bis 2050 gemäss EP2050+ aus technologischer Sicht treibhausgasneutral funktionieren. Verglichen mit dem Szenario WWB sind dafür jedoch deutlich stärkere Reduktionen nötig.

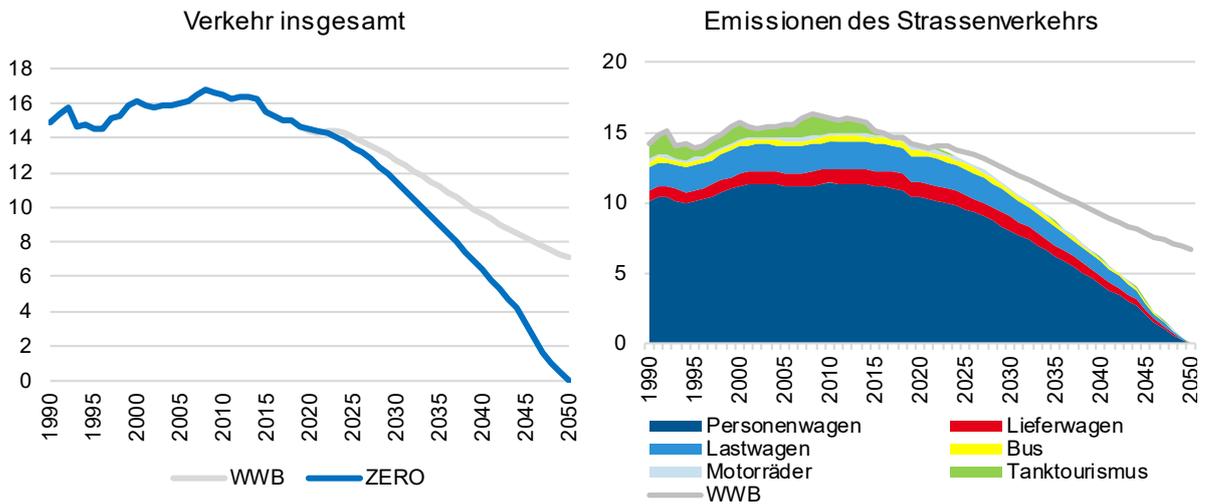


Abbildung 19: Emissionsentwicklung im Sektor Verkehr bis 2050 (in Mio. Tonnen CO₂eq) gemäss EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

In den EP2050+ sind die Fahrleistung sowie der Modalsplit Strasse-Bahn entsprechend den Prognosen im Referenzszenario der Verkehrsperspektiven 2040⁴⁴ vorgegeben. Fahrleistung und Modalsplit sind für alle Szenarien der EP2050+ identisch; die Fahrleistung steigt bis 2060 deutlich an. Die Emissionsreduktion gemäss EP2050+ verglichen mit dem Szenario WWB ist daher zurückzuführen auf eine veränderte Flottenzusammensetzung, eine umfassende Elektrifizierung, den Einsatz treibhausgasneutraler Treibstoffe und steigende Effizienz, und zwar bei allen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge). Die Emissionen pro zurückgelegtem Kilometer sollten dabei deutlich schneller sinken als bisher.

Gemäss EP2050+ erfolgen die Emissionsreduktionen bei den Personenwagen und den leichten Nutzfahrzeugen langfristig durch eine weitgehende Elektrifizierung der Fahrzeugflotten: Abbildung 20 zeigt, dass der Anteil von Personenwagen mit Verbrennungsmotor nach 2020 zurückgeht und die Neufahrzeuge mit elektrischem Antrieb vor allem nach 2030 rasch zunehmen. Ab 2025–2030 gehen die EP2050+ für viele Anwendungen von Kostenäquivalenz für Elektro- und konventionelle Fahrzeuge aus. Die Reichweite eines durchschnittlichen batterie-elektrischen Personenwagens wird mit über 400 Kilometer für die allermeisten Nutzer ausreichend sein. Batteriefahrzeuge spielen daher langfristig die weitest wichtige Rolle (2050: 90 Prozent aller Neufahrzeuge bei Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen); die restlichen 10 Prozent der Neuwagen im Jahr 2050 sind Brennstoffzellenfahrzeuge (in obiger Grafik in «PW elektrisch» bzw. «LNF elektrisch» enthalten). Diese kommen dort zum Einsatz, wo grössere Reichweiten bzw. kurze Tankzeiten erforderlich sind. Hybridantriebe sind in allen Szenarien in der Übergangsphase relevant, längerfristig werden diese jedoch von reinen Elektrofahrzeugen abgelöst. Fast die Hälfte der erforderlichen Antriebsenergie entfällt zudem auf erneuerbare strombasierte sowie biogene Treibstoffe, die in Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen. Insgesamt funktioniert gemäss EP2050+ der Betrieb von Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die 2050 noch in Verkehr sind, treibhausgasneutral.

⁴⁴ ARE (2016).

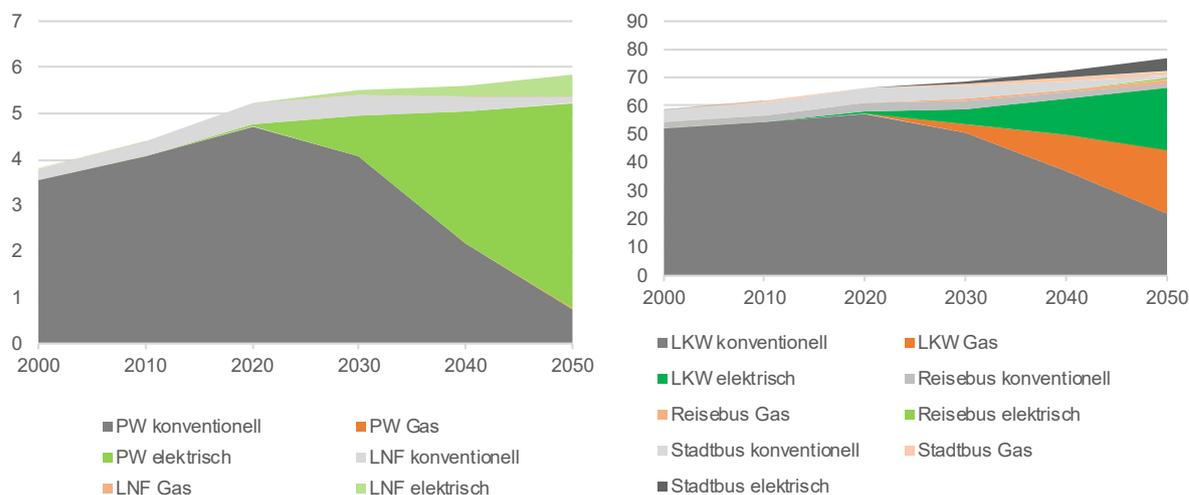


Abbildung 20: Flottenentwicklung Personenwagen (PW) und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) (links, in Mio.) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF) (rechts, in Tsd.) nach Fahrzeugkategorien bis 2050 gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Gemäss EP2050+ kommen Brennstoffzellenfahrzeuge vor allem bei neuen schweren Nutzfahrzeugen zum Einsatz. Strombasierte oder biogene erneuerbare Treibstoffe kommen für den Strassenverkehr nur zur Anwendung, wenn sie nicht für andere Verwendungszwecke beansprucht werden, für die weniger Alternativen bereitstehen. Bei den schweren Nutzfahrzeugen könnte Biogas in einer Übergangszeit eine relevante Rolle spielen. Im öffentlichen Stadtverkehr kommen ebenfalls vorwiegend elektrische Fahrzeuge zum Einsatz. Dennoch ist damit zu rechnen, dass im Schwerverkehr auf langen Strecken auch längerfristig noch Fahrzeuge mit Dieselmotor genutzt werden, die jedoch mit erneuerbaren Treibstoffen (strombasiert und biogen) betrieben werden können. Gemäss den EP2050+ beträgt deren Anteil an der Neuwagenflotte im Jahr 2050 immer noch rund 20 Prozent.

Verkehrsmodellierungen prognostizieren eine weitere Zunahme des Personen- und Güterverkehrs, angetrieben durch das erwartete Wachstum von Wirtschaft und Bevölkerung. Mit zunehmenden Fahrleistungen steigt der Energiebedarf, und der Druck auf Infrastruktur und Umwelt wächst. Die Technologien für einen weitgehend treibhausgasneutralen Verkehr existieren bereits, setzen sich aber noch zu wenig durch. Hier sind breit akzeptierte, griffige Rahmenbedingungen erforderlich, um den Durchbruch dieser Technologien zu beschleunigen.

Weitere Herausforderungen eines treibhausgasneutralen Verkehrs sind die Ressourcenschonung in allen Umweltbereichen (z.B. bei der Rohstoffgewinnung für die Batterien von Elektrofahrzeugen sowie deren Recycling) sowie die Energieeffizienz (beispielsweise beim Einsatz synthetischer Treibstoffe). Analysen des Verkehrsbereichs betrachten häufig nur die Klimawirkungen während der Betriebsphase. Dies entspricht den geltenden internationalen Vorgaben. Langfristig sind jedoch die Klimawirkungen des ganzen Lebenszyklus' der Fahrzeuge, der Transportketten sowie der Mobilitätsinfrastruktur zu berücksichtigen (dies geschieht ansatzweise durch Emissionsreduktionen im Industriesektor). Auf europäischer Ebene wird derzeit der Einbezug von Lebenszyklusemissionen in die Flottenemissionsregulierung geprüft. Ein entsprechender Vorschlag zur Erfassung dieser Emissionen soll gegebenenfalls bis Ende 2023 von der Europäischen Kommission vorliegen.

Die Digitalisierung kann über verschiedene Wege einen positiven Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehr leisten. Homeoffice und digitale Zusammenarbeitsformen können zu einer Reduktion der Anzahl Fahrten und damit zu einem geringeren Energieverbrauch führen. Multimodale Mobilitätsdienstleistungen erlauben die Verknüpfung verschiedener energieeffizienter und klimafreundlicher Verkehrsmittel. Im Online-Handel fallen durchschnittlich weniger CO₂-Emissionen pro Bestellung an, wenn die Sendungen effizient gebündelt werden. Selbstfahrende Fahrzeuge können zu einer Reduktion der Anzahl Fahrten führen, wenn die Fahrzeuge zukünftig geteilt werden. Damit diese Potenziale genutzt werden können, sind geeignete Rahmenbedingungen zu setzen.

Schliesslich birgt auch eine stärkere Verlagerung des Verkehrs von der Strasse auf die Schiene ein grosses Reduktionspotenzial. Eine Verkehrsverlagerung zugunsten der Bahn trägt erheblich zur Verminderung der Treibhausgasemissionen sowie zu einer klimaverträglichen Raumentwicklung bei, sofern der verwendete (Mehr-)Strom erneuerbar und nachhaltig produziert ist. Die Stärken der Bahn, insbesondere die grosse Beförderungskapazität auf kleiner Fläche und der vergleichsweise geringe Energieverbrauch bei guter Auslastung, sowie die technologischen Innovationen sind bestmöglich zu nutzen. Dies gilt insbesondere auch für den Güterverkehr. Hier bedarf es innovativer Änderungen, damit die Güter wettbewerbsfähig und klimaschonend auf der Schiene transportiert werden können.

8.4 Sektor Luftverkehr

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz beim internationalen Luftverkehr zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung 2050: Der internationale Luftverkehr ab der Schweiz soll im Jahr 2050 netto möglichst keine klimawirksamen Emissionen mehr verursachen. Das bedeutet:

- Die fossilen CO₂-Emissionen betragen Netto-Null.
- Die übrigen Klimawirkungen sinken oder werden mit anderen Massnahmen ausgeglichen.

Die Treibhausgasemissionen des internationalen Luftverkehrs ab der Schweiz sind heute – gleich wie jene des internationalen Schiffsverkehrs – aus dem Verminderungsziel ausgeklammert. Zwar werden diese Emissionen im Treibhausgasinventar der Schweiz separat ausgewiesen, sie fliessen aber nicht in die Beurteilung der Zielerreichung gemäss CO₂-Gesetz mit ein. Während der Treibhausgasausstoss des internationalen Schiffsverkehrs für die Schweiz nahezu unbedeutend ist, spielt derjenige des internationalen Luftverkehrs eine wachsende Rolle. Im Jahr 2018 betragen dessen Emissionen rund 5,7 Mio. Tonnen CO₂eq (davon 5,6 Mio. Tonnen CO₂). Der internationale Luftverkehr war damit für rund 11 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen der Schweiz und für rund 13 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen verantwortlich.⁴⁵

Der bisher stetig wachsende internationale Luftverkehr steht aus klimapolitischer Sicht zunehmend in der Verantwortung. Aus diesem Grund haben die 193 Mitgliedstaaten der internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO, darunter die Schweiz, im Jahr 2016 ein globales CO₂-Kompensationssystem («*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*» CORSIA) beschlossen, an dem sich auch die Schweiz beteiligt. CORSIA hat ein CO₂-neutrales Wachstum der internationalen Luftfahrt zum Ziel. Die Teilnahme der Mitgliedstaaten an den Kompensationsverpflichtungen erfolgt bis 2026 auf freiwilliger Basis.⁴⁶ Das System gilt vorerst bis 2035 und soll danach je nach Wirkung weitergeführt oder durch ein neues System abgelöst werden.

Der Bundesrat schlägt in seinem direkten Gegenentwurf zur Gletscher-Initiative vor, die Emissionen des internationalen Luftverkehrs in das Netto-Null-Ziel für 2050 einzubeziehen, soweit dies wissenschaftlich und technisch im Einklang mit den Angaben im Treibhausgasinventar möglich ist. Aktuell ist dies für die Treibhausgase CO₂, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) der Fall. Die Reduktion der CO₂-Emissionen ist deshalb aufgrund der langen Verweildauer in der Atmosphäre in der nahen Zukunft prioritär. Neben diesen vom Treibhausgasinventar erfassten Gasen verursacht der internationale Luftverkehr jedoch weitere Emissionen, die eine Wirkung auf das Klima haben. Dazu gehören Wasserdampf (H₂O), Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂) und Russ. Relevant sind insbesondere die Kondensstreifen und die sich daraus bildende hohe dünne Bewölkung (Zirren). Letztere haben mindestens ähnlich starke Auswirkungen auf das Klima wie das CO₂. Sowohl für die heutige Klimawirkung der bisherigen Emissionen des Luftverkehrs als auch mit Fokus auf das verbleibende Emissionsbudget, das mit der Erwärmungsgrenze von 1,5 Grad kompatibel ist, müssen die CO₂-Emissionen des Luftverkehrs deshalb gemäss aktuellem Wissensstand mit einem Faktor von ca. 2,5 multipliziert werden, um die Gesamtwirkung auf

⁴⁵ Um eine möglichst lückenlose globale Bilanzierung zu ermöglichen, erfolgt die Berechnung der Emissionen unter Anwendung des Absatzprinzips. Das heisst für den Fall des internationalen Luftverkehrs, dass die Emissionen eines Fluges in demjenigen Land aufgeführt werden, in welchem der Treibstoff für diesen Flug getankt wurde. Würde man – gestützt auf die Angaben zu den jährlich geflogenen Kilometern gemäss Mikrozensus Verkehr - das Inländerprinzip anstelle des Absatzprinzips anwenden, betrügen die von den Bewohnern der Schweiz verursachten Emissionen rund 7,7 Mio. t CO₂.

⁴⁶ Bis heute (Stand November 2020) haben sich 88 Staaten zur freiwilligen Teilnahme an den Kompensationsverpflichtungen ab 1.1.2021 bekannt. Diese 88 Staaten sind für rund 77 Prozent der Emissionen der internationalen Zivilluftfahrt verantwortlich.

das Klima abzubilden.⁴⁷ Es handelt sich dabei um einen globalen Durchschnittswert. Der Faktor kann je nach Witterung und Flughöhe für einen einzelnen Flug stark schwanken und ist dementsprechend mit Unsicherheiten behaftet. Im Treibhausgasinventar sind diese Emissionen aufgrund dieser Unsicherheiten aktuell nicht enthalten. Diese Emissionen haben aufgrund ihrer Kurzlebigkeit eine zeitlich begrenzte Wirkung. Sie sollten langfristig ebenfalls sinken. Die Reduktion dieser Emissionen soll aber nicht auf Kosten der Senkung der fossilen CO₂-Emissionen, die deutlich länger in der Atmosphäre verweilen, erfolgen.

Eine weitere Herausforderung ist, dass die technischen Optionen zur Emissionsreduktion im internationalen Luftverkehr limitiert sind. Die Flugbranche sollte verstärkt auf erneuerbare nachhaltige Treibstoffe und auf alternative Antriebssysteme setzen. Möglichkeiten sind synthetische Treibstoffe aus erneuerbaren Energien und fortschrittliche Biotreibstoffe, Hybridantriebe sowie Elektro- oder Wasserstoffantriebe. Zu beachten ist jedoch, dass – im Gegensatz zu anderen Verkehrsmitteln – alternative Antriebstechnologien in der Luftfahrt aufgrund der benötigten hohen Energiedichte bei den Energieträgern und weiterer technischer Anforderungen aus heutiger Sicht vermutlich auch längerfristig nicht für grosse Flugzeuge und auf längere Distanzen einsetzbar sind. Im Betrachtungszeitraum bis 2050 dürfte der Einsatz von CO₂-neutralen synthetischen Treibstoffen die einzige wirkliche Alternative sein. Diese Potenziale sind, gemeinsam mit jenen aus organisatorischen Massnahmen (z.B. der Optimierung von Flugrouten), zu nutzen. Verbleibende Emissionen sind mit negativen Emissionen zu decken.

8.5 Sektor Landwirtschaft und Ernährung

Die Landwirtschaft ist Teil des Ernährungssystems, das die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktion über die Verarbeitung und den Handel bis zum Konsum der Lebensmittel umfasst. Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgenden Zielsetzungen:

Zielsetzungen 2050:

Dank günstigen Rahmenbedingungen für nachhaltige Ernährungssysteme sinkt der Treibhausgas-Fussabdruck der Ernährung im Einklang mit dem Netto-Null-Ziel und eine weitere Verlagerung der Treibhausgasemissionen ins Ausland wird vermieden.

- Die Treibhausgasemissionen der landwirtschaftlichen Produktion im Inland sind gegenüber 1990 um mindestens 40 Prozent reduziert.
- Die Schweizer Landwirtschaft trägt 2050 mit mindestens 50 Prozent einen wesentlichen Teil zur Nahrungsmittelversorgung der Schweiz bei.

Die Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion sind über mehrere Sektoren und Kategorien des Treibhausgasinventars verteilt. Sie umfassen:

- die Methan- und Lachgasemissionen aus der Nutztierhaltung sowie Lachgas- und CO₂-Emissionen aus der Anwendung von Düngern auf landwirtschaftlichen Böden (Bereich 3 gemäss Inventar);
- die Treibhausgase aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe in Gastrocknungsbetrieben und Gewächshäusern sowie von landwirtschaftlichen Maschinen und Fahrzeugen (Teile von 1A4c);
- die Kohlenstoffbilanz der landwirtschaftlich genutzten mineralischen und organischen Böden und der darauf angebauten Biomasse (4B und Teile von 4C).

Ausserhalb der Systemgrenzen der nationalen Klimaberichterstattung liegen die Treibhausgase aus der Herstellung importierter Dünger- und Futtermittel. Sie werden gemäss den internationalen Richtlinien den Herkunftsländern zugerechnet.

Insgesamt lagen die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft 2018 bei 7,3 Millionen Tonnen CO₂eq und damit rund 1,1 Millionen Tonnen CO₂eq beziehungsweise knapp 13 Prozent unter dem Wert von 1990. Die Emissionsentwicklung widerspiegelt insbesondere die Veränderungen des Rindviehbestandes und des Stickstoffdüngereinsatzes. Seit den 2000er-Jahren stagnieren die Emissionen. Seit 2007 befinden sie sich nicht mehr auf dem in der Klimastrategie Landwirtschaft definierten Zielpfad, welcher

⁴⁷ Neu (2020). Der Vergleich der Klimawirkung von CO₂, das lange in der Atmosphäre verweilt, und von kurzlebigen Nicht-CO₂-Emissionen ist generell schwierig und mit Unsicherheiten verbunden. Der Faktor 2,5 entspricht dem besten verfügbaren Schätzwert nach aktuellem Wissensstand.

eine lineare Reduktion von einem bis zwei Dritteln bis 2050 gegenüber 1990 vorsieht.⁴⁸ Das indikative Mindestziel gemäss Klimastrategie Landwirtschaft für das Jahr 2020 (rund 7 Millionen Tonnen CO₂eq beziehungsweise minus ein Sechstel im Vergleich zu 1990) wird voraussichtlich verfehlt.

Abbildung 21 zeigt die Emissionsentwicklung der Landwirtschaft seit 1990, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Unterbereichen. Die Methanemissionen aus der Verdauung der Nutztiere machen mit rund 45 Prozent den grössten Teil aus. Die Lachgasemissionen aus der Bewirtschaftung der Böden tragen 20 Prozent und die Methan- und Lachgasemissionen aus der Hofdüngerlagerung 16 Prozent bei.

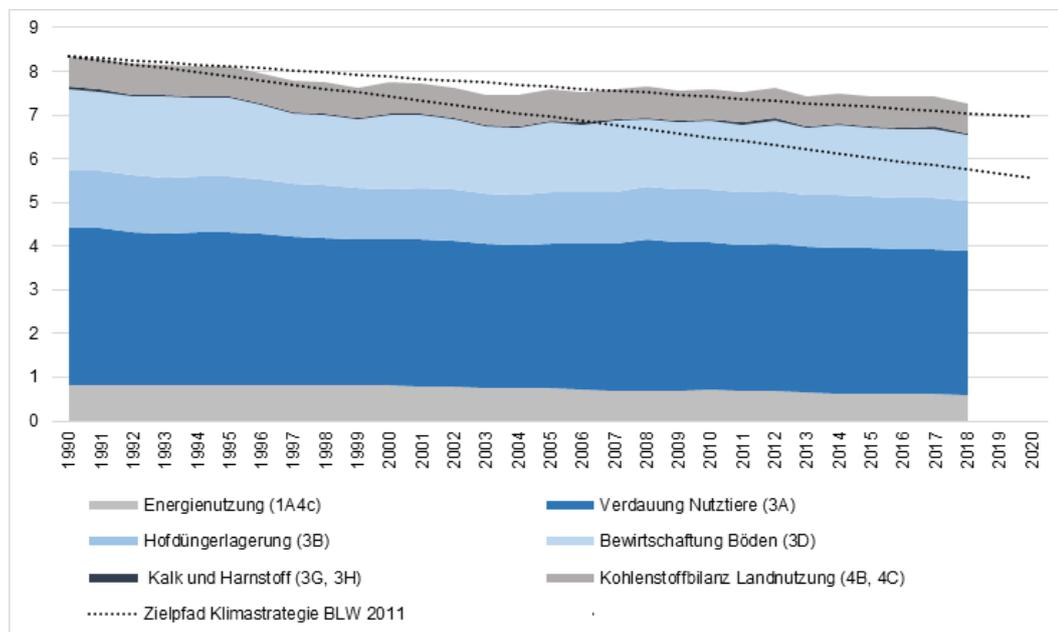


Abbildung 21: Entwicklung der Emissionen der Landwirtschaft in Millionen Tonnen CO₂eq nach Unterbereichen gemäss nationalem Treibhausgasinventar und Zielpfade gemäss Klimastrategie Landwirtschaft (gestrichelte Linien). Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Die Tierhaltung hat in der Schweiz eine grosse Bedeutung. Rund 70 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche wird als Grünland bewirtschaftet und über Wiederkäuer in Nahrung umgewandelt. Dazu wird auf etwa 60 Prozent der Ackerfläche Tierfutter angebaut und die importierten Futtermittel benötigen im Ausland eine Anbaufläche von nochmals rund 250'000 Hektaren. Schliesslich stammt rund die Hälfte der in der Schweiz produzierten Nahrungsmittel aus der Tierproduktion. Der Anteil der Tierproduktion an den landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen beträgt gut 85 Prozent.⁴⁹

Das Treibhausgasinventar erfasst die im Inland entstehenden Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Verlassen des Hofes. Emissionen fallen jedoch auch nachgelagert bei Verarbeitung, Handel und Konsum von Lebensmitteln an. Diese Emissionen sind dem Industrie- bzw. dem Dienstleistungssektor zugeordnet. Zudem wird ein grosser Teil der Lebensmittel importiert. Mit dem Treibhausgas-Fussabdruck kann der Inlandkonsum von Lebensmitteln umfassender betrachtet werden, indem dieser auch die nachgelagerten sowie die importbedingten Emissionen einschliesst. 2018 lag der Fussabdruck der Haushalte für den Ausgabeposten Lebensmittel gemäss Umweltgesamtrechnung des Bundesamtes für Statistik bei 15,6 Millionen Tonnen CO₂eq.⁵⁰ Pro Person ergibt das einen Wert von rund 2 Tonnen CO₂eq. Darin eingeschlossen sind auch die Lebensmittelabfälle. Die importbedingten Emissionen machen einen Anteil von 68 Prozent aus.

Wichtige Elemente der Agrarpolitik sind der Grenzschutz, die Direktzahlungen und die Vorgaben im ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN). Im Landwirtschafts- und Ernährungssektor sind die folgenden Instrumente mit Wirkung auf das Klima in Kraft oder geplant:

- Mit der Finanzierung von Forschungs- und Beratungsprojekten können Entscheidungsgrundlagen für die Agrarpolitik erarbeitet und landwirtschaftliche Betriebe bei der Umsetzung wissenschaftlicher

⁴⁸ BLW (2011).

⁴⁹ Bretscher / Ammann / Wüst / Nyfeler / Felder (2018).

⁵⁰ Bundesamt für Statistik, Umweltgesamtrechnung, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltgesamtrechnung/luftemissionen.html>.

Erkenntnisse in die Praxis unterstützt werden. Neben diversen Forschungsprojekten hat der Bund den Verein AgroCleanTech beim Aufbau einer Plattform zur Informationsbereitstellung und zum Wissensaustausch bezüglich Energie und Klimaschutz unterstützt.

- Die Mitfinanzierung von Projekten im Rahmen des Ressourcenprogramms erlaubt es, neue Wege zu beschreiten, um die Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft zu verbessern. Seit 2016 laufen zwei Ressourcenprojekte im Bereich des Klimaschutzes: Im Projekt von IP-Suisse wird ein massnahmenbasiertes Punktesystem für mehr Klimaschutz auf Landwirtschaftsbetrieben erarbeitet und angewendet. Im Projekt des Vereins AgroCO2ncept Flaachtal wird versucht, mittels betrieblicher Treibhausgasbilanzierungen und gezielter Beratungen die spezifischen einzelbetrieblichen Optimierungspotenziale auszuschöpfen.
- Durch Qualitätsförderung können innovative Projekte zur Verbesserung der Qualität und Nachhaltigkeit (QuNaV) von Schweizer Landwirtschaftsprodukten unterstützt werden. Auch im Rahmen der Absatzförderung, des Gewässerschutzprogramms, der ländlichen Entwicklung und der Strukturverbesserungen sowie der Tier- und Pflanzenzüchtung bestehen Möglichkeiten, um zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beizutragen. Grössere Betriebe können sich von der CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe befreien lassen, wenn sie im Gegenzug eine Verminderungsverpflichtung mit dem Bund abschliessen. Davon machen einzelne Betriebe mit Gewächshausproduktion sowie Verarbeitungsbetriebe Gebrauch.
- Hersteller und Importeure fossiler Treibstoffe sind verpflichtet, einen Teil der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr durch die Unterstützung inländischer Projekte zur Emissionsreduktion zu kompensieren. In der Landwirtschaft sind bislang mehrere Biogasanlagen sowie der Einsatz eines spezifischen Düngemittels als Kompensationsprojekte registriert.

Bei den genannten Instrumenten sollte die Koordination mit den im Rahmen der Agrarpolitik nach 2022 geplanten Strukturen sichergestellt und Doppelspurigkeiten möglichst vermieden werden. Gemäss Botschaft zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes für die Zeit nach 2020 ist auch für die Landwirtschaft ein Sektorziel zur Emissionsreduktion vorgesehen.⁵¹ Der Bundesrat ging dabei vom Ziel der Klimastrategie Landwirtschaft aus und schlug einen Reduktionsbeitrag von 20–25 Prozent für das Jahr 2030 gegenüber dem Basisjahr 1990 vor. Das Ziel soll primär mit Massnahmen der Landwirtschaftsgesetzgebung erreicht werden. Gemäss Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik nach 2022 (AP22+) soll die Landwirtschaft ihre Treibhausgasemissionen in einer Zwischenetappe bis 2025 um 10 Prozent gegenüber 2015 senken. Dies entspricht ungefähr einer Reduktion um 19 Prozent gegenüber 1990 und ist ebenfalls im Einklang mit dem Mindestziel der Klimastrategie Landwirtschaft. Erreicht werden soll das Zwischenziel insbesondere durch zusätzliche Anforderungen und Anreize beim ökologischen Leistungsnachweis, bei den Direktzahlungen und Strukturverbesserungen sowie dank Pilotprojekten und Netzwerken.

- Beim ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) soll die Toleranzgrenze von 10 Prozent sowie allenfalls weitere Abzugsmöglichkeiten in der Nährstoffbilanz abgeschafft werden. Darüber hinaus sollen Inverkehrbringer von Nährstoffen in Form von Dünger und Futtermitteln verpflichtet werden, ihre Lieferungen an landwirtschaftliche Betriebe offenzulegen.
- Bei den Direktzahlungen sind Produktionssystembeiträge vorgesehen für die Begrenzung der Rohproteinzufuhr in der Wiederkäuerfütterung, für eine längere Nutzungsdauer bei Kühen, für die Ammoniakreduktion in der Tierhaltung, für einen effizienteren Stickstoffeinsatz im Ackerbau und bei Spezialkulturen, für die Förderung des Humusaufbaus beziehungsweise der Bodenfruchtbarkeit und für das Etablieren von Agroforstsystemen. Vorgesehen ist ausserdem eine Reduktion des Einsatzes fossiler Energien; der Ersatz fossil betriebener Maschinen soll über (fakultative) Investitionskredite erleichtert und die Nutzung alternativer Maschinen soll (zeitlich begrenzt) ebenfalls mit Produktionssystembeiträgen unterstützt werden. Zudem sollen auf der Basis von regionalen landwirtschaftlichen Strategien Beiträge ausbezahlt werden zur Förderung einer standortangepassten Landwirtschaft. Schliesslich soll der Bund Investitionshilfen für innovative Technologien zur Reduktion negativer Umweltauswirkungen gewähren können.

⁵¹ Botschaft zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes nach 2020, BBl 2018 247.

- Pilot- und Demonstrationsprojekte, die zur Vernetzung von Forschung, Bildung und Beratung auf der einen und Praxis der Land- und Ernährungswirtschaft auf der anderen Seite beitragen, sollen finanziell unterstützt werden können. Gleiches gilt auch für Kompetenz- und Innovationsnetzwerke für die Pflanzenzucht, Tierzucht, (Nutz-)tiergesundheit und das Tierwohl. Des Weiteren soll auch das Tierzucht recht dahingehend angepasst werden, dass Umweltwirkungen in die Bemessung der staatlichen Unterstützung einbezogen werden.

Die Schweizer Landwirtschaft soll auch 2050 einen wichtigen Beitrag zur Lebensmittelversorgung der Schweizer Bevölkerung leisten. Die Lebensmittelproduktion führt zu Emissionen, die nicht vollständig vermieden werden können. Gemäss den aktuell zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Informationen ist eine Halbierung der Emissionen der Schweizer Landwirtschaft bis 2050 im Vergleich zu 1990 bei einem gleichzeitig höheren Selbstversorgungsgrad möglich – sofern auch das Reduktionspotenzial in der Ernährungswirtschaft konsequent genutzt wird. Die ernährungsbedingten Emissionen könnten pro Person und Jahr gegenüber dem heutigen Stand insgesamt sogar um drei Viertel, d.h. von 2 auf 0,5 Tonnen CO₂eq, reduziert werden.

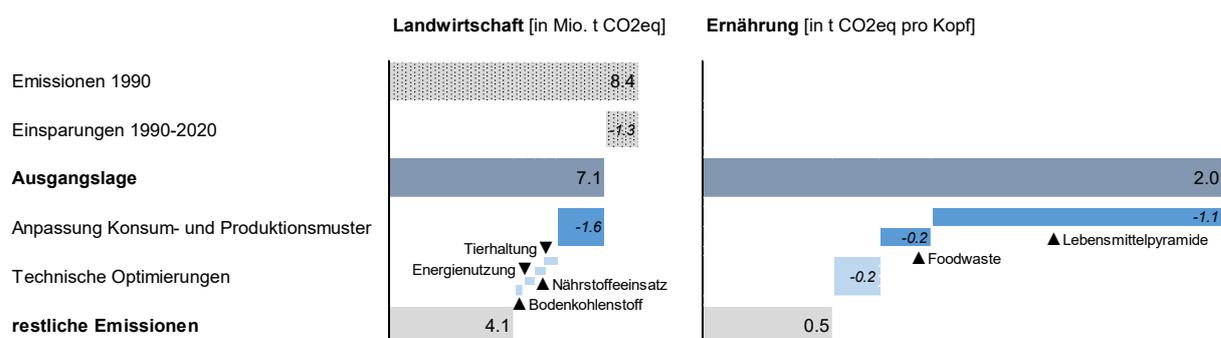


Abbildung 22: Treibhausgasemissionen und Reduktionspotenziale bis 2050 in der Landwirtschaft und Ernährung aus Produktions- und Konsumperspektive gemäss Treibhausgasinventar respektive Umweltgesamtrechnung.

Abbildung 22 zeigt die aus heutiger Sicht im Idealfall möglichen Beiträge der Massnahmengruppen entsprechend ihren Reduktionspotenzialen bis zum Jahr 2050. Die Darstellung bezieht sich auf die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in absoluten Zahlen (Produktionsperspektive nach Territorialprinzip gemäss Treibhausgasinventar; links) und auf den Treibhausgas-Fussabdruck der Ernährung pro Person (Konsumperspektive inklusive Auslandemissionen aus Importen und ohne Inlandemissionen von Exporten gemäss Umweltgesamtrechnung; rechts). Der grösste Reduktionsbeitrag resultiert aus einer Anpassung der Konsum- und Produktionsmuster. Mit passenden Rahmenbedingungen könnten der Treibhausgas-Fussabdruck sowie weitere negative Umweltwirkungen mehr als halbiert werden. Zusammen mit der vollständigen Vermeidung von Lebensmittelabfällen in den Haushalten ist sogar eine Reduktion von insgesamt 66 Prozent möglich.⁵²

Auf der Produktionsseite verändert sich die Flächennutzung: Während das Grünland grösstenteils weiterhin für die Milchviehhaltung genutzt werden kann, werden ackerfähige Flächen, soweit möglich und sinnvoll, für die Nahrungsmittelproduktion genutzt. Die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen der Schweiz lassen sich dadurch eine Reduktion um über einen Fünftel gegenüber dem aktuellen Stand vermindern.⁵³

Ergänzend können die Emissionen in der Land- und Ernährungswirtschaft durch technische Optimierungen weiter gesenkt werden. In der landwirtschaftlichen Produktion stehen dabei Effizienzverbesserungen beim Herdenmanagement und der Fütterung (Tierhaltung), ein möglichst verlustarmes Düngermanagement (Nährstoffeinsatz), die Erhaltung der Bodenkohlenstoffvorräte in Moorböden (Bodenkohlenstoff) und ein vollständiger Ersatz fossiler Brenn- und Treibstoffe durch erneuerbare Energieträger (Energienutzung) im Vordergrund. Letzteres betrifft auch die nachgelagerten Bereiche Verarbeitung und Handel.

Es verbleiben rund 4,1 Millionen Tonnen CO₂eq aus der landwirtschaftlichen Inlandproduktion, die sich 2050 nach heutigem Wissen unter den getroffenen Annahmen nicht vermeiden lassen. Dieser Restbetrag muss mit negativen Emissionen ausgeglichen werden. Es bleibt zu klären, inwieweit eine weitere

⁵² Zimmermann / Nemecek / Waldvogel (2017).

⁵³ Bretscher / Ammann / Wüst / Nyfeler / Felder (2018).

Verringerung beziehungsweise eine Kompensation dieser Emissionen durch eine dauerhafte Erhöhung der Kohlenstoffvorräte in landwirtschaftlichen Böden und Biomasse (beispielsweise durch Humusaufbau, Pflanzenkohle und Agroforst) möglich wäre.

Die bei der landwirtschaftlichen Produktion entstehenden Treibhausgasemissionen sind überwiegend an biologische und biophysikalische Prozesse gebunden und stammen aus diffusen beziehungsweise zeitlich und räumlich stark variablen Quellen. Zudem sind die verschiedenen Betriebe sehr unterschiedlich. Es ist somit schwierig, allgemeingültige und einfachen Massnahmen zu entwickeln und die Treibhausgasemissionen auf Ebene der Einzelbetriebe präzise zu bilanzieren. Es besteht einerseits ein erheblicher Bedarf an Forschung und Datenauswertung. Andererseits sind die grossen Emissionstreiber seit langem bekannt und unbestritten. Forschung und Digitalisierung müssen intensiviert werden, ohne dass dies die gleichzeitige Realisierung der bekannten und unbestrittenen Reduktionspotenziale bremst oder verhindert.

Zwischen einer auf den Klimaschutz fokussierten Strategie und einer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie kann es zu Zielkonflikten kommen. So spielen im «Grasland Schweiz» vornehmlich mit Gras gefütterte Wiederkäuer eine wichtige Rolle, während gleichzeitig der Treibhausgas-Fussabdruck dieser Produktionsweise und der so hergestellten Produkte nicht zu vernachlässigen ist. Ähnliche Zielkonflikte werden auch im Spannungsfeld von Bodenbearbeitung und Herbizideinsatz diskutiert. Es gilt, die bestehenden Zielkonflikte in einem ersten Schritt transparent zu machen und anschliessend soweit wie möglich aufzulösen. Dabei sind ausgewogene Lösungen anzustreben.

8.6 Sektor Finanzmarkt

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz im Finanzsektor zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels beim Ausstoss von Treibhausgasen die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung 2050: Die Finanzflüsse der Schweiz sind bis 2050, in Übereinstimmung mit der entsprechenden Zielsetzung des Übereinkommens von Paris, im Einklang mit einer emissionsarmen und gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähigen Entwicklung.

Das Übereinkommen von Paris hält in Artikel 2.1c fest, dass «die Finanzmittelflüsse in Einklang gebracht werden mit einem Weg hin zu einer hinsichtlich der Treibhausgase emissionsarmen und gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähigen Entwicklung». Theoretisch wäre eine klimaverträgliche Realwirtschaft für die Finanzmärkte der effizienteste Weg, um das Netto-Null-Ziel zu erreichen. Die Investitionen und Finanzierungen würden so «automatisch» in Richtung dieses Ziels geleitet. Weil jedoch die Dringlichkeit zugenommen hat und eine weltweite Internalisierung realpolitisch schwierig durchsetzbar ist, hat sich die internationale Gemeinschaft darauf verständigt, dass der Finanzmarkt zusätzlich eine proaktive Rolle für den Übergang zu einer klimaverträglichen Weltwirtschaft spielen soll. Mit der Ratifikation des Pariser Klimaübereinkommens hat sich die Schweiz verpflichtet, auch die Finanzflüsse klimaverträglich auszurichten. Dieses Ziel wurde neu auch im Zweckartikel des totalrevidierten CO₂-Gesetzes verankert. Der Finanzsektor spielt eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Klimaziele und der grundlegenden und raschen Anpassungen der Weltwirtschaft, um bis 2050 das Netto-Null-Ziel zu erreichen.

Mit einem Anteil von über 9 Prozent am Bruttoinlandprodukt ist der Finanzsektor ein wichtiger Sektor für die Schweizer Volkswirtschaft. Er umfasst einerseits Versicherungen, Vorsorgeeinrichtungen und Stiftungen. Diese gehören zu den institutionellen Investoren, welche bedeutende Vermögenswerte besitzen bzw. verwalten («*asset owner*»). Auch die Schweizerische Nationalbank SNB verfügt über Aktiven in ähnlicher Grössenordnung wie die Vorsorgeeinrichtungen, die sie im Rahmen ihres geld- und währungspolitischen Mandats verwaltet. Weitere wichtige Akteure des Schweizer Finanzmarkts sind Intermediäre, welche die institutionellen und privaten Kunden beraten und deren Vermögen verwalten («*asset manager*»). Dazu gehören Banken, Fondsleitungen und Wertpapierhäuser. Weitere Akteure, die mit ihren Tätigkeiten einen klimarelevanten Einfluss auf die bereits genannten Finanzmarktakteure haben können, sind Beratungsfirmen, (ausländische) Kreditratingagenturen und Börsen.

Die verschiedenen Finanzmarktakteure sind untereinander, aber auch mit den realwirtschaftlichen Sektoren wie Gebäude, Industrie und Verkehr eng verflochten. Dies insbesondere über den inländischen Hypothekar- und Kreditmarkt und die Investitionen in in- und ausländische Firmen. Die globalen Rah-

menbedingungen für die Realwirtschaft und damit einhergehende Preissignale beeinflussen also einerseits die Tätigkeiten und Risikoabschätzungen von Finanzmarktakteuren. Andererseits setzen die verschiedenen Finanzmarktakteure mit Beratungsleistungen, Angeboten oder Konditionen Anreize für Firmen und Haushalte, die sich aus Klimasicht unterschiedlich auswirken. Mit ihren Investitions- und Finanzierungsentscheidungen, dem Dialog mit Unternehmen und politischem Engagement beeinflussen sie zudem die klimarelevanten Entwicklungen in der Realwirtschaft. Je bewusster sich Finanzmarktakteure über die Klimawirkung der Investitions- und Finanzierungstätigkeiten sind und je transparenter und vergleichbarer sie über entsprechende Entscheidungen und Angebote berichten, desto besser informierte Entscheidungen können Kunden und Versicherte sowie Politik und Aufsicht fällen.

Für Investoren stand bisher nicht primär die Wirkung im Zentrum, die sie auf die Eindämmung des Klimawandels haben können, sondern eher der Einfluss des Klimawandels beziehungsweise dessen Eindämmung auf ihre Wertvermögen (Klimarisiken für Investoren). Dies bestätigt auch ein Gutachten des BAFU. Es zeigt, dass Finanzmarktakteure heute gemäss den rechtlichen Vorgaben bereits materielle Risiken – einschliesslich Klimarisiken – berücksichtigen und verpflichtet sind, darüber Bericht zu erstatten. Angaben zu den kurz- und langfristigen Klimaauswirkungen von Investitions- und Finanzierungsentscheidungen sind im Gegensatz zu Risikoanalysen in der geltenden Finanzmarktgesetzgebung heute aber nirgends explizit gefordert.⁵⁴

Aufsichtsbehörden und Zentralbanken beschäftigen sich vermehrt mit den verschiedenen Risiken. Dies trägt zur Sensibilisierung der Finanzmarktakteure für die Wichtigkeit der Thematik bei. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass Finanzmarktakteure aufgrund von Risikoanalysen auch klimawirksame Massnahmen vornehmen, d.h. Massnahmen, die einen Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels und zum Übergang in ein emissionsarmes Zeitalter leisten.

Bisherige Erkenntnisse deuten darauf hin, dass die Investitionen im Schweizer Finanzmarkt die Klimaziele ungenügend unterstützen.⁵⁵ Dies spiegelt die Tatsache wider, dass die Weltwirtschaft nicht auf dem Weg ist, die Verpflichtungen des Übereinkommens von Paris zu erfüllen. Das heisst, dass die Finanzmarktakteure derzeit insgesamt noch zu stark in Unternehmen investieren, die einen Ausbau der Produktion von CO₂-intensiven Technologien planen oder fördern (Gaskraftwerke, Öl- und Gasförderung, Benzin- und Dieselfahrzeuge etc.). Gleichzeitig sind die globalen Investitionen in CO₂-arme Alternativen wie erneuerbare Energien oder Fahrzeuge mit alternativen Antrieben noch nicht genügend gestiegen. Bei den Kreditgeschäften der Schweizer Finanzmarktakteure auf globaler Ebene ergibt sich ein ähnliches Bild.⁵⁶ Auch in diesem Bereich sind die Klimawirkungen vergleichbar mit jenen der börsenkotierten Unternehmen auf dem Weltmarkt, was dem Ziel des Übereinkommens von Paris nicht gerecht wird.

Institutionelle Investoren haben ihre Vermögen zu grossen Teilen im Schweizer Immobilienmarkt angelegt. Mit energieeffizienten Sanierungen und dem Ersatz fossil betriebener Heizsystemen durch solche mit erneuerbarer Energieversorgung können institutionelle Investoren direkt Einfluss auf die Emissionsentwicklung im Gebäudebereich nehmen. Beispiele aus dem In- und Ausland zeigen, dass bei bestehenden Immobilien mit einem mittleren bis niedrigen Energiestandard durch eine Sanierung die Rendite für Investoren je nachdem mit geringem Kostenaufwand verbessert werden kann.⁵⁷ Pensionskassen gaben im Klimaverträglichkeitstest 2020 denn auch an, bei 30 Prozent ihrer Gebäude eine Umstellung von fossilen auf erneuerbare Heizsysteme vorzunehmen. Insgesamt wurden noch 70 Prozent der getesteten Gebäude mit Öl oder Gas beheizt, bei den Hypothekarportfolien sogar rund 80 Prozent.⁵⁸

Finanzberater und Vermögensverwalter haben grundsätzlich die Möglichkeit, die Klima- und Umweltziele ihrer institutionellen und privaten Kunden systematisch abzufragen und diese in die Anlageberatung und das Portfoliomanagement zu integrieren. Untersuchungen aus der EU lassen jedoch darauf schliessen, dass die meisten Vermögensverwalter Klimakriterien und -risiken bei der Finanzberatung noch kaum berücksichtigen, sondern sich eher auf finanzielle Kriterien konzentrieren.⁵⁹ Ein Drittel der

⁵⁴ Eggen / Stengel (2019).

⁵⁵ 2° Investing Initiative / Wüest Partner (2020).

⁵⁶ Banktrack (2018).

⁵⁷ Siehe z.B. <https://www.copenhagoneconomics.com/publications/publication/do-homes-with-better-energy-efficiency-ratings-have-higher-house-prices-econometric-approach>;

⁵⁸ 2° Investing Initiative / Wüest Partner (2020).

⁵⁹ European Commission (2016) und 2° Investing Initiative (2017).

befragten Institute im Klimaverträglichkeitstest 2020 gab an, die Klima- und Nachhaltigkeitsziele ihrer Kundinnen und Kunden zu berücksichtigen. Jedoch greifen nur 5 Prozent das Thema regelmässig von sich aus auf. Die meisten befragen ihre Kundinnen und Kunden erst auf deren Nachfrage.

Die Investitionstrends sind im Wandel begriffen. Diesen Wandel können die Finanzmärkte aktiv unterstützen. Die Testresultate der Klimaverträglichkeitstests 2020 zeigen denn auch bereits, dass sowohl zwischen den Anlageklassen als auch zwischen den Portfolios der einzelnen Finanzinstitute signifikante Unterschiede erkennbar sind. Auch Anzahl der Akteure, welche auch Chancen in der aktiven Unterstützung des Übergangs in Richtung Netto-Null sehen, wächst stetig. Zwei Drittel der Teilnehmenden am Klimaverträglichkeitstest 2020 gibt an, eine Klimastrategie zu verfolgen. Damit diese Strategien Wirkung zeigen und Kunden genügend über Klimarisiken und Auswirkungen ihrer Investitionen informiert sind, sind aber Verbesserungen erforderlich: Beispielsweise halten mehr als die Hälfte der Institute, die gemäss eigenen Angaben Kohle bei ihren Investitionen ausschliessen, trotzdem noch Aktien und Anleihen von Unternehmen, die Kohle abbauen oder Kohlestrom produzieren.⁶⁰

Im Finanzsektor sind die folgenden klimapolitischen Instrumente in Kraft oder geplant:

- *Eigenverantwortung stärken:* Das totalrevidierte CO₂-Gesetz setzt für die Zeit von 2021–2030 vorerst auf die Eigenverantwortung der Branche. Die Finanzmarktakteure sollen mit freiwilligen Massnahmen auf eine klimaverträgliche Ausrichtung der Finanzflüsse hinwirken. Der Bund stellt Grundlagen und Hilfsmittel bereit, misst regelmässig die Fortschritte (der nächste Klimaverträglichkeitstest ist im Jahr 2022 geplant) und prüft bei fehlender Wirkung weitere Möglichkeiten und Anreize.
- *Transparenz und Austausch:* Die breite und repräsentative Teilnahme an den freiwilligen Klimaverträglichkeitstests in den Jahren 2017 und 2020 zeigt, dass dem Thema der Klimawirkungen vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt wird. Der Bundesrat hat die Verwaltung beauftragt, in den Bereichen Transparenz, treuhänderische Pflichten und Risiko zu prüfen, ob regulatorischer Handlungsbedarf besteht.⁶¹ Diese Themen hat er ebenfalls im Bericht «Nachhaltigkeit im Finanzsektor Schweiz – Eine Auslegeordnung und Positionierung mit Fokus auf Umweltaspekte» diskutiert.⁶² Das Staatssekretariat für internationale Finanzfragen SIF hat daher – in enger Zusammenarbeit mit dem BAFU sowie dem SECO und dem EDA – den Austausch mit der Branche sowie die internationalen Aktivitäten zum Thema intensiviert.
- *Weiterentwicklung der Ansätze:* Der Bundesrat möchte künftig auf Branchenvereinbarungen mit den Finanzmarktakteuren hinwirken.⁶³ Zudem fordert ein vom Ständerat im Herbst 2019 überwiesenes Postulat den Bundesrat auf, gestützt auf die Ergebnisse der Klimaverträglichkeitstests aufzuzeigen, wie die Schweiz ihre Finanzflüsse klimaverträglich ausrichten kann, und dazu entsprechende Massnahmen vorzuschlagen.⁶⁴ In seinen Antworten auf diverse parlamentarische Vorstösse hat der Bundesrat bereits in der Vergangenheit betont, dass er die Klimawirkung der eigenverantwortlichen Anstrengungen regelmässig überprüft und gestützt darauf evaluiert, ob allenfalls weitergehende Schritte angezeigt sind.

Die Europäische Union hat bereits 2018 einen umfassenden Aktionsplan zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums lanciert und in diesem Zusammenhang verschiedene Regulierungen verabschiedet.⁶⁵ Eine erneuerte Strategie 2020 will sowohl die Risiken als auch die Wirkungsseite zusätzlich stärken und vermehrt private Mittel für den «Europäischen Green Deal» mobilisieren.⁶⁶ Weil viele Schweizer Finanzmarktakteure in der EU Finanzprodukte vertreiben, sind die EU-Regeln auch für die Schweiz besonders relevant.

Die Investitionen und Finanzanlagen, Kredit- und Hypothekenvorgaben, Beratungen und Produktangebote der Schweizer Finanzmarktakteure sollen den Übergang zu einer klimaverträglichen nationalen

⁶⁰ 2° Investing Initiative / Wüest Partner (2020).

⁶¹ Medienmitteilung des Bundesrats vom 6.12.2019, abrufbar unter <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-77424.html>

⁶² Bundesrat (2020).

⁶³ Medienmitteilung des Bundesrats vom 26.6.2019, abrufbar unter <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-75599.html>.

⁶⁴ 19.3966 Postulat UREK-S: Klimaverträgliche Ausrichtung und Verstärkung der Transparenz der Finanzmittelflüsse in Umsetzung des Übereinkommens von Paris.

⁶⁵ Europäische Kommission (2018).

⁶⁶ Siehe https://ec.europa.eu/info/consultations/finance-2020-sustainable-finance-strategy_en

und globalen Wirtschaft unterstützen und bis 2050 insgesamt zum Netto-Null-Ziel der realwirtschaftlichen Sektoren sowie der Anpassung an den Klimawandel beitragen. Dies bedingt, dass neue Investitionen in fossile Energieträger sowie deren Finanzierung mittelfristig vermieden werden. Der Finanzmarkt kann zudem eine wichtige Rolle bei der Verbreitung alternativer Technologien und erneuerbarer Energien spielen und auf eine möglichst rasche und zielkonforme Absenkung der Emissionen seiner Immobilienportfolien hinwirken.

Je transparenter, systematischer und vergleichbarer Finanzmarktakteure ihre Kundinnen und Versicherten bezüglich der Klimawirkungen ihrer Produkte und Unternehmensstrategien aufklären, desto besser können diese ihre Vermögen gemäss ihren Nachhaltigkeitspräferenzen verwalten lassen. Voraussetzungen dafür, dass Finanzberatende und Vermögensverwaltende proaktiv und flächendeckend vergleichbare Informationen zu Klimawirkungen offenlegen, sind eine fundierte und diesbezüglich breite Aus- und Weiterbildung sowie die Weiterentwicklung der bereits vorhandenen Informationen zur Klimawirkungen von Finanzflüssen. Bestrebungen, sich ohne hinreichende Grundlagen ein umweltfreundliches Image zu verleihen (das sogenannte «*Greenwashing*»), kann mit verlässlichen Indikatoren und Standards begegnet werden. Heute gibt es noch keine einheitliche Definition, wann ein Finanzprodukt als klimaverträglich bzw. –unverträglich gilt. Der Bund bietet jedoch regelmässig kostenlose, vergleichbare und zielorientierte Klimaverträglichkeitstests an. Dieses Hilfsmittel wird stetig erweitert und international koordiniert.⁶⁷ Eine weiterhin möglichst repräsentative Teilnahme an diesen Tests ermöglicht, Fortschritte oder Lücken aufzuzeigen. Ein solches Monitoring oder auch Mindestanforderungen, Vorgaben und Standards können die Markttransparenz unterstützen und helfen, «*Greenwashing*» zu vermeiden. Die Schweiz orientiert sich dabei an internationalen Standards und Entwicklungen.

Eine Herausforderung bei klimaverträglichen Investitionen sind die unterschiedlichen Zeithorizonte. Während heute die Anlage- und Aufsichtsentscheide sowie finanzielle Anreizsysteme auf die kurze Frist (Monate bis wenige Jahre) ausgerichtet sind, braucht es für die Berücksichtigung von Klimarisiken und -wirkungen eine längerfristige Betrachtung. Einige europäische Aufsichtsbehörden diskutieren daher, inwieweit dies korrigiert und die Klimarisiken über Steuern oder Eigenmittel- beziehungsweise Solvenz-anforderungen besser abgedeckt werden könnten. Eine Möglichkeit wären finanzielle Anreize für klimaverträglichere Investitions- und Finanzierungsentscheide. Entsprechend ausgerichtete, klimagerechte Preissignale aus der globalen Realwirtschaft – also CO₂-Preise, welche die externen Kosten des Klimawandels internalisieren – vereinfachen die Anstrengungen des Finanzmarkts.

Die EU prüft, wie oben erwähnt, vermehrt auch regulatorische Ansätze, die über rein freiwillige Massnahmen hinausgehen. Damit möchte sie gesamten Finanzmarkt auf Zielkurs bringen. Der Bund begrüsst die derzeitigen eigenverantwortlichen Initiativen verschiedener Branchenvereinigungen und verfolgt weiterhin regelmässig die Fortschritte. Er wird zudem die bereits angestossenen Grundlagenarbeiten, insbesondere die Klimaverträglichkeitstests, weiterführen und die Auswirkungen der neuen Bestimmungen im totalrevidierten CO₂-Gesetz zur Überprüfung der klimabedingten finanziellen Risiken beobachten. In Abhängigkeit von den erzielten Fortschritten bis 2030 werden möglicherweise auch in der Schweiz neue, deutlich wirksamere Ansätze nötig sein, beispielsweise im regulatorischen Umfeld sowie bei der Aus- und Weiterbildung. Dabei kann auf Forschungsergebnisse zur Wirksamkeit von Massnahmen sowie die Erfahrung besonders fortschrittlicher Vertreter auf Instituts- und auf Branchenebene abgestützt werden.

8.7 Sektor Abfall

Der Abfallsektor (Bereich 5 des Treibhausgasinventars) umfasst die nicht-energetische Abfallbehandlung in Deponien und Abwasserreinigungsanlagen sowie durch biologische Verwertung. Die thermische Verwertung von Abfällen in Kehrrichtverwertungs- und Sondermüllverbrennungsanlagen ist der Energieumwandlung und damit dem Sektor Industrie (siehe Kapitel 8.2) zugeordnet. Wie Abbildung 23 zeigt, sind vor allem die Emissionen aus den Deponien sowie aus der Abwasserreinigung relevant. Erstere sind seit 1990 deutlich gesunken, was letztlich auch zu einem Rückgang der Emissionen des gesamten Sektors geführt hat. Die Emissionen aus der Abwasserreinigung nahmen seit 1990 leicht zu, unter anderem aufgrund des Bevölkerungswachstums. Die absolute Höhe dieser Emissionen ist jedoch mit gewissen Unsicherheiten verbunden. Ein Forschungsprojekt der EAWAG gibt Grund zur Annahme, dass

⁶⁷ Siehe <https://www.transitionmonitor.com>

die Emissionen aus Kläranlagen mehr als dreimal höher sein könnten, als bisher angenommen.⁶⁸ Die Beiträge der übrigen Kategorien sind nahezu vernachlässigbar. Gesamthaft betragen die Emissionen des Abfallsektors 2018 gut 670'000 Tonnen CO₂eq; damit lagen sie rund 37 Prozent unter dem Wert von 1990.

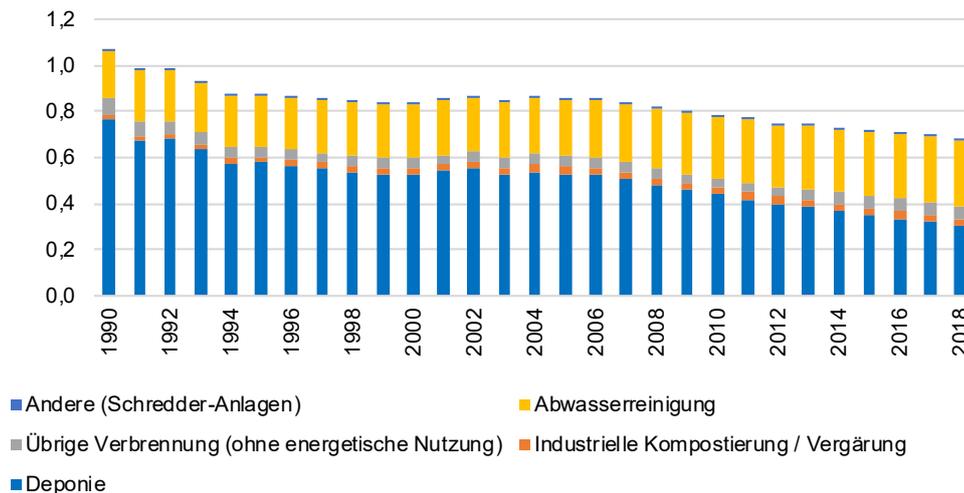


Abbildung 23: Emissionen des Sektors Abfall 1990–2018 in Mio. Tonnen CO₂eq. Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Die Deponierung brennbarer Abfälle ist in der Schweiz seit dem 1. Januar 2000 verboten; seit diesem Zeitpunkt fanden keine Einlagerungen solcher Abfälle in die Deponien mehr statt. Die künftige Entwicklung der Deponieemissionen lässt sich deshalb mit Hilfe von entsprechenden Modellen relativ einfach fortschreiben. Bis zum Jahr 2050 sinken die Emissionen gemäss diesen Perspektiven auf rund 60'000 Tonnen CO₂eq. Die technischen Reduktionsmöglichkeiten sind beschränkt und werden grösstenteils bereits umgesetzt, insbesondere über ein Programm im Rahmen der Kompensationspflicht für Treibstoffimporteure. Die Entwicklung der Emissionen aus Abwasserreinigungsanlagen folgt in der Prognose der Bevölkerungsentwicklung. Diese Annahme ist tendenziell konservativ und spiegelt die Tatsache, dass das Verständnis der Wirkungsweise der möglichen Reduktionsmassnahmen (z.B. Reduktion der Methanemissionen durch Schlammstapelabdeckung, Reduktion der Lachgasemissionen aus der biologischen Reinigung durch eine erhöhte Stickstoff-Elimination) heute noch eher gering ist. Es ist zudem möglich, dass die Zeitreihe aufgrund der genannten neuen Erkenntnisse nach oben korrigiert werden muss. Die übrigen Komponenten dürften auch längerfristig in etwa auf dem heutigen Niveau verbleiben. 2050 dürften die Gesamtemissionen des Abfallsektors noch rund 500'000 Tonnen CO₂eq betragen.

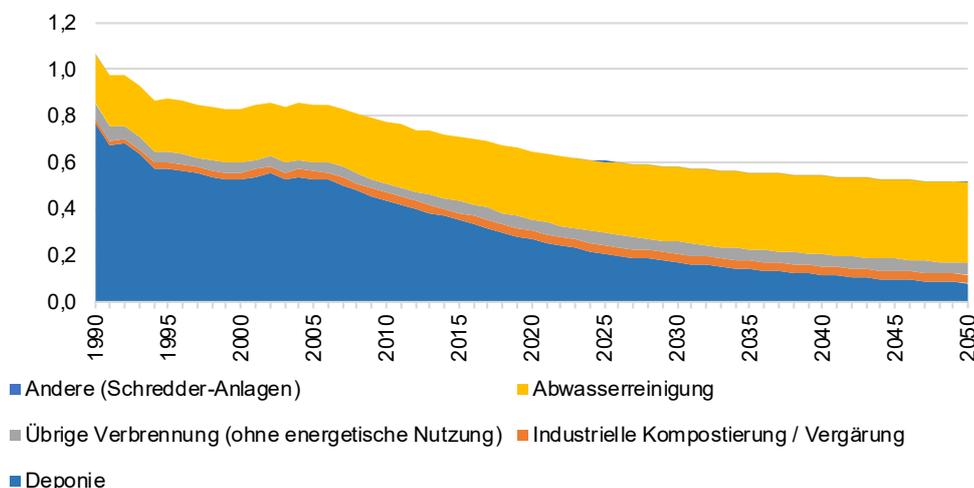


Abbildung 24: Mögliche Emissionsentwicklung im Sektor Abfall bis 2050 in Mio. Tonnen CO₂eq

⁶⁸ EAWAG (2018)

8.8 Synthetische Gase

Die synthetischen Gase (sogenannte «F-Gase», Bereich 2 des Treibhausgasinventars, ohne CO₂, CH₄, N₂O) umfassen die Emissionen von Fluorkohlenwasserstoffen («hydrofluorcarbons», HFC), perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC), Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie Stickstofftrifluorid (NF₃). HFC und PFC finden sich vor allem in Kältemitteln und in Schaumstoffen zur Wärmedämmung. SF₆ dient beispielsweise als Isoliergas in elektrischen Schaltanlagen, und NF₃ kommt bei der Herstellung von Flachbildschirmen oder Solarzellen zum Einsatz.

Die F-Gase sind in der Chemikalien-Risiko-Reduktionsverordnung als in der Luft stabile Stoffe erfasst. Ihr Gebrauch ist dort auf solche Verwendungen beschränkt, für welche heute noch keine Alternativen bestehen, und soll künftig weiter eingeschränkt werden. Die HFC sind Gegenstand eines internationalen Abkommens, auf das sich die internationale Staatengemeinschaft an der 28. Vertragsparteienkonferenz zum Montreal-Protokoll in Kigali 2016 verständigt hat. Es sieht den schrittweisen, weitgehenden Verzicht auf die Anwendung dieser Stoffe vor («Kigali-Amendment»). Die Schweiz hat das Kigali-Amendment im November 2018 ratifiziert und setzt dessen Vorgaben um. Darüber hinaus kann die Schweiz weitergehende Massnahmen vorsehen, sofern alternative Technologien verfügbar sind.

Zusätzlich zu den gesetzlichen Anforderungen tragen auch Kompensationsprogramme dazu bei, die kältemittelbasierten Emissionen zu senken. Im Bereich industrieller und gewerblicher Anwendungen reduzieren diese Programme die Anzahl derjenigen stationären Kälteanlagen, die mit besonders klimaschädigenden Kältemitteln betrieben werden. Diese Reduktion erfolgt je nach Situation durch eine von drei Massnahmen. Erstens fördern diese Programme den Ersatz von noch funktionstüchtigen, mit HFCKW- oder HFKW-Kältemitteln betriebenen Anlagen durch Anlagen, die mit natürlichen Kältemitteln betrieben werden («vorzeitiger Ersatz»).⁶⁹ Zweitens haben sie zum Ziel, in bestehenden Kälteanlagen besonders klimaschädliche HFKW-Kältemittel durch weniger schädliche, synthetische Kältemittel zu ersetzen («Drop-in»). Drittens unterstützen sie den Neubau von kleinen gewerblichen Kälteanlagen, die mit natürlichem Kältemittel anstelle von HFKW betrieben werden können.

Für SF₆ besteht in der Schweiz zwischen dem BAFU und den Betreibern von elektrischen Schaltgeräten und -anlagen sowie von Teilchenbeschleunigern eine Branchenvereinbarung, worin Reduktionsziele für die Emissionen von SF₆ festgelegt werden. Die Szenarien gehen deshalb davon aus, dass die Emissionen von F-Gasen langfristig absinken. 2050 sollten damit nicht mehr als etwa 0,3 Mio. Tonnen CO₂eq verbleiben.

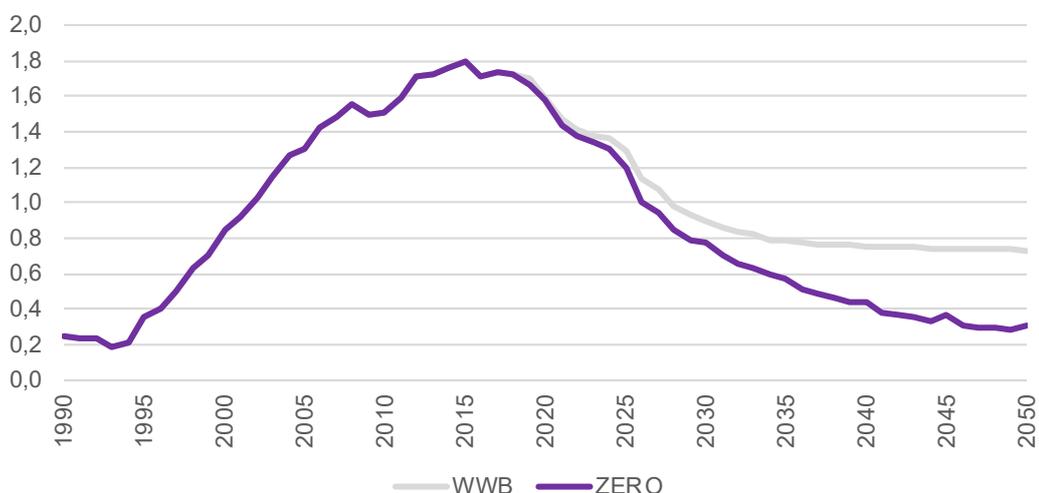


Abbildung 25: Mögliche Entwicklung der Emissionen aus der Anwendung von F-Gasen in Mio. Tonnen CO₂eq

8.9 Negativemissionstechnologien

Für den Zeithorizont 2050 verfolgt die Schweiz bei den Negativemissionstechnologien (NET) als Beitrag zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels für Treibhausgase die folgende Zielsetzung:

⁶⁹ HFCKW: Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe; HFKW: Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe.

Zielsetzung 2050: Die im Jahr 2050 weiterhin anfallenden, technisch schwer vermeidbaren Treibhausgasemissionen der Schweiz werden mit biologischen und technischen Senken vollständig ausgeglichen, indem CO₂ dauerhaft, sicher und nachhaltig aus der Atmosphäre entfernt und gespeichert wird (negative Emissionen).

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null setzt den Einsatz von Negativemissionstechnologien (NET) voraus.⁷⁰ NET entziehen der Atmosphäre mit biologischen oder technischen Ansätzen CO₂ und speichern es dauerhaft. NET müssen im Jahr 2050 die verbleibenden Emissionen ausgleichen, die sich mit Massnahmen zu deren Vermeidung und Verringerung nicht eliminieren lassen. Sie müssen also der Atmosphäre mindestens so viele Tonnen an CO₂eq entziehen, wie an Restemissionen noch ausgestossen werden. Nur dann erreichen die Emissionen tatsächlich Netto-Null.

Der Bundesrat hat sich in seinem Antwortbericht vom 2. September 2020 zu einem Postulat zur möglichen Rolle von NET in der Schweizer Klimapolitik geäussert.⁷¹ Er stützt sich dabei stark auf einen Grundlagenbericht der Stiftung Risiko-Dialog und betont, dass NET kein Ersatz sind für die prioritäre und umfassende Reduktion der Treibhausgasemissionen.⁷² In den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie sind bereits heute emissionsfreie Alternativen verfügbar. Die Potenziale zur Emissionsreduktion sind daher bis 2050 in diesen Sektoren möglichst vollständig zu nutzen, so dass sie weitestgehend ohne Treibhausgasemissionen auskommen. Auch die übrigen, nicht energiebedingten Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft, im Abfallsektor sowie aus der Zementproduktion und aus der Anwendung von Lösungs- und Kältemitteln sollten soweit wie möglich gesenkt werden.

NET sind als komplementäres Element zur Emissionsminderung zu verstehen. Sie sind aufgrund der begrenzten inländischen Speicherpotenziale, des teilweise über weite Strecken nötigen Transports von abgedichtetem CO₂, der aktuell hohen Kosten, der möglichen Risiken, der ungewissen Akzeptanz in der Bevölkerung und der Unsicherheiten über die weitere technologische Entwicklung ausschliesslich für die schwer vermeidbaren Emissionen vorzusehen. Damit sie diese Rolle mittel- bis langfristig wahrnehmen können, sind rechtzeitig entsprechende Rahmenbedingungen nötig; sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene. Zudem sind Forschung, Entwicklung und Umsetzung aller möglichen Ansätze rasch voranzutreiben.

NET ist ein Sammelbegriff für verschiedene Ansätze, die alle die Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre sowie dessen dauerhafte Speicherung zum Ziel haben. Sie lassen sich grob in natürliche und technische Ansätze unterteilen. Bei den natürlichen Ansätzen erfolgt die CO₂-Entnahme durch Photosynthese. Die Speicherung erfolgt dabei entweder direkt in der Biomasse bzw. im Boden, im Meer oder – im Falle der Kombination mit *Carbon Capture and Storage* CCS – im geologischen Untergrund («*Bioenergy Carbon Capture and Storage BECCS*»). Die technischen Ansätze basieren auf chemischen Verfahren. So lässt sich mittels Luftfiltrierung direkt CO₂ aus der Umgebungsluft abscheiden, und das abgedichtete CO₂ kann anschliessend ebenfalls im Untergrund gespeichert werden («*Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS*»). Auch Mineralien können CO₂ aus der Luft entziehen und dauerhaft chemisch speichern («beschleunigte Verwitterung»). Abbildung 26 zeigt die Ansätze in einer Übersicht.

⁷⁰ In der internationalen Klimapolitik setzt sich der Begriff «Carbon Dioxide Removal CDR» anstelle von «Negative Emissions Technologies» oder kurz NET immer mehr durch. Die beiden Begriffe sind gleichwertig und können synonym verwendet werden.

⁷¹ Bundesrat (2020).

⁷² Stiftung Risiko-Dialog (2019).

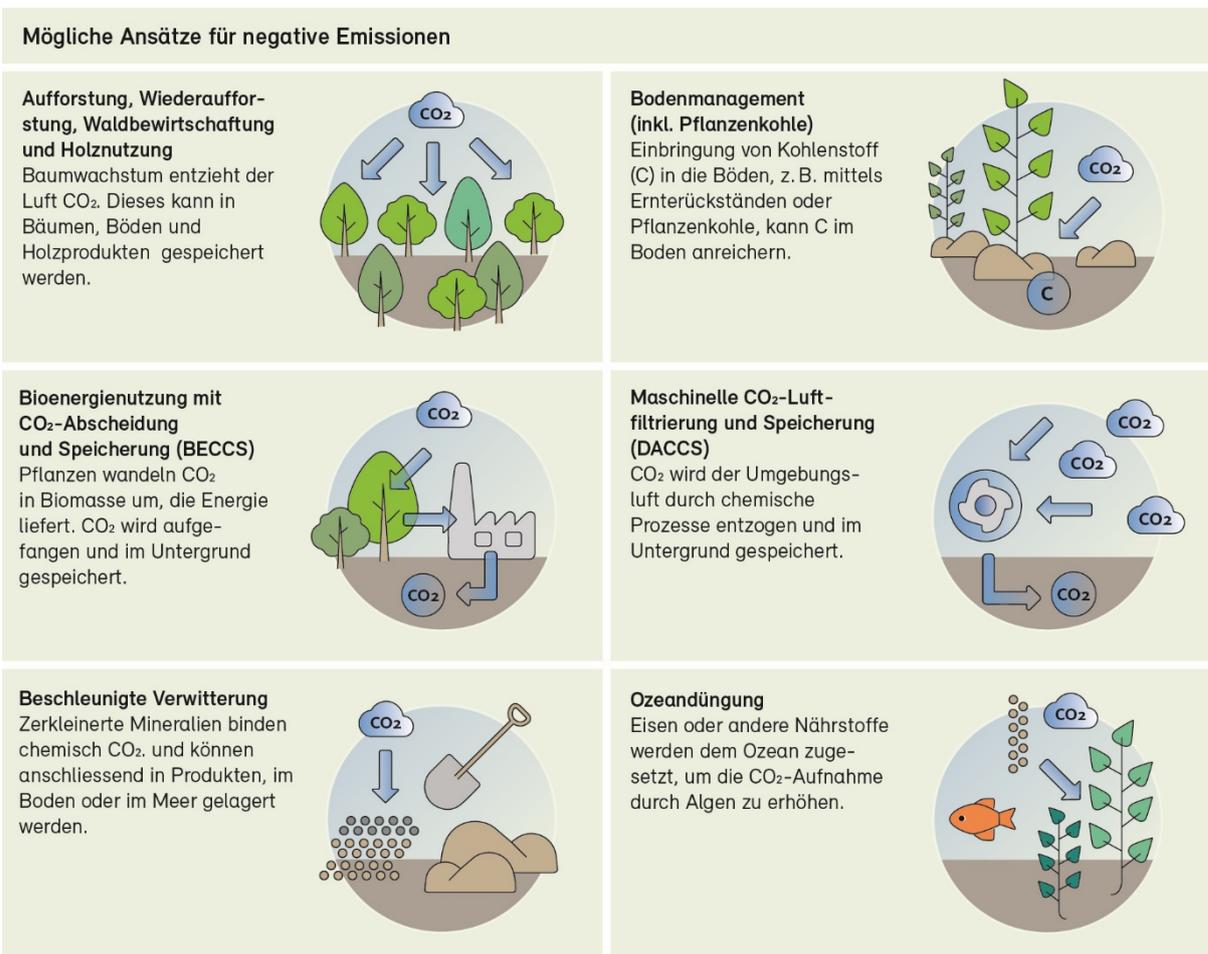


Abbildung 26: Ansätze für negative Emissionen. Quelle: BAFU-Darstellung gestützt auf Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change MCC.

Eine zentrale Voraussetzung für alle NET ist die möglichst dauerhafte Speicherung des abgeschiedenen CO₂ über mehrere Jahrzehnte, besser Jahrhunderte. Bei der Speicherung im geologischen Untergrund ist diese Voraussetzung gegeben. Hier kann von einer sicheren Speicherung von mindestens mehreren Tausend Jahren ausgegangen werden. Die natürlichen Ansätze benötigen für die dauerhafte Speicherung eine kontinuierliche, zielgerichtete Bewirtschaftung. Selbst dann besteht aber insbesondere bei der Speicherung in Biomasse das Risiko, dass das eingefangene CO₂ wieder freigesetzt wird. Dies wäre beispielsweise bei grossflächigen Waldbränden der Fall. Zudem können die Potenziale natürlicher Ansätze je nach Verfahren innerhalb weniger Jahrzehnte ausgeschöpft sein, wenn die natürlichen Speicher eine Sättigung erreichen.

Die möglichen Potenziale der einzelnen Ansätze für eine Anwendung in der Schweiz sowie die damit verbundenen Kosten und Risiken sind heute erst teilweise bekannt und Gegenstand laufender Forschungsarbeiten. Die (Wieder-)Aufforstung dürfte angesichts der nur eingeschränkt verfügbaren Flächen ersten Erkenntnissen zufolge eine untergeordnete Rolle spielen. Durch gezielte Waldbewirtschaftung kann der Schweizer Wald weiterhin als CO₂-Senke fungieren. Eine langlebige Holznutzung, beispielsweise in Gebäuden, mit anschliessender energetischer Nutzung könnte CO₂ zeitweise speichern und zusätzlich CO₂-intensive Baustoffe (wie Zement) und Energieträger ersetzen. Ansätze aus dem Bereich der Bodenbewirtschaftung sowie die Einlagerung von Pflanzenkohle bieten je nach Verfahren mögliche Potenziale, die nachhaltig genutzt werden könnten. Gleiches gilt für die Bioenergienutzung mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS). Hier können insbesondere die Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) eine Rolle spielen, weil ein beträchtlicher Anteil (heute rund 50 Prozent) des bei der Verbrennung von Abfällen ausgestossenen CO₂ biogenen Ursprungs ist. Limitierend bei diesem Ansatz und auch bei der maschinellen CO₂-Luftfiltrierung und Speicherung (DACCS) ist unter anderem das geologische Speicherpotenzial in der Schweiz. Dazu bestehen heute erst grobe Abschätzungen, da bisher der Untergrund zu diesem Zweck nicht erkundet wurde. Es kann davon ausgegangen werden,

dass zumindest für mehrere Jahrzehnte Kapazitäten zur Verfügung stünden, sofern sich solche geologischen CO₂-Speicherstätten erfolgreich erschliessen lassen. Die Schweiz dürfte aber voraussichtlich auch auf den Zugang zu ausländischen Lagerstätten angewiesen sein.

Der Einsatz von NET hat Auswirkungen auf weitere Umwelt- und Politikbereiche, beispielsweise auf die Bodennutzung, die Raumplanung oder den Energieverbrauch. Die Nutzung hat daher im Einklang mit diesen Bereichen zu erfolgen. Sie sollte sich an anerkannten Nachhaltigkeitskriterien orientieren und die ökologische, wirtschaftliche und soziale Dimension in angemessener Weise berücksichtigen.

Die Kapitel zu den einzelnen Sektoren haben gezeigt, in welchem Umfang sich die Treibhausgasemissionen bis 2050 jeweils reduzieren lassen. Technisch schwer bzw. nicht vermeidbare Restemissionen verbleiben vor allem in der Industrie (Zementproduktion, Kehrlichtverbrennung, chemische Industrie), in der Landwirtschaft sowie in geringem Umfang in den Sektoren Haushalte, Dienstleistungen, Verkehr, Abfall, synthetische Gase und Andere. Abbildung 27 zeigt den Verlauf der Treibhausgasemissionen bis 2050 nach Sektoren. Im Jahr 2050 verbleiben somit rund 11,8 Mio. Tonnen CO₂eq.

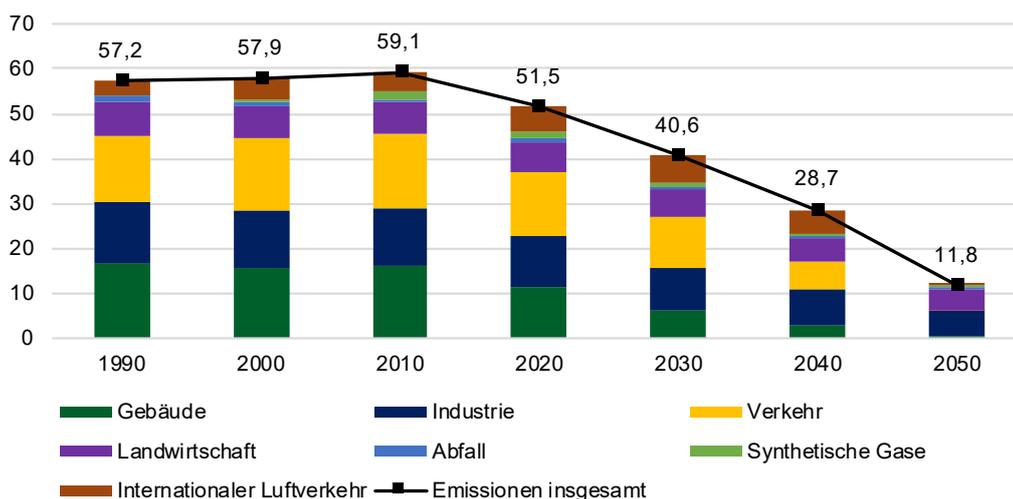


Abbildung 27: Emissionsentwicklung bis 2050 nach Sektoren in Mio. Tonnen CO₂eq gemäss Szenario ZERO Basis EP 2050+, inklusive internationaler Luftverkehr. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

Um diese Restemissionen ebenfalls zu eliminieren und längerfristig negative Emissionen zu erzeugen, ist der Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ (Carbon Capture and Storage, CCS) sowie NET nötig. Folgende Grössenordnungen sind dabei denkbar:

- Die verbleibenden Emissionen aus der Zementproduktion (2050 rund 2,4 Mio. Tonnen CO₂eq) liessen sich mit CCS zu grossen Teilen verringern.⁷³ Auch in einigen anderen industriellen Sektoren, insbesondere in der Chemie- und Pharmabranche, kann CCS einen Beitrag leisten.
- Aus der Kehrlichtverbrennung dürften 2050 rund 4 Mio. Tonnen CO₂eq an Restemissionen verbleiben. Auch bei Kehrlichtverwertungsanlagen (KVA) bietet sich der Einsatz von CCS an. Da ein Teil des verbrannten Abfalls biogenen Ursprungs ist, lassen sich mit dem biogenen Anteil negative Emissionen erzeugen. Heute beträgt der biogene Anteil rund 50 Prozent. Längerfristig dürfte er etwas zurückgehen, weil Biomasse vermehrt auch für andere Anwendungen interessant wird. Die EP2050+ gehen davon aus, dass 2050 rund 1,3 Mio. Tonnen CO₂eq (oder gut 37 Prozent) biogenen Ursprungs sein werden. Die restlichen 2,6 Mio. Tonnen CO₂eq sind fossil. Für die gesamthaft abgeschiedenen Emissionen von rund 3,6 Mio. Tonnen CO₂eq (bei einer Abscheiderate von 90 Prozent) sind wiederum Speicherkapazitäten erforderlich.
- Die Emissionen des internationalen Luftverkehrs sind schwierig zu prognostizieren. Die EP2050+ gehen davon aus, dass bis 2050 eine vollständige Umstellung auf synthetische Treibstoffe technisch und wirtschaftlich möglich ist. Damit lägen die CO₂-Emissionen 2050 nahezu bei null. Ange-

⁷³ Es wird eine Abscheiderate von rund 90 Prozent angenommen. Damit verbleiben rund 0.2 Mio. Tonnen aus der Zementproduktion.

sichts der begrenzten Potenziale und der nicht gesicherten Wirtschaftlichkeit synthetischer Treibstoffe ist diese Prognose aus heutiger Sicht als optimistisch zu beurteilen, dient aber nachfolgend dennoch als Grundlage. Sollten 2050 noch Restemissionen verbleiben, so würde sich der Bedarf an NET entsprechend erhöhen. Gleiches gälte auch für die übrigen Klimawirkungen, wenn diese in das Netto-Null-Ziel einbezogen würden.

- Die verbleibenden Emissionen von knapp 7 Mio. Tonnen CO₂, die grösstenteils bei der Landwirtschaft anfallen, sind für die Einhaltung des Netto-Null-Ziels auszugleichen. Dafür kommen verschiedene Optionen in Frage. Rund 1,3 Mio. Tonnen CO₂eq könnten durch den biogenen Anteil der verbrannten Abfälle gedeckt werden. Weitere Potenziale bestehen bei der Bodenbewirtschaftung, der Holznutzung, der Ausbringung von Pflanzenkohle sowie allenfalls auch in den Bereichen DACCS, BECCS und bei der beschleunigten Verwitterung von Mineralien (Zement). Diese Schätzungen sind jedoch mit grosser Vorsicht zu betrachten. Die Potenziale für DACCS und BECCS in der Schweiz sind noch unsicher. Limitierende Faktoren sind der hohe Energieaufwand, mögliche Nutzungskonflikte bei der Biomasse, die heute noch hohen Kosten sowie die begrenzten Speicherkapazitäten.
- Es ist unsicher, ob die inländischen Potenziale ausreichen werden, um den Bedarf an negativen Emissionen vollständig zu decken. Die Schweiz wird voraussichtlich auch auf negative Emissionen im Ausland zurückgreifen müssen.

Emissionsquelle	Emissionen 2050	Vermeidung CCS	Bedarf NET
Zementproduktion	2,4	2,2	0,2
Kehrichtverbrennung (fossiler Anteil)	2,6	2,3	0,3
Weitere Industriesektoren	1,2	0,6	0,6
Landwirtschaft	4,6 (4,1-5,0)		4,6
Synthetische Gase	0,3		0,3
Abfall (Deponien)	0,5		0,5
Verkehr	0,0		0,0
Gebäude	0,4		0,4
Andere	0,01		0,01
Total	11,8	5,1	6,8
Negativemissionen KVA			-1,3
Weitere NET (bspw. Pflanzenkohle, Abscheidung Pyrolyseabgase, BECCS, DACCS, Ausland)			-5,5
Zielwert 2050			0,0

Tabelle 2: Mögliche Restemissionen 2050 und Ansätze zu deren Vermeidung bzw. Kompensation gemäss Szenario ZERO Basis EP 2050+ (Werte in Mio. Tonnen CO₂eq). Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Tabelle 2 zeigt die verbleibenden Emissionen im Jahr 2050 sowie die möglichen Ansätze zu deren Vermeidung beziehungsweise Entfernung mittels NET. Für CO₂-Emissionen, die direkt an einer Emissionsquelle (Zementfabrik, KVA o.Ä.) oder direkt aus der Luft abgeschieden werden, sind geologische Speicherkapazitäten notwendig. Die klimaneutrale Wiederverwertung des CO₂ («Recycling») ist auf dem Weg in Richtung des Netto-Null-Ziels je nach Anwendungsfall durchaus sinnvoll, wenn das CO₂ aus biogenen Quellen oder direkt aus der Luft stammt. Langfristig ist aber nur die dauerhafte Entfernung aus der Atmosphäre mit dem Netto-Null-Ziel kompatibel. Wie gross die Potenziale in der Schweiz für geologische CO₂-Speicher sind, ist heute noch nicht abschliessend bekannt. Eine Studie aus dem Jahr 2010 schätzte das theoretische geologische Speicherpotenzial auf gesamthaft rund 2,7 Mia. Tonnen CO₂.⁷⁴ Dies entspricht knapp 60-mal den heutigen jährlichen Treibhausgasemissionen der Schweiz.

⁷⁴ Chevalier / Diamond / Leu (2010).

Benötigt würden 2050 jährliche Speicherkapazitäten von mindestens 5 Mio. Tonnen CO₂; wenn auch CCS bei der Produktion von Pflanzenkohle und/oder DACCS zum Einsatz kommen, noch mehr. Die heute bestehenden grossen Unsicherheiten bezüglich Grösse und Lokalisierung des geologischen Speicherpotenzials können nur mit Prospektions- und Explorationsstrategien reduziert werden. Von derartigen Strategien würde auch die Wärmeversorgung mittels Geothermie profitieren. Auch die Geothermie ist dringend auf bessere Kenntnisse des geologischen Untergrundes angewiesen.⁷⁵

Sollte die Schweiz bei der Einlagerung von CO₂ auch auf entsprechende Kapazitäten im Ausland angewiesen sein, so stehen die Chancen gut, dass solche dereinst auch zur Verfügung stehen. In Frage kommt insbesondere die Nordsee, wo bereits konkrete Projekte für die geologische CO₂-Speicherung im Gang sind. Eine Herausforderung wäre der Transport des abgeschiedenen CO₂. Dieses müsste einerseits kostengünstig und andererseits möglichst ohne zusätzliche Emissionen erfolgen. Denkbar wäre ein Transport über die Schiene oder, als deutlich effizientere Option, die Errichtung eines möglichst europaweiten Transportnetzwerks zu den Lagerstätten, bspw. via CO₂-Pipelines. Dies würde eine gesamteuropäische Zusammenarbeit voraussetzen. Erste, allerdings noch wenig konkrete Überlegungen dazu bestehen bereits, auch von betroffenen Akteuren in der Schweiz.⁷⁶ DACCS könnte für die Schweiz teilweise oder ausschliesslich direkt an geologisch geeigneten Stellen im Ausland umgesetzt werden. Die Transportkosten würden in diesem Fall entfallen, und die verfügbaren Speicherkapazitäten im Inland stünden den einheimischen Punktquellen (Zementwerke, KVA oder andre Grossanlagen) zur Verfügung.

Von grosser Bedeutung ist, dass die Kapazitäten für CCS und NET in den nächsten Jahren entwickelt und sukzessive erhöht werden. Die EP2050+ gehen davon aus, dass ab 2035 in KVA erste Abscheidungen von CO₂ möglich sind (siehe Abbildung 28). Diese Mengen nehmen nach 2040 rasch zu.

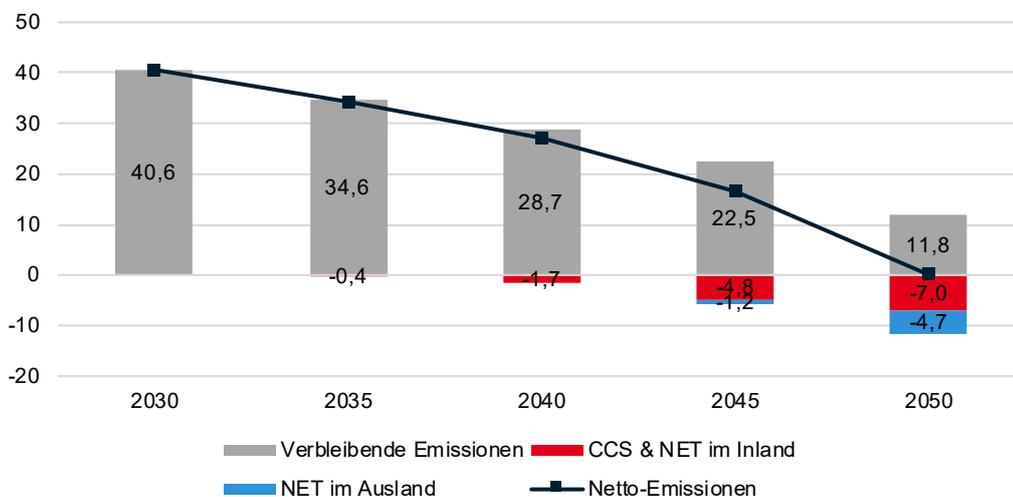


Abbildung 28: Entwicklung der Restemissionen sowie der Beiträge von NET und CCS im In- und Ausland (Werte in Mio. Tonnen CO₂eq) gemäss Szenario ZERO Basis EP2050+, inklusive internationaler Luftverkehr. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

9 Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen bis 2050

Die Schweiz möchte ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf das Niveau von Netto-Null verringern. Sie verfügt über das technische Potenzial, dieses Ziel zu erreichen. Es sind aber alle Akteure gefordert, ihren Beitrag rasch und möglichst vollständig zu leisten. Wichtigste Voraussetzung für die Zielerreichung ist die Reduktion aller vermeidbaren Emissionen im Inland. Dafür braucht es neben Ansätzen zum Ersatz fossiler Energieträger und zur Verbesserung der Energieeffizienz auch CCS-Verfahren. Die verbleibenden, mit technischen Massnahmen nicht vermeidbaren Emissionen sind mit Negativemissionstechnologien auszugleichen.

Die möglichst vollständige Reduktion der vermeidbaren Treibhausgasemissionen auf der einen und die Entwicklung und Bereitstellung der notwendigen technischen und natürlichen Senkenleistungen auf der

⁷⁵ Die Motion 20.4063 möchte den Bundesrat beauftragen, ein Programm zur schweizweiten Erkundung des Untergrundes vorzulegen. Der Bundesrat empfiehlt die Motion zur Annahme.

⁷⁶ Der Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen hat das Projekt «Carbon Hub» entwickelt, das die Idee eines europaweiten Pipelinenetzwerks ebenfalls ins Zentrum stellt.

anderen Seite sind zwei unterschiedliche Herausforderungen. Sie bedingen den Einbezug verschiedener Akteure und den Einsatz zielgerichteter regulatorischer Anreize. Es ist daher sinnvoll, die notwendige Entwicklung zum Erreichen des Netto-Null-Ziels mit zwei Zielgrössen anzupfeilen: Mit einem Absenkpfad für die Treibhausgasemissionen sowie einem Zielwert (bzw. einen Aufbaupfad) für die negativen Emissionen (allenfalls unter Einbezug der Beiträge von CCS). Diese getrennte Betrachtung ist notwendig, damit beide Herausforderungen den notwendigen Stellenwert erhalten. Sie ermöglicht es zudem, konkrete Ziele festzulegen für die langfristige Reduktion der Treibhausgasemissionen im Inland und für die erforderlichen Senkenleistungen.

Das totalrevidierte CO₂-Gesetz deckt den Zeitraum bis zum Jahr 2030 ab. Die inländischen Treibhausgasemissionen sollen bis zu diesem Zeitpunkt um mindestens 37,5 Prozent sinken. Bis zum Jahr 2050 ist unter Ausschluss der Beiträge durch CCS eine Verringerung auf rund 11,8 Mio. Tonnen CO₂eq möglich.

Abbildung 29 zeigt den resultierenden Absenkpfad. Bis 2030 ist eine durchschnittliche jährliche Reduktion um gut 1 Mio. Tonnen CO₂eq nötig, damit die Zielsetzung von minus 37,5 Prozent gegenüber 1990 erreicht wird. Danach sollten die Emissionen mit einer stärkeren Rate von rund 1,2 Mio. Tonnen CO₂eq sinken. Abbildung 29 verdeutlicht zudem den Unterschied zum Szenario WWB. Ohne weitergehende Anstrengungen würden die Treibhausgasemissionen gemäss diesem Szenario im Jahr 2050 immer noch gut 30 Mio. Tonnen CO₂eq betragen.

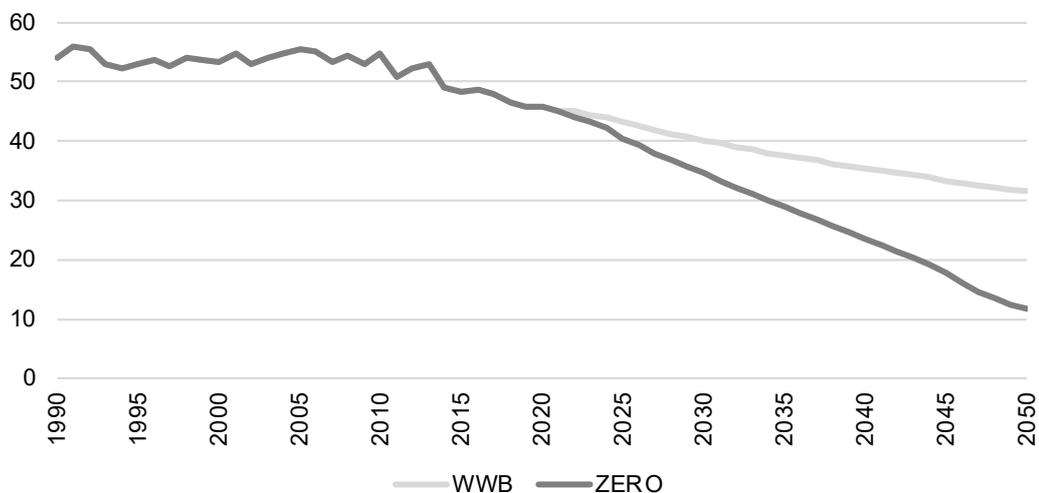


Abbildung 29: Absenkpfade Treibhausgasemissionen bis 2050 in den Szenarien WWB und ZERO Basis (in Mt CO₂eq) gemäss EP2050+, jeweils ohne CCS und NET, ohne internationalen Luftverkehr. Quelle: THGI BAFU & eigene Darstellung basierend auf Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

Im Vergleich zum bis 2030 vorgesehenen Absenkpfad sollte die Ambition also nach 2030 weiter erhöht werden, damit die Emissionen weiter sinken. Die bis 2030 vorgesehenen Massnahmen bringen die Emissionen auf Zielkurs, wenn sie konsequent umgesetzt werden. Zudem sind die notwendigen Kapazitäten für CCS und für NET aufzubauen, damit diese längerfristig die verbleibenden Emissionen ausgleichen können.⁷⁷

Aus den obigen Angaben ergeben sich die folgenden Werte für die Jahre 2040 und 2050. Diese Werte können eine Grundlage für die spätere Festlegung von verbindlichen Zielwerten sein.

	1990	2018	2040	2050
Treibhausgasemissionen exkl. Beitrag CCS (in Klammer: Abnahme ggü. 1990)	57,2	51,8 (-10%)	28,7 (-50%)	11,8 (-79%)
Treibhausgasemissionen inkl. Beitrag CCS (in Klammer: Abnahme ggü. 1990)	57,2	51,8 (-10%)	27,3 (-52%)	6,7 (-88%)

⁷⁷ IPCC (2018).

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen in den Jahren 2040 und 2050, inklusive internationaler Luftverkehr (in Mt CO₂eq). Quelle: EP 2050+ Szenario ZERO Basis, Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

Die verbleibenden Emissionen im Jahr 2050 sind durch CCS bzw. durch NET auszugleichen. Im Jahr 2050 könnte CCS einen Reduktionsbeitrag von rund 5 Mio. Tonnen CO₂eq leisten. Damit wären negative Emissionen im Umfang von 6,8 Mio. Tonnen CO₂eq erforderlich. Aus diesen Werten liessen sich wiederum entsprechende Zielsetzungen für NET oder für NET plus CCS ableiten.

Aufgeteilt nach Sektoren ergeben sich für die Jahre 2040 und 2050 folgende Werte:

	1990	2018	2040	2050
Gebäude	16,7	11,2 (-33%)	2,9 (-82%)	0,4 (-98%)
Industrie (exkl. CCS)	13,6	11,2 (-18%)	7,8 (-43%)	5,9 (-57%)
Verkehr	14,9	15,0 (+1%)	6,4 (-57%)	0,0 (-100%)
Landwirtschaft	7,7	6,6 (-14%)	5,4 (-30%)	4,6 (-40%)
Abfall	1,1	0,7 (-37%)	0,5 (-49%)	0,5 (-52%)
Synthetische Treibhausgase	0,3	1,7 (+625%)	0,4 (+80%)	0,3 (+22%)
Internationaler Luftverkehr	3,1	5,3 (+74%)	5,2 (+71%)	0,0 (-100%)
Summe (ohne CCS und NET)	57,2	51,8 (-10%)	28,7 (-49%)	11,8 (-79%)
CCS und NET im Inland			1,7 (davon CCS: 1,3)	7,0 (davon CCS: 5,0)
NET im Ausland			0,0	4,8
Summe (inkl. CCS und NET)	57,2	51,8 (-10%)	27,1 (-53%)	0,0 (-100%)

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen nach Sektoren 2040 und 2050 (in Mio. CO₂eq bzw. in Prozent ggü. 1990). Quelle: EP 2050+ Szenario ZERO Basis, Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

10 Kosten und Nutzen des Netto-Null-Ziels

Ziel der Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null bis 2050 ist die Vermeidung gefährlicher Störungen des Klimasystems und damit die Eindämmung der negativen Auswirkungen des Klimawandels. Zu diesen Auswirkungen gehören – neben der allgemeinen Zunahme der Durchschnittstemperatur – veränderte Niederschlagsmuster, die Zunahme von Extremereignissen (Unwetter, Stürme, Hitzeperioden), das Abschmelzen von Gletschern oder der Anstieg des Meeresspiegels. Der Nutzen der Klimapolitik besteht somit in erster Linie darin, diese Auswirkungen und die damit verbundenen Folgekosten zu reduzieren. Ein weiterer Vorteil ist die geringere Abhängigkeit von fossilen Energien, die die Schweiz vollständig aus dem Ausland importiert. Alleine in den letzten 10 Jahren flossen 80 Mia. Franken für fossile Energieträger ins Ausland. Diese Mittel könnten also im Inland investiert werden.

Dem Nutzen stehen die Investitionskosten für die Umsetzung der emissionsreduzierenden Massnahmen gegenüber. Weitere Auswirkungen auf die Wirtschaft und die Konsumentinnen und die Konsumenten entstehen durch den Strukturwandel sowie die Anpassungen der Güterpreise, der Beschäftigung und des Aussenhandels. Schliesslich sind auch die sogenannten Sekundäreffekte zu berücksichtigen. Damit sind Effekte gemeint, die nicht dem eigentlichen Ziel der Klimapolitik entsprechen und sich als Nebenprodukt der getroffenen Massnahmen ergeben. Beispiele sind die Reduktion des Ausstosses von Luftschadstoffen durch den Umstieg auf erneuerbare Energieträger und die geringere Lärmbelastung durch den Verkehr bei der Umstellung von Verbrennungs- auf Elektromotoren.

Die Massnahmen zum Verringern der Treibhausgasemissionen sind grösstenteils in den kommenden drei Jahrzehnten umzusetzen. Die Investitionen, insbesondere zum Umbau der Energieversorgung, zur Sanierung des Gebäudeparks oder zur Ablösung der fossilen Treibstoffe, fallen somit zu grossen Teilen in diesem Zeitraum an. Der Nutzen manifestiert sich hingegen erst längerfristig in vollem Umfang. Studien zeigen, dass die Kosten einer ungebremsten Klimaerwärmung bis Mitte des Jahrhunderts noch beschränkt sind, gegen Ende des Jahrhunderts (und darüber hinaus) dann aber stark zunehmen. Eine

Reduktion der Treibhausgasemissionen im Einklang mit den wissenschaftlichen Empfehlungen führt längerfristig zu deutlich tieferen Kosten. Der Nutzen einer Absenkung der Emissionen auf Netto-Null zahlt sich also längerfristig aus und übersteigt die notwendigen Investitionen deutlich.

10.1 Nutzen und eingesparte Kosten des Nicht-Handelns

Der Klimawandel verursacht unter anderem vermehrte Schäden an Infrastrukturen, höhere Gesundheitskosten, eine tiefere landwirtschaftliche Produktivität oder tiefere Erträge für besonders vom Klimawandel betroffene Wirtschaftssektoren, z.B. den Wintertourismus. Diese und weitere Auswirkungen des Klimawandels sind mit Kosten verbunden. Wie hoch diese Kosten sind, hängt von der künftigen Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen und damit der Temperaturen und anderer Klimaparameter ab. Wenn nur unzureichende oder im Extremfall gar keine Massnahmen gegen den Klimawandel ergriffen werden, nehmen die Auswirkungen und die damit verbundenen Kosten im Zeitverlauf immer stärker zu. Bei einer zu starken Erwärmung besteht die Gefahr, dass sogenannte Kipppunkte («*tipping points*») überschritten werden, die das Klimasystem dauerhaft und unumkehrbar verändern. Die Wissenschaft legt nahe, dass bereits bei einer globalen Erwärmung von mehr als 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau damit gerechnet werden muss, dass Eisschilder permanent abschmelzen oder Monsunsysteme sich dauerhaft verändern. Die Folgekosten der Überschreitung solcher Kipppunkte sind sehr hoch.

Ziel der Klimapolitik ist die Reduktion der Emissionen von klimaschädlichen Treibhausgasen und damit die Beschränkung des Klimawandels und der damit verbundenen Auswirkungen. Der Nutzen besteht also in der Vermeidung der damit verbundenen Kosten. Deren Abschätzung ist methodisch anspruchsvoll. Der Klimawandel verursacht Kosten in vielen Bereichen, die nicht zu messbaren Preisen über Märkte gehandelt werden. Dazu gehören die Auswirkungen auf die Ökosysteme, auf die Biodiversität oder ganz grundsätzlich auf die Intaktheit von Natur und Landschaften. Diese Kosten lassen sich nur schwer in Geldwerten ausdrücken und fehlen daher in den allermeisten verfügbaren Studien. Zu beachten ist zudem, dass der Nutzen für die Schweiz stark von der Entwicklung der globalen Emissionen abhängt. Die Eindämmung des Klimawandels setzt die Anstrengung aller Länder voraus. Die Schweiz trägt mit ihrem Netto-Null-Ziel zu diesen weltweiten Anstrengungen bei, kann die Folgen des Klimawandels aber nicht im Alleingang aufhalten.

Für die Schweiz liegen verschiedene Studien vor, die sich in der Regel auf einzelne Teilbereiche konzentrieren. Dazu gehören beispielsweise die Auswirkungen des Klimawandels auf Infrastrukturen, auf die Gesundheitskosten oder die wirtschaftliche Produktivität. Dazu kommen einige Arbeiten, die die Kosten des Klimawandels auf gesamtwirtschaftlicher Ebene untersuchen.⁷⁸ Die vorhandenen Studien zeigen, dass die Kosten des Nichthandelns, d.h. die Kosten bei einer ungebremsen globalen Erwärmung, für die Schweiz bereits bis 2050 einen jährlichen Betrag erreicht, der bis zu 4 BIP-Prozente ausmachen dürfte.⁷⁹ Nimmt man näherungsweise die Entwicklung des BIP gemäss EP2050+ als Grundlage, entspricht dies Kosten von rund 38 Mia. CHF. Bei den Infrastrukturen würden gemäss diesen Schätzungen ab 2050 jährliche Kosten von rund 1 Mia. Franken anfallen, im Bereich Gesundheit ab 2060 jährliche Kosten von bis zu 11 Mia. Franken. Gelingt es dank weltweiten Anstrengungen, die globale Erwärmung im Einklang mit den Zielen des Übereinkommens von Paris zu beschränken, so liegen die Kosten deutlich tiefer. In diesem Fall lägen die jährlichen Kosten 2050 bei maximal 1,5 BIP-Prozenten⁸⁰, was rund 14 Mia. Franken entspricht. Der Nutzen einer Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null betrüge somit im Jahr 2050 2,5 Prozent des BIP. Dies entspricht grob geschätzt etwa 20–30 Mia. Franken. Die heute verfügbaren Zahlen zu den Kosten des Klimawandels sind als konservative Abschätzungen zu betrachten. Dies in erster Linie deshalb, weil umfassende Kostenberechnungen, die alle Klimawirkungen berücksichtigen, fehlen. Die tatsächlichen Kosten des Klimawandels – und damit der Nutzen einer umfassenden Verminderung der Treibhausgasemissionen – dürften deutlich höher liegen.

Diese Ergebnisse decken sich mit Studien, die eine globale Perspektive einnehmen. Der viel zitierte Bericht des Ökonomen Nicholas Stern («*Stern-Report*») hält fest, dass ein ungebremsen Klimawandel über die nächsten beiden Jahrhunderte mit einer Reduktion des globalen BIP von durchschnittlich 5–

⁷⁸ Swiss Economics (2019), Vöhringer et al. (2019), EPFL (2017), Ecoplan (2007)

⁷⁹ Kahn et al. (2019). Diese Auswirkungen sind stark von den hinterlegten Annahmen und Szenarien und den berücksichtigten Auswirkungen abhängig und können sich je nach Studie stark unterscheiden.

⁸⁰ Kahn et al. (2019)

20 Prozent pro Jahr verbunden wäre. Die Kosten einer Stabilisierung der Emissionen auf einem Niveau, das zu einer Erwärmung von maximal 2 Grad Celsius führen würde, liegen lediglich bei rund 1 Prozent des jährlichen BIP.⁸¹ In einer ähnlichen Grössenordnung liegen Abschätzungen der OECD. Sie beziffert die Kosten einer ungebremsen Klimaerwärmung für 2060 auf bis zu 3,3 BIP-Prozente und für gegen Ende des Jahrhunderts auf bis zu 10 BIP-Prozente pro Jahr.⁸² Diese hohen Kosten rechtfertigen ein rasches und entschlossenes Handeln. Das zahlt sich auch wirtschaftlich aus, wie die OECD ebenfalls festhielt. Mit einer integrierten Strategie für Wachstum und Klimaschutz könnte die Wirtschaftsleistung in den G20-Ländern bis 2021 im Schnitt um ein Prozent und bis 2050 um 2,8 Prozent höher liegen, als wenn die empfohlenen Massnahmen nicht ergriffen werden. Rechnet man die Vermeidung wirtschaftlicher Schäden durch Klimaschutz ein, könnte die Wirtschaftsleistung bis 2050 um fast 5 Prozent gesteigert werden.⁸³

10.2 Notwendige Investitionen, Betriebs- und Unterhaltskosten und eingesparte Energiekosten

Der Umbau des Energiesystems bedingt Investitionen in Anlagen und Infrastrukturen sowie in emissionsreduzierende und effizienzsteigernde Massnahmen bei Gebäuden, im Verkehr und in der Industrie. Dazu kommen Kosten für den Betrieb und den Unterhalt dieser Anlagen. Gleichzeitig führt die Abkehr von fossilen Brenn- und Treibstoffen sowie zunehmende Energieeffizienz zu Einsparungen bei den Energiekosten.

Auch ohne das Ziel Netto-Null sind bis 2050 zusätzliche Investitionen ins Energiesystem notwendig, und zwar in der Höhe von 1'400 Mia. Franken. Mit dem Netto-Null-Ziel bis 2050 nimmt der Investitionsbedarf um insgesamt 109 Mia. Franken und damit um 8 Prozent zu. Dazu kommen zusätzliche Betriebskosten von total rund 14 Mia. Franken. Gleichzeitig fallen beim Erreichen des Netto-Null-Ziels Importe fossiler Energieträger weg, die Einsparungen von rund 50 Mia. Franken zur Folge haben.⁸⁴ Die kumulierten Mehrkosten über die Jahre 2020 bis 2050 betragen damit insgesamt 73 Mia. Franken.

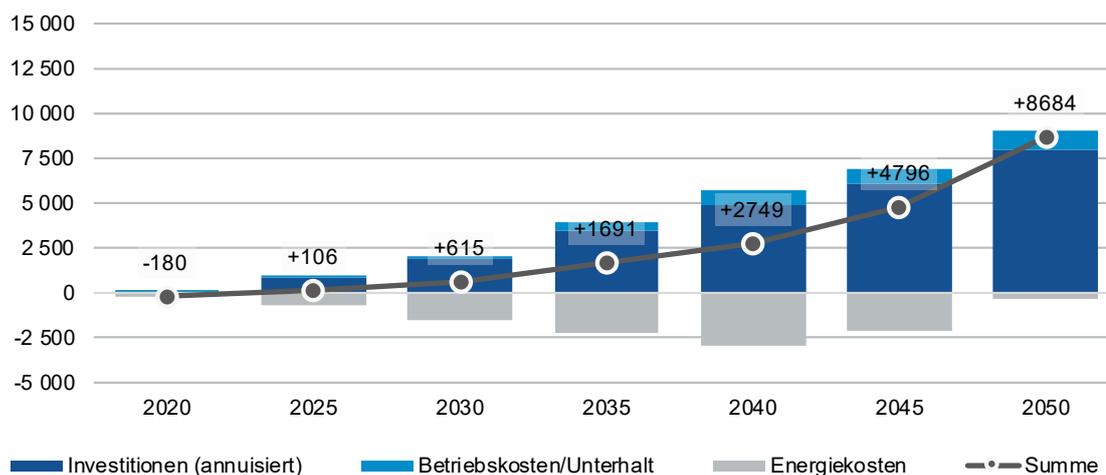


Abbildung 30: Verlauf der annualisierten Investitionen, Betriebs- und Unterhaltskosten und eingesparten Energiekosten im Szenario ZERO Basis gemäss EP2050+ (in Mio. CHF, Differenz gegenüber Szenario WWB, ohne internationalen Luftverkehr). Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020.

Abbildung 30 zeigt den Verlauf der Investitionen (annualisierte Werte)⁸⁵, der Kosten für Betrieb/Unterhalt sowie der eingesparten Energiekosten gemäss EP2050+. Die Abbildung zeigt die zusätzlichen Kosten im Vergleich zum Szenario WWB, das bis 2050 lediglich zu einer Abnahme der Treibhausgasemissionen um rund 43 Prozent führt. Die auf Jahreswerte umgerechneten Investitionen nehmen im Zeitver-

⁸¹ N. Stern (2006).

⁸² OECD (2015).

⁸³ OECD (2017).

⁸⁴ Im internationalen Luftverkehr wären durch die Umstellung von fossilen auf synthetische Treibstoffe zusätzliche Einsparungen von 14 Mia. CHF möglich, inklusive allfälliger Kosten für Importe synthetischer Treibstoffe.

⁸⁵ Die notwendigen Investitionen fallen in der Regel über mehrere Jahre verteilt an. Sie werden deshalb annualisiert, d. h. in Jahresscheiben, dargestellt.

lauf zu und betragen im Jahr 2050 knapp 8 Mia. Franken. Nach 2050, wenn der Umbau des Energiesystems weitgehend abgeschlossen ist, sinken die Investitionen wieder ab. Die Einsparungen bei den Energiekosten steigen bis 2040 an und gehen danach bis 2050 wieder zurück. Dies liegt in erster Linie an den gemäss EP2050+ nach 2040 steigenden Importen von strombasierten Treibstoffen und von Biogas. In der Summe betragen die zusätzlichen Kosten im Jahr 2050 rund 8,7 Mia. Franken. Über den Zeitraum 2020–2050 hinweg sind gemäss EP2050+ zusätzlich insgesamt rund 3,5 Mia. Franken pro Jahr zu investieren. Dazu kommen zusätzliche jährliche Betriebskosten von knapp 0,5 Mia. Franken. Umgekehrt können pro Jahr Energiekosten von rund 1,6 Mia. Franken eingespart werden. Unter dem Strich resultiert damit ein Zusatzbedarf von knapp 2,4 Mia. Franken pro Jahr. Diese Investitionen bzw. die dadurch ausgelöste Wertschöpfung fällt grösstenteils im Inland an, während heute noch jährlich 8 Mia. Franken für den Import von fossilen Energien ins Ausland abfliessen.

Aufgeteilt nach Sektoren ergibt sich der in Abbildung 31 dargestellte Verlauf. Im Sektor Gebäude nehmen die notwendigen annualisierten Investitionen bis 2050 zu. 2050 betragen sie inklusive Betriebskosten rund 2,9 Mia. Franken. Ähnlich ist der Verlauf im Industriesektor, wobei die Investitionen insbesondere aufgrund des notwendigen Umbaus der Stromversorgung in diesem Sektor am höchsten sind. 2050 liegen sie bei etwa 5,2 Mia. Franken (annualisiert, inkl. Betriebskosten). Im Verkehr sind die direkten Kosten aufgrund tieferer Infrastruktur- und Unterhaltskosten (v.a. wegen immer kostengünstigeren Elektrofahrzeugen) langfristig tiefer als im Szenario WWB; 2050 beträgt die Differenz rund 1,4 Mia. Franken. Zusätzlicher Investitionsbedarf entsteht hingegen durch die Anwendung von CCS und NET. Diese Investitionen fallen schwergewichtig nach 2040 an und betragen 2050 rund 2,2 Mia. Franken. Die Energiekosten liegen 2050 aufgrund des Imports strombasierter Treibstoffe etwa auf dem Niveau des Szenarios WWB.

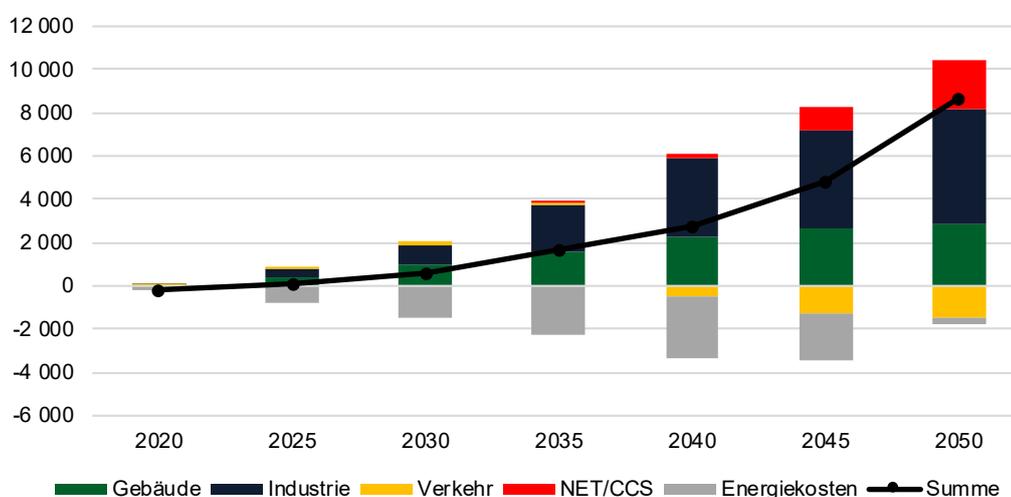


Abbildung 31: Verlauf der Kosten (Investitionen + Betriebskosten; eingesparte Energiekosten aggregiert) nach Sektoren im Szenario ZERO Basis gemäss EP2050+ (in Mio. CHF, Differenz gegenüber Szenario WWB, ohne internationalen Luftverkehr). Industrie inklusive Strom, Fernwärme, sonstige Umwandlung. Quelle: Prognos/TEP Energy/Infras/Ecoplan 2020, unveröffentlichte Detaildaten.

10.3 Fazit

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null alternativlos, wenn die Ziele des Übereinkommens von Paris erreicht werden sollen. Die Frage ist also nicht, ob ein auf diese Ziele ausgerichteter Klimaschutz betrieben werden soll oder nicht, sondern mit welchen Massnahmen die Ziele verfolgt werden. Technologisch ist Netto-Null möglich. Entscheidend wird sein, den Übergang in Richtung Netto-Null-Ziel möglichst sozial-, wirtschafts- und umweltverträglich zu gestalten und das regulatorische Umfeld entsprechend auszurichten. Der längerfristige Nutzen übersteigt die notwendigen Investitionen sehr wahrscheinlich bereits Mitte des Jahrhunderts, sicher aber in der langen Frist. Die potenziell sehr hohen Kosten bei ungenügendem Klimaschutz rechtfertigen somit ein entschlossenes Handeln, sowohl auf globaler Ebene wie auch in der Schweiz.

Zu beachten ist, dass eine Kosten-Nutzen-Bilanzierung aus verschiedenen Gründen nur sehr eingeschränkt möglich und eine genaue Quantifizierung deshalb schwierig ist. Die verfügbaren Studien stüt-

zen sich auf unterschiedliche Annahmen, betrachten unterschiedliche Kosten- und Nutzenaspekte, verwenden unterschiedliche Messgrößen⁸⁶ und beziehen sich auf unterschiedliche Zeithorizonte. Die Zahlen aus den vorangehenden Kapiteln lassen sich daher nicht direkt gegenüberstellen. Klar ist: Die Verringerung der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null ist für eine Beschränkung der globalen Erwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius eine zwingende Voraussetzung. Wenn dieses Ziel nicht konsequent verfolgt wird, ist mit gravierenden, teilweise erst schwer abschätzbaren Auswirkungen mit entsprechenden hohen Kosten zu rechnen. Diese Kosten lägen deutlich über den Aufwendungen, die für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null erforderlich sind. Weiter wie bisher ist deshalb keine Option. Die notwendigen Investitionen zum Erreichen des Netto-Null-Ziels fallen zu einem grossen Teil bereits in den nächsten 30 Jahren an, tragen aber entscheidend dazu bei, noch viel höhere Folgekosten einzusparen. Die Reduktion der Emissionen auf Netto-Null zahlt sich, wie verschiedene Studien zu den Auswirkungen auf globaler Ebene deutlich machen, also langfristig aus. Oder einfach ausgedrückt: Klimaschutz kostet zwar etwas, kein Klimaschutz kostet aber noch viel mehr.

⁸⁶ Die Kosten werden üblicherweise in Franken pro eingesparter Tonne CO₂eq ausgedrückt, der Nutzen in Franken pro vermiedenen Grad Celsius Erwärmung.

Literaturverzeichnis

2°Investing Initiative (2017): Non-Financial Message in a Bottle – How the environmental objectives of retail investors are overlooked in MIFID II – PRIIPS implementation. Paris / New York / London / Berlin.

2°Investing Initiative / Wüest Partner (2020): Bridging the Gap: Measuring progress on the climate goal alignment and climate actions of Swiss Financial Institutions. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. Bern.

Banktrack (2018): Banking on Climate Change. Fossil Fuel Finance Report Card 2018.

Botschaft des Bundesrates zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes nach 2020 vom 1. Dezember 2017. BBI 2018 247.

Botschaft des Bundesrates vom 12. Februar 2020 zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ab 2022 (AP22+). BBI 2020 3955.

Botschaft des Bundesrats zur Strategie der internationalen Zusammenarbeit 2021–2024 (IZA-Strategie 2021–2024), Vorabdruck.

Bretscher Daniel / Ammann Christof / Wüst Chloë / Nyfeler Aurelia / Felder Daniel (2018): Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung. Agrarforschung Schweiz 9 (11+12), pp. 376–383.

Bundesamt für Landwirtschaft (2011): Klimastrategie Landwirtschaft. Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung (2016): Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040. Bern.

Bundesamt für Statistik (2015): Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2015-2045. Neuchâtel.

Bundesamt für Umwelt (2013): Waldpolitik 2020 - Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern.

Bundesamt für Umwelt (2020): Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz (Grüne Wirtschaft). Bericht an den Bundesrat. Bern.

Bundesrat (2020): Erläuternder Bericht zur Volksinitiative «Für ein gesundes Klima (Gletscher-Initiative)» und zum direkten Gegenentwurf (Bundesbeschluss über die Klimapolitik) vom 2. September 2020. Bern.

Bundesrat (2020): Nachhaltigkeit im Finanzsektor Schweiz - Eine Auslegeordnung und Positionierung mit Fokus auf Umweltaspekte. Bern.

Bundesrat (2020): Strategie Digitale Schweiz. Bern.

Bundesrat (2020): Von welcher Bedeutung können negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein? Bericht in Erfüllung des Postulats 18.4211 Thorens Goumaz vom 12. Dezember 2018. Bern.

CH2018 (2018): CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurich, 271 pp.

Chevalier, Gabriel / Diamond, Laryn W. / Leu, Werner (2010): Potential for Deep Geological Sequestration of CO₂ in Switzerland: A First Appraisal. In: Swiss Journal of Geosciences 103, pp. 427-455.

Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (2017): Zukunft Mobilität Schweiz – UVEK-Orientierungsrahmen 2040. Bern.

EAWAG (2018): Review of "Source category 5D – Wastewater treatment and discharge" in Switzerland. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. Bern.

Ecoplan (2007): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse). Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt und des Bundesamtes für Energie. Bern.

Ecoplan (2017): Wirkungsabschätzung zur CO₂-Abgabe. Aktualisierung bis 2015. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern / Altdorf.

Ecoplan (2019): Branchenszenarien 2014 bis 2030/2060. Aktualisierung 2018. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern.

Eggen Mirjam / Stengel Cornelia (2019): Rechtliches Gutachten Berücksichtigung von Klimarisiken und -wirkungen auf dem Finanzmarkt. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. Bern/Zürich.

Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (2020): Aussenpolitische Strategie 2020-2023. Bericht an den Bundesrat. Bern.

EPFL (2017): Assessing the impacts of climate change for Switzerland. Im Auftrag des BAFU. Lausanne.

Europäische Kommission (2018): Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums, COM(2018) 97, Brüssel.

European Commission (2016): Summary of the Responses to the Public -Consultation on Long-Term and Sustainable Investment, Brüssel.

Forschungsstelle Sotomo (2020): Grundlagenstudie Flugticketabgabe Schweiz. Zürich.

International Energy Agency IEA (2018), *World Energy Outlook 2018*, IEA, Paris.

IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte / P. Zhai, / H.-O. Pörtner / D. Roberts / J. Skea / P.R. Shukla / A. Pirani / W. Moufouma-Okia / C. Péan / R. Pidcock / S. Connors / J.B.R. Matthews / Y. Chen / X. Zhou / M.I. Gomis / E. Lonnoy / T. Maycock / M. Tignor / T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Kahn M. / Mohaddes K. / Ng R. / Hashem Pesaran M. / Raissi M. / Yang J.-C. (2019): Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis. IMF Working Paper 19/215.

Lehmann Meta / Meyer Martin / Kaiser Nicole / Ott Walter (2017): Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger beim Heizungsersatz. Energieforschung Stadt Zürich, Bericht Nr. 37, Forschungsprojekt FP-2.8.

MeteoSchweiz (2019): Klimaentwicklung in der Schweiz – Vorindustrielle Referenzperiode und Veränderung seit 1864 auf Basis der Temperaturmessung, MeteoSchweiz Fachbericht Nr. 274 (2019).

Neu Urs (2020): Die Auswirkungen der Flugverkehrsemissionen auf das Klima. In: Swiss Academies Communications 15 (9).

OECD (2015): *The Economic Consequences of Climate Change*, OECD Publishing, Paris.

OECD (2017): *Investing in Climate, Investing in Growth*, OECD Publishing, Paris.

Prognos / TEP Energy / Infrac / Ecoplan (2020): Energieperspektiven 2050+ Kurzbericht, im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern.

Ragetti Martina S. / Rössli Martin (2020): Gesundheitliche Auswirkungen von Hitze in der Schweiz und die Bedeutung von Präventionsmassnahmen. Hitzebedingte Todesfälle im Hitzesommer 2019 – und ein Vergleich mit den Hitzesommer 2003, 2015 und 2018. Swiss Tropical and Public Health Institute. Basel.

Staatssekretariat für Wirtschaft (2018): *Langfristszenarien für das BIP*, Bern.

Stern Nicholas (2006): *The Stern Review on the Economics of Climate Change*, HM Treasury, London.

Stiftung Risiko-Dialog (2019): *The Role of Atmospheric Carbon Dioxide Removal in Swiss Climate Policy*. Bericht im Auftrag des BAFU, Bern.

Swiss Economics (2019): *Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen der Schweiz – Stand der Literatur*. Zürich.

Vöhringer Frank / Vielle Marc / Thalmann Philippe / Frehner Anita / Knoke Wolfgang / Stocker Dario / Thurm Boris (2019): Cost and benefits of climate change in Switzerland, *Climate Change Economics* 10 (2), 1–34.

Zimmermann Albert / Nemecek Thomas / Waldvogel Tuija (2017): Umwelt- und ressourcenschonende Ernährung: Detaillierte Analyse für die Schweiz. Agroscope, Tänikon, Ettenhausen. Agroscope Science 55, 170 S.

Glossar

CO _{2eq}	Andere Treibhausgase als Kohlendioxid (CO ₂) werden entsprechend ihrer Klimawirkung in CO ₂ -Äquivalente (CO _{2eq}) umgerechnet, um sie vergleichbar zu machen.
CO ₂ -Neutralität	Erreichen des Netto-Null-Ziels für den Ausstoss von Kohlendioxid (CO ₂)
Klimaneutralität	Erreichen des Netto-Null-Ziels für alle Treibhausgase (inklusive aller Klimawirkungen des internationalen Luftverkehrs) und unter Berücksichtigung der im Ausland anfallenden «grauen Emissionen» als Folge inländischen Konsums («Fussabdruck» aus «Konsumperspektive»).
Netto-Null	Gleichgewicht zwischen Ausstoss und Aufnahme, meist im Zusammenhang mit CO ₂ oder anderen Treibhausgasen.
Netto-Null-Ziel	Gleichgewicht für Treibhausgase zwischen Ausstoss auf der einen Seite und Entnahme sowie Speicherung in Senken auf der anderen Seite.
Schwer vermeidbare Emissionen	Emissionen, die nach heutigem Stand des Wissens mit technischen Massnahmen allein nicht vermieden werden können. Sollten diese Emissionen nicht durch Ausweichen auf alternative Angebote oder durch einen Verzicht reduziert werden, müssen sie mit Negativemissionstechnologien ausgeglichen werden.
Treibhausgasneutralität	Erreichen des Netto-Null-Ziels für alle Treibhausgase unter Ausschluss der im Ausland anfallenden «grauen Emissionen» als Folge des inländischen Konsums (vgl. «Klimaneutralität»).