Vol. 21, Nr. 2, 2026

scnat
akademie der naturwissenschaften

swiss academies
reports

akademien-schweiz.ch

Brennpunkt Klima Schweiz

Ein Überblick über Entwicklung, Folgen und Handlungsmöglichkeiten

IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN UND KONTAKT
Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)
Forum für Klima und globalen Wandel (ProClim)
Haus der Akademien • Laupenstrasse 7 • Postfach • 3001 Bern • Schweiz
+41 31 306 93 50 • proclim@scnat.ch • proclim.scnat.ch • ProClim

ZITIERVORSCHLAG
ProClim (2026) Brennpunkt Klima Schweiz.
Swiss Academies Reports 21 (2)

AUTORINNEN UND AUTOREN*
Stefano Battiston • Sebastian Berger • David N. Bresch • Daniel Bretscher • Stefan Brönnimann • Manuela Brunner • Cyril Brunner • Nina Buchmann • Harald Bugmann • Pierluigi Calanca • Peter de Haan • Lukas Fesenfeld • Erich Fischer • Robert Gutsche • Nicolas Gruber • Christian Huggel • Matthias Huss • Karin Ingold • Jeanine Janz • Anne Kempel • Sol Kislig • Reto Knutti • Sven Kotlarski • Filippo Lechthaler • Peter Mani • Olivia Romppainen-Martius • Christoph Marty • Peter Messerli • Veruska Muccione • Regula Mülchi • Urs Neu • Jeannette Nötzli • Johan Nöthiger • Anthony Patt • Etienne Piguet • Marco Pütz • Martina Ragettli • Martine Rebetez • Andreas Rigling • Christian Rixen • Dominic Roser • Mike Schäfer • Simon C. Scherrer • Sonia I. Seneviratne • Nicolas Senn • Eva Spehn • Nadine Strauß • Tobias Stucki • Philippe Thalmann • Ivo Wallimann-Helmer • Ralph Winkler

PROJEKTLEITUNG
ProClim

REVIEW**
Gino Baudry • Tobias Brosch • Cyril Brunner • Philip Brunner • Raphael Bucher • Reto Burkard • Jannis Epting • Andreas Fischer • Guillaume Habert • Roland Hohmann • Nina Huber • Reto Knutti • Axel Michaelowa • Raphael Neukom • Sascha Nick • Jeannette Nötzli • Martina Ragettli • Roger Ramer • Martin Röösli • Regine Röthlisberger • Nadine Salzmann • Philippe Thalmann • Frank Vöhringer • Esther Walter

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT
Christian Huggel • Karin Ingold • Veruska Muccione • Anthony Patt • Gian-Kasper Plattner • Sonia I. Seneviratne

REDAKTION
Jeanine Janz • Sol Kislig • Filippo Lechthaler • Urs Neu • Johan Nöthiger

TITELBILD UND GRAFIKEN
Marina Bräm

LAYOUT
Olivia Zwygart

* Die Autorinnen und Autoren haben jeweils einen oder mehrere Abschnitte eines Kapitels aus ihrem Fachgebiet verfasst. Die Redaktion und der wissenschaftliche Beirat haben die Kapitel anschliessend textlich überarbeitet, wobei die Kernaussagen erhalten blieben.

** Die Reviewerinnen und Reviewer haben teilweise Teilabschnitte, teilweise den ganzen Bericht begutachtet.

Neben diesem ausführlichen Grundlagenbericht gibt es eine Kurzfassung (das «Summary for Policymakers»), in dem die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst sind.

Der Grundlagenbericht und die Kurzfassung sind in interaktiver Form online verfügbar unter:
brennpunkt-klima.ch

2. Ausgabe, 2026

ISSN (online): 2297–1572

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.18782059

creativecommons.org/licenses/by/4.0
Diese Publikation ist unter CC BY 4.0 lizenziert.
Ausgenommen ist das folgende Drittmaterial: Coverillustration

Brennpunkt Klima Schweiz

Ein Überblick über Entwicklung, Folgen und Handlungsmöglichkeiten

SDGs: Die internationalen Nachhaltigkeitsziele der UNO

Mit dieser Publikation leistet die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) einen Beitrag zu den SDGs 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17: **«Gesundheit und Wohlergehen», «Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen», «Bezahlbare und saubere Energie», «Industrie, Innovation und Infrastruktur», «Weniger Ungleichheiten», «Nachhaltige Städte und Gemeinden», «Verantwortungsvoller Konsum und Produktion», «Massnahmen zum Klimaschutz», «Leben unter Wasser», «Leben an Land», «Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen» und «Partnerschaften zur Erreichung der Ziele».**

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS) SIND ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG AUF ÖKONOMISCHER, SOZIALER UND ÖKOLOGISCHER EBENE. 2015 HABEN DIE STAATS- UND REGIERUNGSCHEFS DER VEREINTEN NATIONEN DIE 17 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS VERABSCHIEDET. DIESE NEUEN ZIELE SOLLEN BIS 2030 GLOBAL UND VON ALLEN UNO-MITGLIEDSTAATEN UMGESETZT WERDEN UND DER SICHERUNG EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG DIENEN.

> sdgs.un.org
> agenda-2030.eda.admin.ch/de/agenda-2030-fuer-nachhaltige-entwicklung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **5**

Aufbau des Berichts **6**

1 Derzeitiger Stand und Entwicklungen **7**
1.1 Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen 7
1.1.1 Global 7
1.1.2 Europa 7
1.1.3 Schweiz 8
1.2 Beobachtete Folgen des Temperaturanstiegs 8
1.2.1 Global 8
1.2.2 Europa 9
1.2.3 Schweiz 10
A) Schweiz allgemein 10
B) Wasser 10
C) Biodiversität 10
D) Wald 10
E) Eis und Schnee 11
F) Landwirtschaft und Ernährungssystem 11
G) Gesundheit 11
H) Urbaner Raum und Infrastrukturen 12
I) Wirtschaft und Gesellschaft 13
1.3 Bisheriger Minderungsfortschritt 13
1.3.1 Global 13
1.3.2 Europa 13
1.3.3 Schweiz 14
1.4 Bisheriger Anpassungsfortschritt 16
1.4.1 Global 17
1.4.2 Europa 17
1.4.3 Schweiz 18

2 Zukünftiger Klimawandel und Risiken **20**
2.1 Allgemeine Grundsätze 20
2.1.1 Kohlenstoffbudgets 20
A) Global 20
B) Schweiz 20
2.1.2 Kipppunkte natürlicher Systeme 20
2.1.3 Überschreitung und Rückkehr zur Temperaturgrenze 21
2.2 Zukünftiger Klimawandel 21
2.2.1 Global 21
2.2.2 Schweiz 22
2.3 Zukünftige Klimawandelfolgen und klimabedingte Risiken 23
2.3.1 Global 23
2.3.2 Schweiz 23
A) Schweiz allgemein 23
B) Wasser 25

→

C) Biodiversität 25
D) Wald 25
E) Eis und Schnee 26
F) Landwirtschaft und Ernährungssystem 26
G) Gesundheit 26
H) Energie, Infrastrukturen und urbaner Raum 27
I) Wirtschaft und Gesellschaft 27
Wirtschaft 27
Tourismus 28
Versicherungen und Finanzindustrie 28
Öffentliche Finanzen 28

3 Massnahmen (Minderung und Anpassung) 29
3.1 Allgemeine Grundsätze 29
3.1.1 Investitionen und staatliches Handeln 29
3.1.2 Gouvernanz und Strategien 29
3.1.3 Internationale Zusammenarbeit 30
3.1.4 Verhaltensänderung 31
3.1.5 Synergien und Zielkonflikte mit nachhaltiger Entwicklung 31
3.1.6 Gerechtigkeit 32
3.1.7 Migration 32
3.1.8 Kommunikation 33
3.2 Minderungs- und Anpassungsoptionen 33
3.2.1 Global 33
3.2.2 Schweiz 35
A) Schweiz allgemein 35
B) Wasser 36
C) Biodiversität 36
D) Wald 37
E) Eis und Schnee 37
F) Landwirtschaft und Ernährungssystem 38
G) Gesundheit 38
H) Energiesystem, Infrastrukturen und urbaner Raum 39
Energiesystem allgemein 39
Elektrizitätserzeugung und -verbrauch 39
Industrie und Verkehr 40
Bauten und Infrastrukturen 40
Urbaner Raum 41
I) Wirtschaft und Gesellschaft 41
Unternehmungen 41
Tourismus 42
Finanzindustrie 42
Öffentliche Finanzen 43

4 Literaturverzeichnis 44

5 Abkürzungen 59

Glossar 60

Vorwort

Mit diesem Bericht legen wir eine aktualisierte Übersicht der wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel mit Schwerpunkt Schweiz vor. Er richtet sich an Anwenderinnen und Anwender aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bildung und Zivilgesellschaft, die sich eine strukturierte Orientierung in der Vielfalt wissenschaftlicher Informationen verschaffen möchten. Die Inhalte sind bewusst in prägnanten Kernaussagen statt in Fliesstexten verdichtet und mit Quellen belegt, die eine vertiefende Lektüre ermöglichen. Der Bericht konzentriert sich auf wissenschaftliche Fakten und Zusammenhänge; er soll politisch relevant sein, ohne detaillierte Handlungsempfehlungen zu formulieren. Auf dieser Grundlage können mögliche Handlungsoptionen erkannt und diskutiert werden.

Mehr als 60 Expertinnen und Experten aus verschiedenen Schweizer Hochschulen und Institutionen haben zu diesem Bericht beigetragen – sie haben die Inhalte abgewogen, die relevanten Quellen identifiziert und einbezogen, Kernaussagen verfasst und Kapitel begutachtet. Ihr Engagement und ihre Expertise sind Ausdruck der Stärke und Vielfalt der Schweizer Klimaforschung. Ihnen gilt unser grosser Dank.

Gerade in einer Zeit, in der der öffentliche Diskurs um Wissenschaft und Klimafragen von unterschiedlichen Erwartungen und Perspektiven geprägt ist, möchten wir mit diesem Bericht einen Beitrag zu einem faktenbasierten, ausgewogenen und offenen Dialog über den Umgang mit dem Klimawandel in der Schweiz leisten.

Prof. Dr. Bernard Lehmann,
Präsident der Plattform Wissenschaft und Politik

Prof. Dr. Karin Ingold, Präsidentin ProClim

Aufbau des Berichts

Dieser Bericht bietet eine kompakte Übersicht über das Thema Klima mit Fokus auf die Schweiz. Die Kernaussagen fassen den qualitativen Kern der wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammen und sollen helfen, einen schnellen Überblick über den aktuellen Wissensstand zu gewinnen. Für vertiefte und detaillierte Erklärungen – etwa zu Ausmass, Unsicherheiten, genaue Zeitperioden oder Methoden – wird auf die jeweiligen Referenzen verwiesen.

Der Bericht ist in drei Hauptkapitel gegliedert:

1. Derzeitiger Stand und Entwicklungen
2. Zukünftiger Klimawandel und Risiken
3. Massnahmen zur Minderung und Anpassung

In jedem Kapitel werden die Themen nach Sektoren (z. B. Wasser, Wald usw.) behandelt. So wird beispielsweise im ersten Kapitel erklärt, wie sich der Klimawandel bisher auf den Sektor «Wasser» ausgewirkt hat, im zweiten Kapitel, welche zukünftigen Risiken in diesem Sektor bestehen, und im dritten Kapitel, welche Massnahmen möglich sind. Verweise zwischen verwandten Unterkapiteln erleichtern das Erkennen von thematischen Zusammenhängen.

Zusätzlich zu den sektorspezifischen Teilen enthält jedes Kapitel eine globale Perspektive sowie eine Übersicht zur Schweiz, um die Inhalte besser einordnen zu können. Ergänzend finden sich im Bericht Infoboxen mit allgemeinen Erklärungen zu wichtigen Aspekten des Klimawandels sowie ein Abkürzungsverzeichnis und ein Glossar mit zentralen Begriffen am Ende des Berichts. Die wichtigsten Quellen des Berichts sind für allgemeine Angaben der IPCC-AR6-Bericht sowie für schweizspezifische Angaben zur Klimaentwicklung die Schweizer Klimaszenarien CH2025. Zu beachten ist, dass die IPCC-Berichte nur die Literatur bis ca. Anfang 2021 berücksichtigt haben und es seither auch neuere Literatur geben kann. Wenn auf umfangreiche Quellen wie den IPCC-Bericht verwiesen wird, steht das entsprechende Kapitel (abgekürzt als «Ch.») bzw. die Abbildung (abgekürzt als «Fig.») nach der Referenz in der hochgestellten Endnote. Dies erleichtert die Überprüfung der Quelle und hält das Literaturverzeichnis in Grenzen.

1 Derzeitiger Stand und Entwicklungen

1.1 Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen

Die beobachtete, durchschnittliche Erdoberflächentemperatur im Zeitraum 2015–2024 lag global etwa 1,2 °C, europaweit etwa 2,2 °C und schweizweit rund 2,8 °C höher als in der vorindustriellen Referenzperiode. Hauptverantwortlich für diesen Temperaturanstieg ist die erhöhte Treibhausgaskonzentration, welche primär durch die menschliche Nutzung fossiler Energieträger verursacht wird. Die Schweiz erwärmt sich rund 2,2-mal so schnell wie der globale Durchschnitt.

1.1.1 Global

Die Erwärmung des Klimasystems ist eindeutig.[1 (Ch. A.1)] Die beobachtete, durchschnittliche globale Erdoberflächentemperatur[A] im Zeitraum 2015–2024 lag 1,24 °C [1,11–1,35 °C][B] höher als in der vorindustriellen Referenzperiode (1850–1900).[C] Der menschliche Einfluss auf das Klimasystem ist klar: Menschliche Aktivitäten haben in diesem Zeitraum eine Erwärmung von 1,22 °C [1,0–1,5 °C] bewirkt. Der Temperaturanstieg war über den Landoberflächen mit +1,79 °C [1,56–2,03 °C] deutlich stärker als über den Ozeanen mit +1,02 °C [0,81–1,13 °C].[3]

Hauptsächlich verantwortlich für den Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen sind: die Nutzung fossiler Energieträger (ca. 90 % der CO_2-Emissionen und ca. 35 % der Methanemissionen); Landnutzung (ca. 40 % der Methanemissionen und 70 % der Lachgasemissionen) und Landnutzungsänderungen wie Waldrodung für Ackerbau; und mit dem Lebensstil verbundene Konsum- und Produktionsmuster.[4]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1.

1.1.2 Europa

Der Vergleich mit der vorindustriellen Referenzperiode (1850–1900) zeigt, dass die durchschnittliche europäische Erdoberflächentemperatur im Zeitraum 2015–2024 etwa 2,19–2,26 °C höher lag als damals.[6] Der grösste Teil dieser Erwärmung (1,7 °C) ist seit den 1980er-Jahren erfolgt.[D] In dieser Periode hat sich Europa doppelt so schnell erwärmt wie der globale Durchschnitt und ist damit der sich am

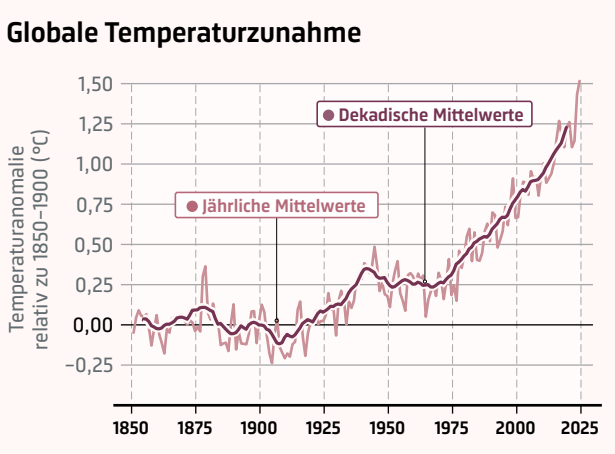


Abbildung 1: Globale Temperaturzunahme seit der vorindustriellen Referenzperiode (1850–1900).[3 (Fig. 7)]

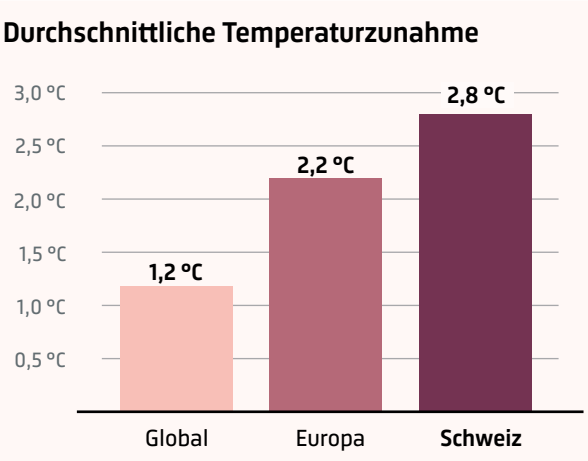


Abbildung 2: Zunahme der Erdoberflächentemperatur: Zehnjahresdurchschnitt 2015–2024 im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode[B] auf globaler Ebene,[3, 6] für Europa[6] und für die Schweiz.[10]

A Die «Erdoberflächentemperatur» ist die gemessene Lufttemperatur an der Erdoberfläche

B In diesem Unterkapitel kennzeichnen die in eckigen Klammern [] befindlichen Zahlen den Bereich, in dem der angegebene Parameter sehr wahrscheinlich («very likely») liegt (mit einer Wahrscheinlichkeit von >90 %).

C Der Zeitraum 1850–1900 wird global mit «vorindustriell» gleichgesetzt, da er nach gegenwärtigem Wissensstand ähnlich warm war wie der Zeitraum 1750–1850 (die Zeit vor der «Industriellen Revolution»), aber eine viel bessere Datenbasis aufweist. Für die Schweiz wird dafür der Zeitraum 1871–1900 verwendet, da es erst ab etwa 1864 regelmässige Messungen gab. Meteo-Schweiz benutzt eine flexible Klimatrendlinie gemäss Scherrer et al. (2024)[2] zur Bestimmung der bereits erfolgten Erwärmung. Diese beträgt 2024 +2,9 °C gegenüber dem Mittel 1871–1900. Für einen Vergleich Global-Europa-Schweiz siehe Abbildung 2.

D Dieser Wert basiert auf den ERA5-Daten und ergibt sich aus der Differenz zwischen den Mittelwerten der Perioden 2015–2024 und 1980–1990.[7]

schnellsten erwärmende Kontinent der Erde.[8] Die aktuelle Forschung zeigt, dass sich Zentraleuropa stärker erwärmt hat als in regionalen Klimamodellen projiziert.[9]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.2, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.2, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.2.

1.1.3 Schweiz

Die Erdoberflächentemperatur[A] im Alpenraum und in der Schweiz lag 2024 bereits 2,9 °C[E] über dem Mittel von 1871–1900. Seit einigen Jahrzehnten hat sich der Alpenraum etwa 2,2-mal so stark erwärmt wie der globale Durchschnitt.[2, 11]

Die Ursachen der stärkeren Erwärmung als im globalen Mittel sind vor allem die Lage der Schweiz auf der Landoberfläche (diese erwärmt sich stärker als die Ozeane) und der Rückgang der Schnee- und Eisbedeckung.[10] Weitere mögliche Ursachen sind zufällige oder systematische Veränderungen der atmosphärischen Windströmungsmuster sowie die Abnahme der Konzentration von Luftpartikeln (Aerosolen).[10]

Die Treibhausgasemissionen in der Schweiz (ohne internationalen Flugverkehr) bestanden im Jahr 2023 zu 78,5 % aus CO_2, vorwiegend aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe. Der Rest setzte sich hauptsächlich aus Methan und Lachgas aus der Landwirtschaft und der Abfallbewirtschaftung (Deponien und Abwasserreinigung) zusammen. Die Sektoren mit dem grössten Anteil an den inländischen Treibhausgasemissionen in der Schweiz waren im Jahr 2023 der Verkehr mit 33,6 %, gefolgt von der Industrie und dem Gebäudesektor (Haushalte und Dienstleistungen) mit jeweils 22,2 %.[12] Der internationale Flugverkehr wird im Schweizer Treibhausgasinventar separat ausgewiesen und trug im Vor-COVID-Jahr 2019 11 % zu den Gesamtemissionen bei. Dabei ist die Klimawirkung des Flugverkehrs durch die Emission kurzlebiger Substanzen und deren Auswirkungen (z. B. Kondensstreifen) gegenwärtig etwa um einen Faktor 2,0–2,7 höher als auf Basis der reinen CO_2-Emissionen berechnet. Somit ist der Flugverkehr für rund ein Viertel der Schweizer Klimawirkung (ohne importbasierte Emissionen, siehe Infobox 1) verantwortlich.[13]

E Zur Berechnung der Temperaturmittelwerte verwendet die Schweiz das gleitende Temperaturmittel, welches mit lokaler linearer Regression (LOESS) bestimmt wird. Während aus Gründen der Vergleichbarkeit in Abbildung 2 die Zehnjahresdurchschnitte auch für die Schweiz angegeben werden (2,8 °C), liegt die für die Schweiz mit dem gleitenden Klimamittel berechnete Erwärmung 2024 bei 2,9 °C. Diese Methode ersetzt zunehmend traditionelle lineare Trendschätzungen und gleitende Mittelwerte, da sie nichtlineare Verläufe des Klimatrends gut abbilden kann.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).

1.2 Beobachtete Folgen des Temperaturanstiegs

Zwischen 1901 und 2024 hat der vom Menschen verursachte Klimawandel zu einem Anstieg des Meeresspiegels um 0,23 m und zu starken Veränderungen in der Kryosphäre, insbesondere dem Schmelzen der grönländischen und antarktischen Eisschilde, geführt. Wetter- und Klimaextreme wie Starkniederschläge, Hitzeperioden und Trockenheit haben stark zugenommen. Die Schweiz und Westeuropa gehören zu den 5 % der Regionen weltweit, die seit 1951 die stärkste Zunahme extremer Hitze verzeichneten.

1.2.1 Global

Zahlreiche Indikatoren im globalen Klimasystem haben sich in vielen Gegenden der Welt zum Teil schnell verändert. Unter anderem ist der globale Meeresspiegel zwischen 1901 und 2024 um 0,23 m[16] angestiegen, und die grönländischen und antarktischen Eisschilde haben seit spätestens den 1990er-Jahren deutlich an Masse verloren. Der Meeresspiegelanstieg, die Veränderungen der Kryosphäre sowie die Veränderungen in zahlreichen Ökosystemen und das damit einhergehende Artensterben werden über Jahrhunderte bis Jahrtausende hinweg unumkehrbar sein.[17]

Wetter- und Klimaextreme haben in vielen Regionen der Welt bereits heute zugenommen, mit zum Teil katastrophalen Auswirkungen auf den Menschen und seine natürliche Umwelt. Es gibt eindeutige wissenschaftliche Belege dafür, dass sich extreme Wetterereignisse wie Hitzeperioden, Starkniederschläge und Dürren verstärkt haben und dass der Klimawandel diese Veränderungen massgeblich beeinflusst hat, beziehungsweise dafür verantwortlich ist.[18]

Der Klimawandel führt ausserdem zunehmend zu Bevölkerungsbewegungen. Diese erfolgen hauptsächlich innerhalb der nationalen Grenzen.[19] In den letzten Jahren gab es jährlich 20 Millionen klimabedingte Vertreibungen.[20] Die Hauptursachen sind Überschwemmungen und Unwetter.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1.
Definition «Klimaindikatoren», «Kryosphäre» siehe Glossar.

1.2.2 Europa

Der Westen Zentraleuropas ist eine der Regionen auf der Welt, welche die meisten und/oder grössten Veränderungen bei Extremereignissen und Einflussfaktoren aufweisen:[21 (Fig. SPM. 3)]

– Die Schweiz und Westeuropa gehören zu den 5 % der Landregionen weltweit, die seit 1951 die stärkste Zunahme extremer Hitze verzeichneten.[5, 9, 18] Die heissesten Tage und Nächte pro Jahr haben sich seit 1901 um etwa 3,5 bzw. 4,5 °C erwärmt.[9] Die Zunahme ist in Europa ungefähr 1,5-mal stärker als im globalen Mittel[17] und stärker als aufgrund von Modellsimulationen erwartet.

Infobox 1: Berechnung des Treibhausgasinventars: produktions- vs. konsumbasierte Emissionen

Die Regeln, nach denen die Vertragsstaaten des Übereinkommens von Paris ein Treibhausgasinventar erstellen müssen, sind im sogenannten Enhanced Transparency Framework (ETF)[14] festgelegt, das 2018 auf der COP24 in Katowice beschlossen wurde. Es baut auf den Leitlinien des Weltklimarats IPCC auf und folgt international standardisierten Vorgaben. Das Inventar muss in CO_2-Äquivalenten ausgewiesen werden und Treibhausgasemissionsquellen und -senken in allen relevanten Sektoren umfassen. Dazu zählen Energie, Industrieprozesse und produktbezogene Emissionen, Landwirtschaft, Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) sowie Abfall. Berücksichtigt werden jedoch nur die produktionsbasierten Emissionen eines Landes. Das heisst, es werden nur die Treibhausgasemissionen erfasst, die innerhalb der Landesgrenzen entstehen – unabhängig davon, ob die Güter später exportiert oder im Inland verbraucht werden. Dieses Vorgehen wird als Territorialprinzip bezeichnet. Eine andere Art, die Emissionen eines Landes zu quantifizieren, ist der Treibhausgasfussabdruck. Er beinhaltet die konsumbasierten Emissionen, die durch den Endverbrauch von Gütern und Dienstleistungen in einem Land entstehen. Dabei werden auch die importbedingten Emissionen berücksichtigt, die beispielsweise entlang der Lieferkette im Ausland anfallen. Davon werden die exportbedingten Emissionen abgezogen, die durch die inländische Produktion von Gütern und Dienstleistungen entstehen, die zum Export bestimmt sind. Die Berechnung eines konsumbasierten Treibhausgasinventars ist unter dem Übereinkommen von Paris nicht verpflichtend. Für die Schweiz ist dies von Bedeutung, da die konsumbasierten Emissionen aufgrund der Importintensität des Landes rund 2,6–3,1-mal so hoch sind wie die produktionsbasierten Emissionen allein.[15] Eine weitere Grösse, die im Zusammenhang mit Emissionen und Treibhausgasinventaren immer wieder genannt wird, sind die sogenannten grauen Emissionen. Sie bezeichnen alle vorgelagerten Emissionen eines Produkts oder einer Dienstleistung im In- und Ausland, wie beispielsweise ihr Transport. Zur Abgrenzung: Die vielfach verwendeten «Scopes» (1, 2, 3) stammen nicht aus den UNFCCC-Regeln, sondern aus dem Greenhouse Gas Protocol und beschreiben die Emissionssystematik aus der Unternehmensperspektive (siehe auch Glossar).

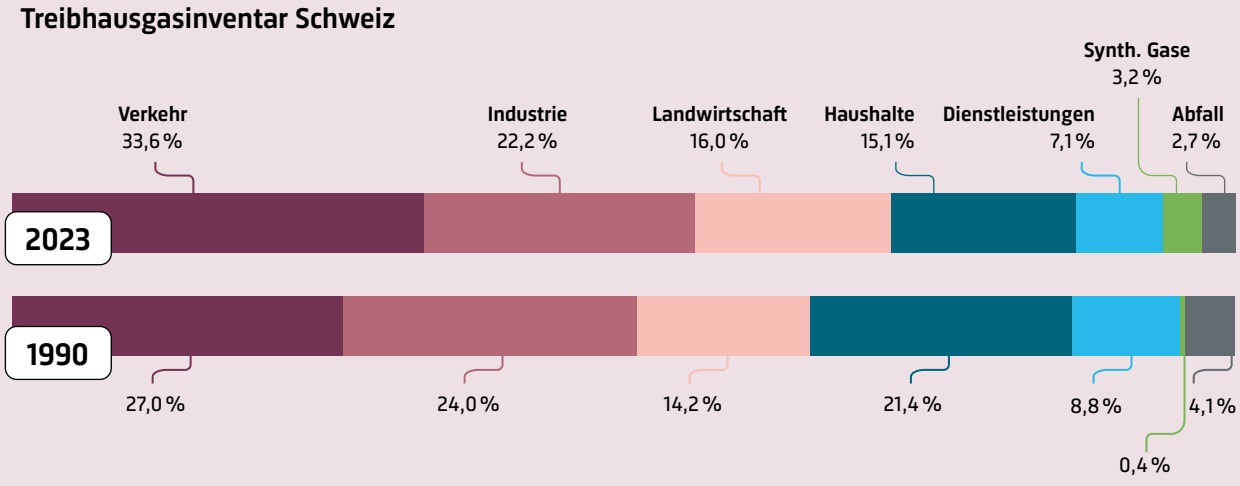


Abbildung 3: Aufteilung der produktionsbasierten Treibhausgasemissionen der Schweiz auf die Sektoren (in %). Der internationale Flug- und Schiffsverkehr ist darin nicht enthalten.[12]

– Die Häufigkeit von extremer Bodentrockenheit hat sich über Europa zwischen 1991 und 2021 um das 1,2-fache erhöht, die von extremer Lufttrockenheit sogar um das 1,6-fache. Die Häufigkeit des gleichzeitigen Auftretens beider Trockenheiten hat im selben Zeitraum sogar um das 1,7-fache zugenommen.[22]

– Extreme Niederschläge kommen in Europa etwa 1,5- bis 2-mal so häufig vor wie im globalen Durchschnitt.[23, 24]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.2, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.2, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.2.

1.2.3 Schweiz

A) Schweiz allgemein

Tägliche Starkniederschläge sind in der Schweiz heute 26 % häufiger und um 12 % intensiver als zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Insbesondere kurze sommerliche Starkniederschläge sind intensiver geworden.[25] Die Häufigkeit von Hagel in der Schweiz hat seit 1959 zwischen 50 % und 100 % zugenommen.[9]

Seit 1961 ist die Nullgradgrenze um 300–400 m angestiegen.[10] Die Tage mit einer Schneedecke in tiefen und mittleren Lagen (unterhalb 2000 m ü. M.) sind markant zurückgegangen, um rund 4–5 Tage pro Jahrzehnt.[26]

Auch Hitzeperioden sind in der Schweiz häufiger und intensiver geworden, während Kältewellen tendenziell abgenommen haben, bei insgesamt bis zu 60 % weniger Frosttagen.[10] Diese Erkenntnisse zu den bisher beobachteten Folgen des Klimawandels sind in Abbildung 4 zusammengefasst.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).

B) Wasser

Die Saisonalität der Abflüsse hat sich insbesondere in schnee- und gletscherbeeinflussten Einzugsgebieten stark verändert, wobei die Niederschlagssummen und Abflüsse im Winter zu- und im Sommer und Herbst abgenommen haben.[27]

Neben der Abflusssaisonalität haben sich auch die hydrologischen Extremereignisse verändert: Trockenheit und hohe Wassertemperaturen sind häufiger und intensiver geworden.[28] Veränderungen im Hochwassergeschehen sind weniger eindeutig erkennbar, da Hochwasser natürlicherweise stark von Jahr zu Jahr schwanken und zusätzliche Schutzmassnahmen Wirkung zeigen.[29]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 B), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 B).

C) Biodiversität

Der Trend, dass Arten durch die Klimaerwärmung ihre Verbreitung in die Höhe verschieben, hat sich fortgesetzt und sich parallel zur Erwärmung der letzten Jahrzehnte noch verstärkt.[30, 31] Im Gipfelbereich, im Bergwald und an der Baumgrenze ist dieser Trend besonders ausgeprägt.[32–34] Die Folgen sind eine Zunahme von Arten, die wärmere Bedingungen bevorzugen, sowie eine längere Vegetationsperiode durch früher einsetzendes Pflanzenwachstum.[35] Die Alpen sind grüner geworden.[36]

Dabei gibt es grosse Unterschiede in der Geschwindigkeit, mit der Arten in die Höhe wandern.[31, 37] Die meisten Arten wandern zu langsam, um ihre gewohnten Klimabedingungen zu behalten. Nur mobile Arten wie Reptilien, Vögel und terrestrische Insekten können mit der Temperaturänderung mehr oder weniger Schritt halten.[31, 38]

Der Klimawandel führte so zum Verlust von Lebensräumen kälteangepasster Arten. Dadurch ist ein langfristiger Anstieg des Aussterberisikos zu beobachten, insbesondere für Arten mit begrenzten Ausbreitungsmöglichkeiten oder für solche, die unter zunehmender Konkurrenz leiden (z. B. das Schneehuhn[F]).[39–41] In den Alpen verschärfen landwirtschaftliche Nutzungsänderungen den Druck auf die Gebirgsbiodiversität zusätzlich – so etwa die Aufgabe von bisher genutzten Flächen in höheren Lagen, die Intensivierung in den Tieflagen sowie das Vorrücken des Bergwaldes.[32, 42]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 C), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 C).
Definition «Biodiversität» siehe Glossar.

D) Wald

Die Abfolge der extremen Hitze- und Trockenjahre 2015, 2018, 2019, 2022 und 2023 hat zu grossflächigen Schäden im Wald geführt.[43, 44] In weiten Teilen der Schweiz waren nicht nur empfindliche Baumarten wie die Fichte und immer häufiger auch die Buche[45] betroffen, sondern auch viele andere Baumarten wie z. B. die Weisstanne.[46]

F Das Schneehuhn gilt als typisches Beispiel, da es stark an kalte, hochalpine Lebensräume gebunden ist, nur geringe Ausbreitungsmöglichkeiten hat und durch das Vorrücken konkurrenzstarker Arten aus tieferen Lagen zusätzlich unter Druck gerät.

Die durch Hitze und Trockenheit geschwächten Wälder sind nicht nur anfälliger geworden gegenüber Störungen wie Waldbrand und Sturm, sondern auch gegenüber Krankheiten und Schädlingen, die sich bei erhöhten Temperaturen besser entwickeln können.[46] Folgen waren beispielsweise Schädigungen durch Borkenkäfer in Fichtenwäldern Zentraleuropas in noch nie gesehenem Ausmass[47] oder die weitere Verbreitung besonders problematischer Arten wie des Asiatischen Laubholzbockkäfers.[46] Durch solche Folgen wird die Fähigkeit von Wäldern gefährdet, auch weiterhin als Kohlenstoffsenke zu wirken.[48]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 D), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 D).
Definition «Kohlenstoffsenke» siehe Glossar.

E) Eis und Schnee

Der zunehmende Einfluss des Klimawandels auf die Kryosphäre in den Schweizer Alpen zeigt sich in den Messdaten.[49–52] Der generelle Trend hat sich fortgesetzt und teilweise beschleunigt: So haben die Dauer und Mächtigkeit der winterlichen Schneedecke abgenommen,[26, 53] die Gletscher haben an Masse verloren und sind weiter zurückgegangen, der Permafrost hat sich erwärmt und das Bodeneis hat abgenommen.

Für Schnee, Gletscher und Permafrost wurden in den Jahren 2022 und 2023 wiederholt neue Rekordwerte im Vergleich zu den langjährigen Messreihen verzeichnet: Die Schneedecke war noch nie so geringmächtig wie im Winterhalbjahr 2022/2023.[411] Die Gletscher haben in den Jahren 2022 und 2023 die höchsten, respektive zweithöchsten Schmelzraten erlebt. Im Permafrost wurden nach den Hitzesommern 2022 und 2024 Rekordwerte der Bodentemperaturen und der Dicke der sommerlichen Auftauschicht gemessen.[49–52, 54] Zwischen den Perioden 1961–1990 und 1991–2020 sank die Zahl der Schneefalltage um etwa 7–12 Tage je nach Region.[9] Dies entspricht einem Rückgang von 30–40 % im Schweizer Mittelland.[9]

Die Degradation des Permafrosts trägt zur Abnahme der Stabilität von steilen Gebirgsflanken bei und führt zu einer Vergrösserung von mobilisierbarem Lockermaterial. Bei einigen Rutschungen (z. B. Moosfluh am Grossen Aletschgletscher 2016), Murgängen oder Bergstürzen aus Permafrost wird ein Zusammenhang mit Erwärmung und Eisverlust vermutet (z. B. Pizzo Cengalo 2017,[409] Piz Scerscen 2024[410]).

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 E), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 E).
Definition «Kryosphäre», «Permafrost» siehe Glossar.

F) Landwirtschaft und Ernährungssystem

Der Temperaturanstieg hat zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode um 2–4 Wochen seit 1961[10] und zu einer Ausweitung der für den Ackerbau potenziell günstigen Flächen geführt.[56]

Aufgrund der anhaltenden Tendenz zu trockeneren Sommerhalbjahren litten Sömmerungsgebiete in den Alpen und im Jura zunehmend unter Wasserknappheit.[57]

Neben der Trockenheit haben in den letzten Jahren auch starke Regenfälle, Hagel und Spätfröste die landwirtschaftliche Produktion beeinträchtigt und in einigen Fällen erhebliche wirtschaftliche Schäden verursacht.[58] Die Folgen steigender Temperaturen auf die jahreszeitliche Entwicklung der Pflanzen und das Auftreten von Frost haben das Risiko von Frostschäden an Obstpflanzen in höheren Lagen der Schweiz bereits erhöht, in tieferen Lagen jedoch unverändert gelassen.[59]

Die ansteigende Häufigkeit von Hitzeperioden hat zudem die Hitzebelastung für Nutztiere erhöht, mit Folgen für ihr Wohlbefinden und ihre Produktivität.[60]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 F), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 F).

G) Gesundheit

Die steigenden Temperaturen und häufiger auftretende Hitzeperioden haben zu einer erhöhten hitzebedingten Sterblichkeits- und Krankheitslast sowie einer geringeren Arbeitsproduktivität geführt. Mehrere hundert Todesfälle wurden in den letzten Jahren während dem Sommer auf die Hitze zurückgeführt.[61–63] 60 % dieser hitzebedingten Todesfälle wären ohne Klimawandel nicht eingetroffen.[63]

Das Risiko für hitzebedingte Gesundheitsauswirkungen für die Bevölkerung steigt vor allem in Städten und für besonders gefährdete Gruppen wie ältere Menschen, Personen mit chronischen Krankheiten (bei Herzkreislauf, Atemwegen, Nieren, psychischen Erkrankungen u. a), Schwangere und (Klein-)Kinder sowie Personen, die im Freien arbeiten.[61, 64, 65]

Bei verschiedenen Infektionskrankheiten hat sich die Übertragbarkeit verändert (z. B. durch Zecken oder Stechmücken). Ausserdem hat sich die Tigermücke bereits in einigen Regionen der Schweiz ausgebreitet, wodurch das Risiko der Übertragung verschiedener Infektionskrankheiten gestiegen ist.[G, 66, 67]

G Auch wenn es aktuell noch zu keinen Ansteckungen durch die Tigermücke kommt, steigt mit ihrer zunehmenden Verbreitung das Risiko, dass sich Krankheiten, die von der Tigermücke übertragen werden, wie Zika, Dengue, Chikungunya oder Malaria, innerhalb der Schweiz ausbreiten könnten.

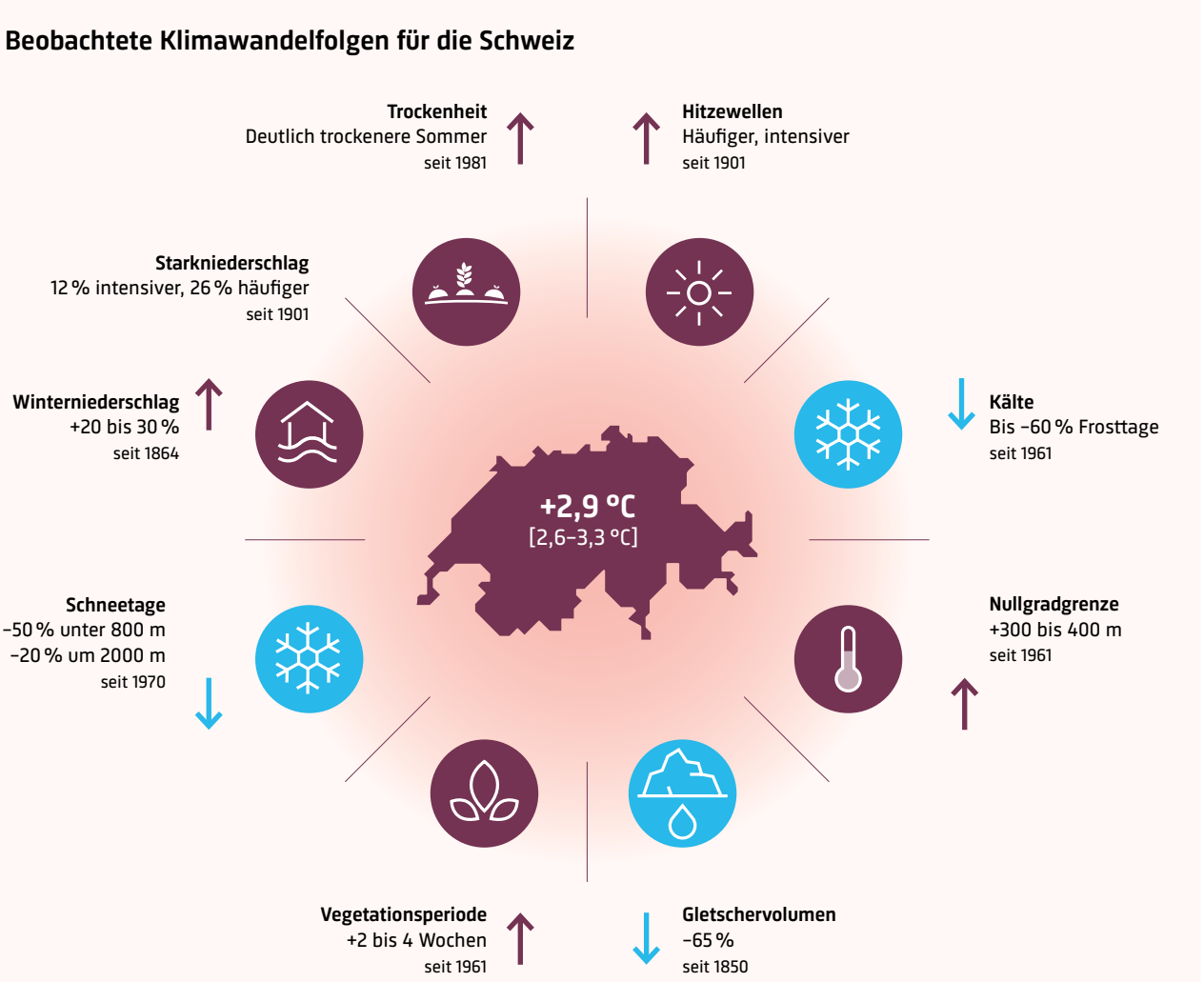


Abbildung 4: Wichtige Veränderungen des Schweizer Klimas und der Schweizer Umwelt basierend auf Beobachtungsdaten.[74]

Gesundheitsrelevant sind auch erhöhte Konzentrationen schädlicher Luftschadstoffe sowie eine länger andauernde, intensivere und früher beginnende Pollensaison, welche die Belastung empfindlicher Personen entsprechend erhöht und verlängert hat.[68, 69]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 G), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 G).

H) Urbaner Raum und Infrastrukturen

Urbane Regionen und insbesondere Städte sind aufgrund des «Wärmeinseleffekts» durch häufigere Hitzeperioden stärker belastet.[70] Die dichte Bebauung und der geringe Vegetationsbestand haben dazu geführt, dass sich Städte stärker aufheizen als ländliche Gebiete und nachts deutlich schlechter abkühlen.[70]

Aufgrund der milderen Winter ist der Heizbedarf gesunken, was bereits heute zu einer Reduktion der CO_2-Emissionen beiträgt, da weniger mit fossilen Brennstoffen geheizt wird. Dafür ist der Elektrizitätsbedarf für Kühlung kontinuierlich gestiegen.[71, 72]

Durch die starke Flächenversiegelung in den Städten kann das Regenwasser bei den heute schon häufiger auftretenden Starkregenereignissen teilweise nicht mehr ausreichend versickern.[73] Dies erhöht die Hochwassergefahr und belastet die Kanalisation und Kläranlagen.[73]

Die Infrastruktur ist direkt durch Schäden aufgrund zunehmender Extremereignisse betroffen. Insbesondere wurden Verkehrswege, aber auch Stromnetze durch Extremereignisse in Mitleidenschaft gezogen (z. B. Mattertal 2024, Misox 2024).[74]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 H), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 H).

I) Wirtschaft und Gesellschaft
Die höheren Temperaturen haben zu einer geringeren Arbeitsproduktivität geführt, was die Schweiz bereits heute jährlich schätzungsweise rund 665 Millionen Franken kostet.[H, 75]

Der Tourismus in Berggebieten ist durch den Rückgang der Schneebedeckung im Winter, die Zunahme von Naturgefahren und den stark erhöhten Wasserbedarf für die Kunstschnee-Erzeugung vom Klimawandel betroffen.[26, 53, 76–78] Der erhöhte Wasserbedarf gerät in Konflikt mit der Trinkwasserversorgung[53] und der Rückgang der Schneebedeckung zwingt bereits heute tiefer gelegene Skiorte zur Umstrukturierung des Angebots.[76]

In den vergangenen Jahrzehnten kam es in der Schweiz aus verschiedenen Gründen zu einer Zunahme von Schadenfällen und -kosten, die durch Wetterextreme verursacht wurden.[79–81] Grund für diese hohen Kosten sind vorwiegend sozioökonomische Faktoren wie die Zunahme der versicherten Werte und deren Verwundbarkeit, z. B. durch Bauten in Gefahrengebieten.[79]

Ein weiterer Einfluss auf die Schweizer Wirtschaft sind klimabedingte Schäden an Produktionsstätten im Ausland und damit verbundene Produktionsrückgänge oder Unterbrechungen von Lieferketten.[74]

Verwandte Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 I), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 I).

1.3 Bisheriger Minderungsfortschritt

Die globalen Treibhausgasemissionen nehmen jährlich zu, das Wachstum hat sich jedoch in den letzten 25 Jahren verlangsamt. Um eine globale Erwärmung von 1,5 °C nicht zu überschreiten, müssten die globalen, von Menschen verursachten Netto-CO_2-Emissionen bis 2030 um etwa 45 % gegenüber 2010 sinken und um das Jahr 2050 den Netto-Nullpunkt erreichen. In den meisten europäischen Ländern sind die produktionsbasierten Pro-Kopf-Emissionen in den letzten zehn Jahren zwar zurückgegangen, jedoch liegt die Rückgangsrate immer noch weit unter dem Niveau, das mit einer Erreichung der Ziele des Übereinkommens von Paris vereinbar wäre.

1.3.1 Global

Die globalen Treibhausgasemissionen wurden für das Jahr 2024 auf rund 58 ± 5 Gt CO_2eq geschätzt. Dies entspricht einer Erhöhung um 13 % gegenüber 2010 und 53 % gegenüber 1990.[195] Die globalen Treibhausgasemissionen nehmen jährlich zu (Ausnahme: im Jahr 2020 während der COVID-19-Pandemie) und eine Trendwende ist nicht in Sicht.[84] Der grösste Anteil und das grösste Wachstum der Brutto-Treibhausgasemissionen stammt von CO_2 aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen, gefolgt von Methan. Die Wachstumsrate der Treibhausgasemissionen sank von 2,1 % pro Jahr zwischen 2000 und 2009 auf 1,3 % pro Jahr zwischen 2010 und 2019.[83] Vorläufige Schätzungen, die auf den verfügbaren Daten basieren, deuten darauf hin, dass die fossilen CO_2-Emissionen im Jahr 2025 noch um 1,1 % im Vergleich zu 2024 gestiegen sind.[84]

Das Übereinkommen von Paris wurde im Jahr 2015 von 197 Staaten und der Europäischen Union, also insgesamt 198 Vertragsparteien, unterzeichnet.[85] Das Übereinkommen hat das Ziel, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C, im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode zu begrenzen. Um eine globale Erwärmung von 1,5 °C nicht zu überschreiten, müssten Modellrechnungen zufolge die globalen, von Menschen verursachten Netto-CO_2-Emissionen bis 2030 um etwa 45 % gegenüber 2010 sinken und um das Jahr 2050 den Netto-Nullpunkt erreichen. Um die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen, müssten die CO_2-Emissionen bis 2030 Modellrechnungen zufolge um etwa 25 % gegenüber 2010 zurückgehen und um 2070 auf netto null sinken.[86]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1.

1.3.2 Europa

In den meisten europäischen Ländern sind die produktionsbasierten Pro-Kopf-Emissionen in den letzten zehn Jahren zurückgegangen.[87] In einigen Ländern (inkl. DE, FR, UK, IT, ESP) sind auch die konsumbasierten Emissionen gesunken.[84, 88]

Dieser Emissionsrückgang erfolgte parallel zu einem anhaltenden Wirtschaftswachstum.[89] Dies deutet auf eine Entkopplung von Emissionen und Wirtschaftswachstum hin. Mit Ausnahme Dänemarks und des Vereinigten Königreichs, wo die Emissionen seit ihrem Höchststand um fast 50 % zurückgegangen sind, liegt die Rückgangsrate

H Die für die Berechnung angewendete Methode folgt dem IPCC-Risikomodell: Hazard × Exposure × Vulnerability. Sie kombiniert hochauflösende Hitzeprognosen (Hazard), wer wie stark bei Hitze arbeitet (Exposure), und wie sehr die Leistung bei Hitze sinkt (Vulnerability).

Infobox 2: Klimapolitik in der Schweiz

Der Weg zum Netto-Null-Treibhausgas-Ziel 2050 der Schweiz wird in der langfristigen Klimastrategie[93] aufgezeigt und ist gesetzlich im Klima- und Innovationsgesetz (KIG)[94] verankert.[95] Das KIG bildet den gesetzlichen Rahmen der mittel- bis längerfristigen Klimapolitik. Es legt etappenweise Treibhausgasemissionsreduktionsziele bis 2050 sowie Richtwerte für die Sektoren Gebäude, Verkehr (ohne internationale Luft- und Schifffahrt) und Industrie fest. Bund und Kantone sollen dabei eine Vorbildrolle einnehmen und bereits im Jahr 2040 mindestens Netto-Null-Treibhausgasemissionen aufweisen (inkl. Scope 3). Für Unternehmen gilt das Netto-Null-Ziel 2050 (Scope 1 und Scope 2). Zur Erreichung der Emissionsreduktionen setzt das KIG auf Anreize und Beratungsangebote und verzichtet auf Verbote. Unterstützt wird insbesondere der Umstieg auf klimafreundliche Heizungen im Rahmen des Impulsprogramms für klimafreundliche Gebäude sowie die Förderung neuartiger Technologien und Prozesse in Unternehmen. Die Klimaschutz-Verordnung (KIV)[96] konkretisiert die Rahmenbedingungen dieser Programme sowie die im Gesetz vorgesehenen Instrumente (u. a. Kriterien für Finanzhilfen, die Schaffung eines Netzwerks im Bereich «Anpassung an den Klimawandel», freiwillige Klimatests für Finanzinstitute). Die konkreten Massnahmen zur Umsetzung der Ziele des KIG werden im CO_2-Gesetz und in weiteren Gesetzen geregelt.

Das CO_2-Gesetz[97] umfasst den gesetzlichen Rahmen für die kurzfristige Klimapolitik der Schweiz. Im Gesetz ist festgeschrieben, dass die Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber 1990 mindestens halbiert und im Durchschnitt zwischen 2021–2030 um 35 % reduziert werden sollen. Zwei Drittel dieser Reduktionen sollen im Inland stattfinden. Für das restliche Drittel setzt die Schweiz auf Emissionsreduktionen im Ausland (siehe Infobox 5 und Kapitel 3.2.2 A). Ausserdem regelt das CO_2-Gesetz konkrete Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen in der Schweiz, unter anderem die CO_2-Abgabe, das Gebäudeprogramm und das Emissionshandelssystem. Eine Revision des CO_2-Gesetzes ab 2030 ist in Vorbereitung. Die Vorlage soll ein zusätzliches Emissionshandelssystem für die Sektoren Gebäude und Verkehr vorsehen. Zusätzlich will der Bund den Ausbau der CO_2-Entnahme und -Speicherung mit einem neuen Rahmengesetz beschleunigen.

In Übereinstimmung mit dem Übereinkommen von Paris[98] muss die Schweiz zudem auf internationaler Ebene alle fünf Jahre neue Emissionsreduktionsziele (engl. «Nationally Determined Contributions», NDCs) vorlegen, die ambitionierter sind, als die vorherigen. So wurde die langfristige Klimastrategie im Januar 2025 durch die neuesten Schweizer NDCs 2031–2035 ergänzt.[99] Die Ziele sehen eine Emissionsreduktion gegenüber 1990 um mindestens 65 % vor und im Durchschnitt der Jahre 2031–2035 sollen die Emissionen um 59 % gesenkt werden. Grundlage für die Berechnung der Emissionsreduktionsziele nach dem Übereinkommen von Paris sind die produktionsbasierten Emissionen eines Unterzeichnerstaats. Im Fall der Schweiz bedeutet dies, dass rund zwei Drittel der durch die Schweizer Endnachfrage verursachten Emissionen in den nationalen Zielen nicht miteinberechnet sind. Als Ausgangspunkt für ihre Zielformulierung bezieht sich die Schweiz auf ihr aktuelles Treibhausgasinventar, legt jedoch kein Kohlenstoffbudget fest (siehe Infobox 1 und Kapitel 2.1.1).

aber immer noch weit unter dem Niveau, das mit einer Begrenzung der durchschnittlichen globalen Erwärmung auf 1,5 °C vereinbar wäre.[84, 87, 90]

Klimapolitische Massnahmen auf EU- und nationaler Ebene haben zu dem beobachteten Rückgang der Emissionen in ganz Europa beigetragen. Zu diesen Massnahmen gehören Emissionsnormen für Gebäude und Fahrzeuge, Energieeffizienzstandards für Haushaltsgeräte und andere Maschinen, Fördermassnahmen für kohlenstoffarme Technologien wie erneuerbare Energieerzeugung und Elektrofahrzeuge sowie Mechanismen zur Bepreisung von Kohlenstoff, wie beispielsweise Kohlenstoff-Steuern auf nationaler Ebene oder das EU-Emissionshandelssystem.[87, 91, 92]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.2, Beobachtete Folgen: 1.2.2, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.2.

1.3.3 Schweiz

Die produktionsbasierten Treibhausgasemissionen der Schweiz sind zwischen 1990 und 2023 um rund 26,1 % gesunken, die produktionsbasierten Pro-Kopf-Emissionen um 44 %.[100] Der Hauptgrund für diese Reduktion der Emissionen zwischen 1990 und 2023 war ein Rückgang der Energieintensität (Energieverbrauch pro BIP) um etwa die Hälfte, gefolgt von einem Rückgang der Kohlenstoffintensität (CO_2-Emissionen pro Energieverbrauch) um rund 20 %.[88, 101, 102] Seit 1990 folgt die Entwicklung der produktionsbasierten CO_2-Emissionen in der Schweiz im Wesentlichen derselben Tendenz wie jene in Europa (siehe Abb. 5). In Bezug auf die Reduktion ihres CO_2-Fussabdrucks (ohne andere Treibhausgase) schneidet die Schweiz jedoch schlechter ab als eine Reihe ihrer Nachbarländer oder Länder mit einem ähnlichen Entwicklungsstand (Deutschland, Österreich, Belgien, Bulgarien, Kroatien, Dänemark, Spanien, USA, Finnland, Frankreich, Ungarn, Irland, Italien, Niederlande, Portugal, Rumänien, Schwe-

den).[103] Die Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Emissionen, die in mehreren Ländern in der EU beobachtet werden kann, trifft also auf die Schweiz nicht im gleichen Ausmass zu.[87, 103]

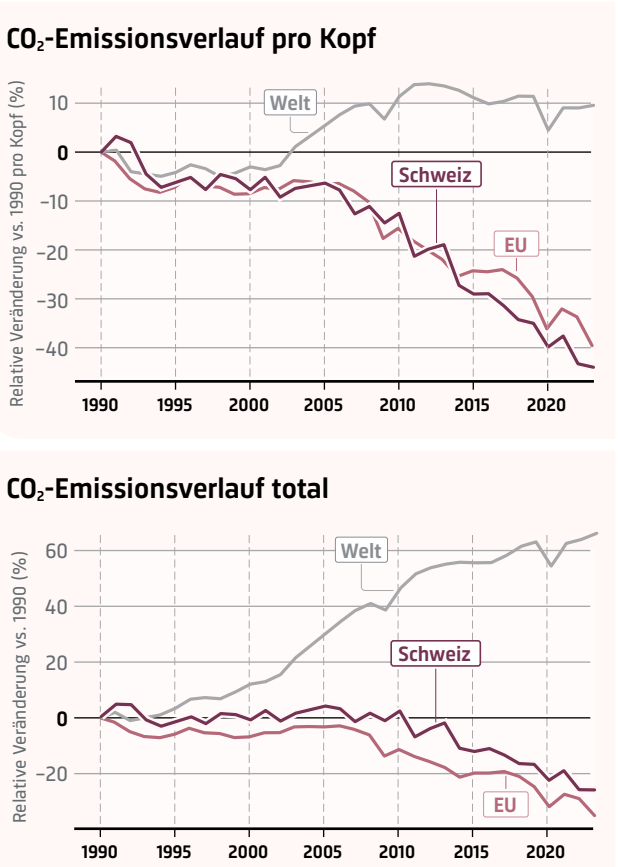


Abbildung 5: Vergleich des zeitlichen Verlaufs der normalisierten, produktionsbasierten CO_2-Emissionen global, in Europa und in der Schweiz. Während ein leichter Rückgang in Europa und der Schweiz zu beobachten ist, steigen bzw. stagnieren die weltweiten Emissionen.[104] Trotz des Rückgangs der produktionsbasierten Emissionen befinden sich die konsumbasierten (totalen) Pro-Kopf-CO_2-Emissionen der Schweiz weiterhin 2,5- bis 3-mal über dem weltweiten Durchschnitt.[105, 412]

Die importbasierten Treibhausgasemissionen der Schweiz sind heute mehr als doppelt so hoch wie die produktionsbasierten, da die Schweiz eine Nettoimporteurin von Gütern ist (siehe Abb. 6). Die importbasierten Emissionen sind seit dem Jahr 2000 etwa konstant geblieben.

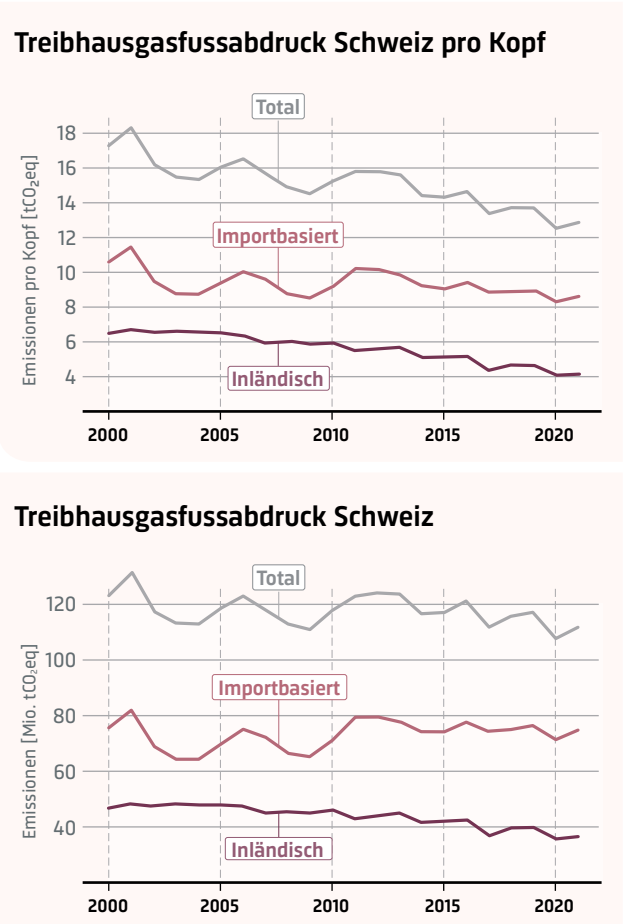


Abbildung 6: Absoluter und Pro-Kopf Treibhausgasfussabdruck der Schweiz.[15] Während ein leichter Rückgang der inländischen (produktionsbasierten) Emissionen zu beobachten ist, bleiben die importbasierten Emissionen auf einem hohen Niveau konstant.

Die konsumbasierten Treibhausgasemissionen sind gemäss den Zahlen des Bundesamts für Statistik (BFS) seit dem Jahr 2000 total um etwa 10 % und pro Kopf um 30 % zurückgegangen.[15] Die konsumbasierten (totalen) Emissionen umfassen hierbei die Summe der importbasierten und der produktionsbasierten Emissionen, abzüglich der exportbasierten Emissionen. Aufgrund der konstant gebliebenen importbasierten Emissionen ist somit der Rückgang vor allem den produktionsbasierten Emissionen zuzuschreiben. Die Einschätzung der Änderung der konsumbasierten Emissionen der Schweiz hängt jedoch von der gewählten Daten- und Berechnungsgrundlage ab. Ein Blick auf andere Quellen deutet im Gegensatz zu den BFS-Resultaten teilweise auf ein schwaches Wachstum der totalen konsumbasierten Emissionen (+1,3 % pro Jahr)[105] hin, oder aber auf einen nur leichten Rückgang (−0,35 % pro Jahr).[15]

Emissionsverlauf pro Sektor Schweiz

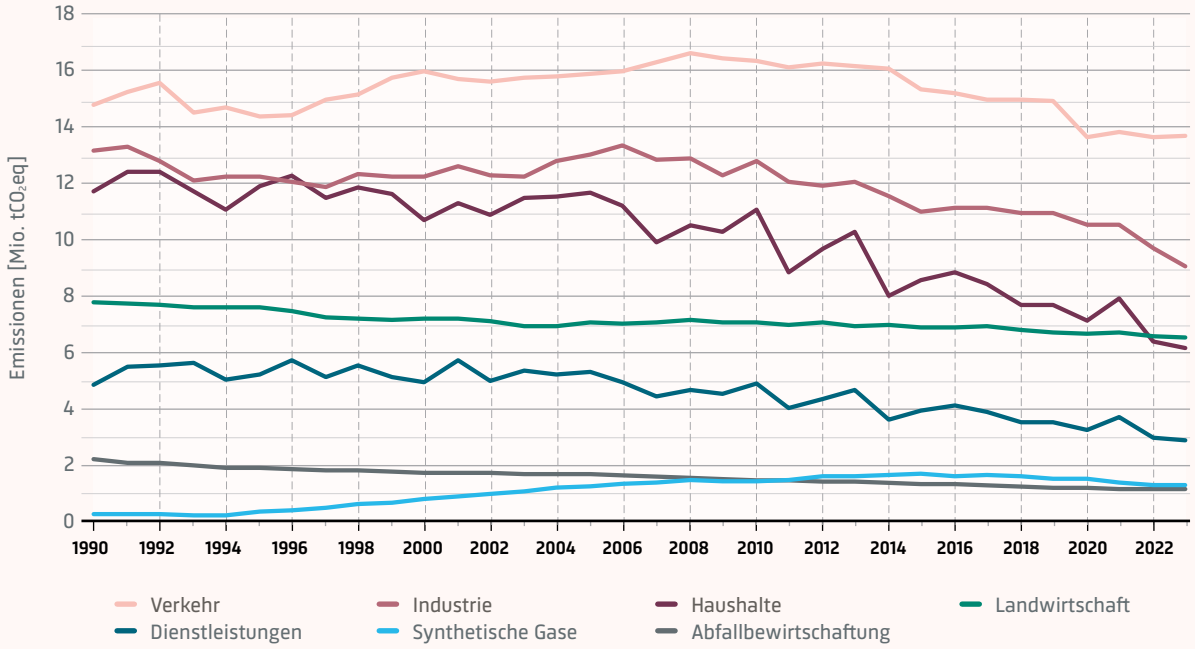


Abbildung 7: Entwicklung der produktionsbasierten Treibhausgasemissionen nach Sektoren (importbasierte Emissionen und Emissionen des Flug- und Schiffsverkehrs sind nicht enthalten).[12]

Zu den Sektoren, in denen die Treibhausgasemissionen vor allem aufgrund von Effizienzsteigerungen deutlich zurückgegangen sind, gehören der Industrie- und Gebäudesektor. Im Industriesektor führten ausserdem die Schliessungen emissionsintensiver Unternehmen seit 1990 zu einem Emissionsrückgang (z. B. in der Aluminium-, Ammoniak- und Zementproduktion). Die Emissionen der Landwirtschaft, die hauptsächlich aus Methan und Lachgas bestehen, sind ebenfalls gesunken, jedoch weniger stark. Die Emissionen im Verkehrssektor sind aufgrund des gestiegenen Verkehrsaufkommens und der schwereren Fahrzeuge bis etwa 2008 noch angestiegen und lagen 2023 erst leicht unter dem Wert von 1990.[12] Ein weiterer möglicher Grund für den stärkeren Rückgang der Emissionen im Industrie- und Gebäudesektor im Vergleich zum Verkehrssektor liegt in der unterschiedlichen Besteuerung: Die seit 2008 geltende CO_2-Abgabe der Schweiz gilt für fossile Brennstoffe wie Heizöl und Erdgas, nicht jedoch für Treibstoffe wie Benzin und Diesel. Dadurch sind die Anreize zur Emissionsreduktion im Verkehrssektor schwächer als im Industrie- und Gebäudesektor.[106] Die Emissionen des internationalen Flugverkehrs haben im Verlaufe der letzten 30 Jahre insgesamt zugenommen (mit vorübergehenden Rückgängen z. B. während COVID) und lagen 2019 über 85 % höher als 1990.[100] Eine Trendwende ist aktuell nicht in Sicht.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3, Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).
Definition «Produktionsbasiert», «Importbasiert», «Konsumbasiert», «Fussabdruck» siehe Glossar.

1.4 Bisheriger Anpassungsfortschritt

Trotz einiger Fortschritte können die derzeit weltweit ergriffenen Anpassungsmassnahmen mit dem Klimawandel nicht Schritt halten. Grenzen der Anpassungsfähigkeit, beispielsweise aufgrund zu starker oder zu rascher Veränderungen, wurden bereits beobachtet und sind in einigen Ökosystemen und Regionen erreicht worden, beispielsweise bei Korallenriff-Ökosystemen oder beim Verlust von Gletschern. In der Schweiz werden vorwiegend sektorspezifische Anpassungsstrategien wie Hitzeaktionspläne, Frühwarnsysteme für Naturgefahren oder Bewässerungssysteme zur nachhaltigen Wassernutzung umgesetzt. Erste sektorübergreifende Anpassungsprojekte sind im Gange.

Infobox 3: Grenzen der Anpassung

Anpassungsgrenzen sind erreicht, wenn Menschen, Organisationen oder ganze Systeme sich nicht mehr wirksam an veränderte Bedingungen anpassen können, um sich vor ernsten oder untragbaren Risiken zu schützen.[109] Von untragbaren Risiken spricht man, wenn durch die Auswirkungen einer Veränderung grundlegende gesellschaftliche oder persönliche Werte bedroht sind. Dazu zählen beispielsweise die öffentliche Sicherheit, der Erhalt kultureller Traditionen, die Einhaltung von Rechtsnormen oder das Vertrauen in gesellschaftliche Abmachungen, auch Gesellschaftsvertrag genannt.[110]

Anpassungsgrenzen können weich oder hart sein. Weiche Anpassungsgrenzen treten auf, wenn zwar Möglichkeiten zur Anpassung an ein Risiko bestehen, diese aber aktuell nicht umsetzbar oder verfügbar sind. Ein Beispiel dafür ist der Schutz vor zunehmender Hitzebelastung in Städten: Technisch wäre eine stärkere Begrünung, Entsiegelung oder bauliche Anpassung möglich, doch begrenzte finanzielle Mittel, fehlende Flächen und lange Planungsverfahren verhindern oft eine rasche Umsetzung. Harte Anpassungsgrenzen hingegen sind erreicht, wenn es keine realistischen oder wirksamen Anpassungsmöglichkeiten mehr gibt. Ein Beispiel aus der Ökologie ist die Wanderung kälteliebender alpiner Pflanzenarten in die Höhe: Eine harte Anpassungsgrenze ist dabei die Bergspitze.

Je weniger wirksam die Anstrengungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen sind, desto stärker muss in Anpassung investiert werden – und desto eher werden Grenzen der Anpassung erreicht, auch durch das Zusammenwirken verschiedener Einschränkungen, etwa ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Art,[111] auch in der Schweiz.

1.4.1 Global

In den letzten Jahren haben die Planung und Umsetzung von Anpassungsmassnahmen in verschiedenen Sektoren und Regionen weltweit zugenommen. Es gibt viele dokumentierte, wirksame Optionen zur Minderung von Klimaauswirkungen und -risiken für verschiedene Kontexte, Sektoren und Regionen.[1 (Ch. A.3)] Trotz erheblicher Fortschritte können die derzeitigen Anpassungsmassnahmen jedoch nicht mit dem fortschreitenden Klimawandel Schritt halten.[1 (Ch. A.3)] Das führt zu einem wachsenden Anpassungsdefizit.

Grenzen der Anpassungsfähigkeit, z. B. aufgrund zu starker oder zu rascher Veränderungen, wurden schon beobachtet und sind in einigen Ökosystemen und Regionen bereits erreicht (z. B. bei Korallenriff-Ökosystemen).[107] Das deutet darauf hin, dass diese Ökosysteme und Regionen bei der weiteren Anpassung an den Klimawandel vor besonderen Herausforderungen stehen könnten bzw. keine weitere Anpassung mehr möglich ist.[1, 108]

Darüber hinaus kommt es in einigen Sektoren und Regionen zu Fehlanpassungen, die häufig soziale Ungleichheiten verstärken.[108 (Ch. TS.D.3)] Beispielsweise können Küstenschutzmauern zwar kurzfristig Menschen und Infrastruktur schützen, langfristig jedoch das Klimarisiko erhöhen, da in diesen geschützten Gebieten immer mehr gebaut wird und die Umweltgefahren zunehmen. Ausserdem stören oder beschädigen solche Bauwerke oft die Küstenökosysteme.[1 (Ch. B.4.3)]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1.
Definition «Fehlanpassung» siehe Glossar.

1.4.2 Europa

Bis 2020 verfügten mehr als 30 Staaten in Europa über eine nationale Anpassungsstrategie oder einen nationalen Anpassungsplan.[108] Auf regionaler Ebene wurde 2021 die Europäische Anpassungsstrategie verabschiedet, deren Schwerpunkt auf einer datengestützten, schnelleren und systematischeren Anpassung liegt.[112, 113]

Bereits 51 % der europäischen Städte verfügen über spezifische Klimaanpassungspläne und haben mit deren Umsetzung begonnen (2018 waren es nur 26 %). Viele Städte setzen verstärkt auf Massnahmen wie klimaresistente Gebäude, naturbasierte Lösungen (engl. «Nature Based Solutions») und technologische Frühwarnsysteme.[114]

Trotz dieser Entwicklungen schreitet die Anpassung immer noch zu langsam voran oder verläuft gar rückwärts. Die wirtschaftlichen Verluste durch wetter- und klimabedingte Extremereignisse sind stärker angestiegen als die Wirtschaft gewachsen ist.[115] Ausserdem besteht nach wie vor ein Mangel an Daten zu den wichtigsten Klimaindikatoren und deren europaweit koordinierte Erfassung ist nicht gewährleistet.[116]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.2, Beobachtete Folgen: 1.2.2, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.2.
Definition «Klimaindikatoren» siehe Glossar.

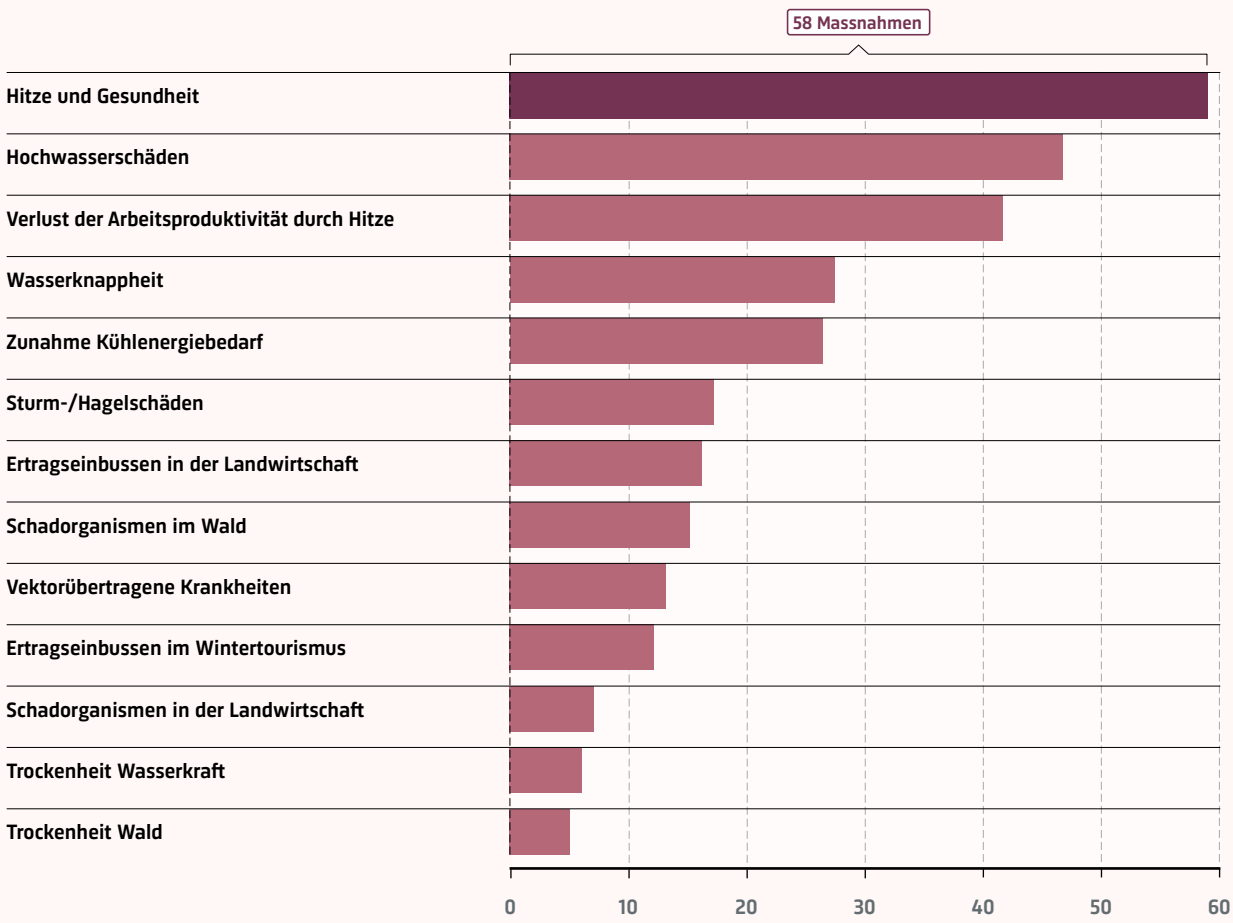


Abbildung 8: Anzahl der Anpassungsmassnahmen pro klimabedingtem Risiko. Die Grafik zeigt, wie viele in der Schweiz umgesetzte oder geplante Anpassungsmassnahmen mit jeder Risikokategorie verbunden sind (Risikokategorien nach Köllner et al.[117] Daten basierend auf einer Datenbank des NCCS-Impacts Projekts «Kosten der Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz»)

1.4.3 Schweiz

Die Schweiz hat in verschiedenen Sektoren und in geringerem Umfang auch sektorübergreifend Anpassungsmassnahmen unternommen, nicht zuletzt, um auf unterschiedliche Extremereignisse und deren Folgen zu reagieren (siehe Abb. 8).

Um den steigenden Temperaturen und der durch den städtischen Wärmeinseleffekt verursachten überdurchschnittlichen Erwärmung von Städten entgegenzuwirken, wurden in der Schweiz bereits verschiedene Massnahmen ergriffen. Zunächst standen Hitzeaktionspläne und Aufklärungskampagnen im Vordergrund. Diese sollen die Bevölkerung über die Gesundheitsrisiken von Hitzeperioden informieren und Hinweise zum richtigen Verhalten bei hohen Temperaturen geben.[118, 119] In den letzten Jahren wurden die Anpassungsbemühungen zunehmend auf bauliche Massnahmen ausgeweitet, um den städtischen Wärmeinseleffekt langfristig zu verringern. Dazu gehören insbesondere die Schaffung von mehr grüner Infrastruktur (z. B. Bäume, Parks oder begrünte Dächer) sowie der Einsatz reflektierender Oberflächen, die weniger Wärme speichern und dadurch eine Senkung der Umgebungstemperatur bewirken.

Das Monitoring der hitzebedingten Todesfälle in der Schweiz deutet darauf hin, dass sich die Bevölkerung zwischen 1980 und 2023 bereits teilweise an höhere Temperaturen angepasst hat. Trotz steigender mittlerer Sommertemperatur und der alternden Bevölkerung nimmt die Anzahl hitzebedingter Todesfälle pro 100 000 Einwohnenden tendenziell ab (siehe Abb. 9), wobei Hitze weiterhin die Naturgefahr mit den meisten Todesop-

Hitzebedingte Todesfälle

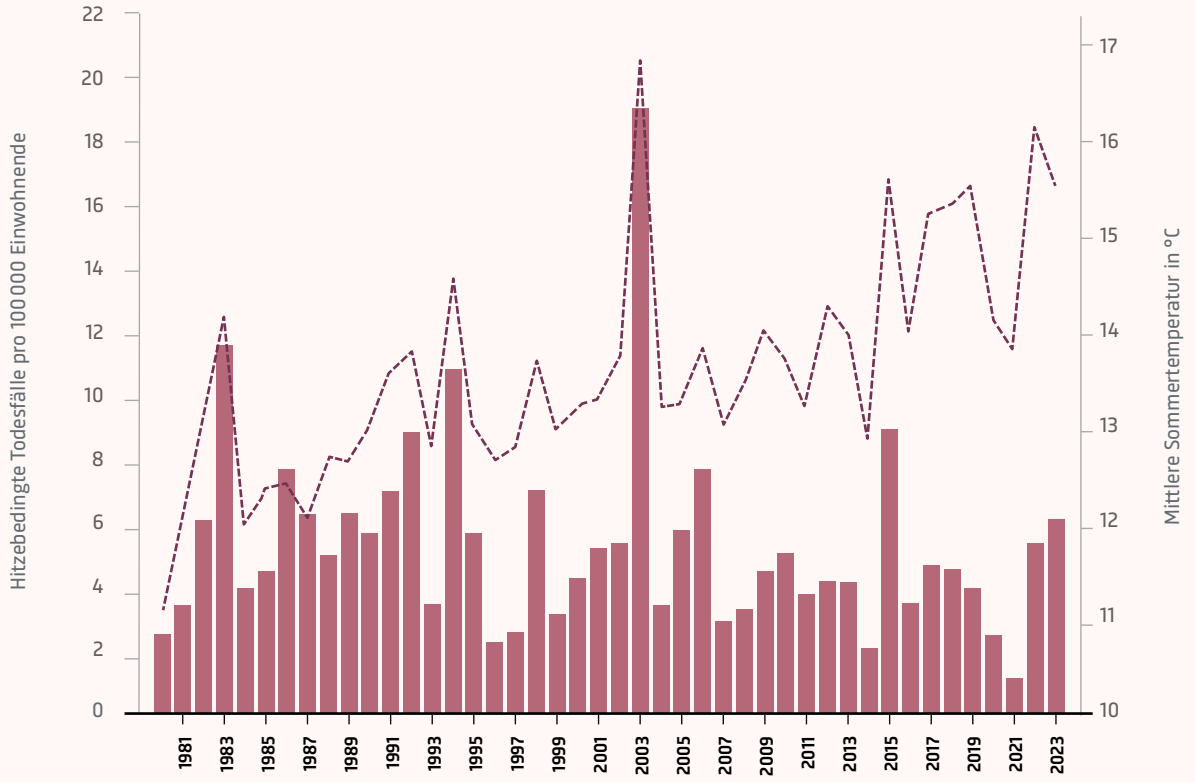


Abbildung 9: Veränderung der hitzebedingten Todesfälle pro 100 000 Einwohnende im Zeitraum 1980–2023. Der Rückgang in den letzten Jahren kann zumindest teilweise auf die neu eingeführten Anpassungsmassnahmen zurückgeführt werden.[121]

fern in der Schweiz bleibt.[120] Die Anpassung an steigende Temperaturen betrifft jedoch vor allem Tage mit moderat hohen Temperaturen, an denen die Sterblichkeit zuletzt nicht mehr mit zunehmender Temperatur gestiegen ist. An Tagen mit hohen oder sehr hohen Durchschnittstemperaturen ist hingegen weiterhin ein Anstieg der Sterblichkeit zu beobachten.[120]

Um den zunehmenden Überschwemmungsrisiken und gravitativen Gefahren wie Murgängen und Steinschlag zu begegnen, wurden Frühwarnsysteme entwickelt, die sowohl die Bevölkerung als auch die Infrastrukturverantwortlichen alarmieren. Diese Systeme werden jetzt auf weitere Gefahren ausgeweitet, darunter extreme Wetterereignisse, Dürren und Wasserknappheit (mehr Infos dazu auf drought.ch).[122] Neben technischen Schutzmassnahmen setzt die Schweiz seit Langem auf naturbasierte Lösungen, beispielsweise auf Schutzwälder an steilen Hängen, um Steinschlagrisiken zu verringern.[123]

Als Reaktion auf Änderungen der Wasserverfügbarkeit wurden die Nutzung von Bewässerungssystemen ausgebaut und klimaresistente Pflanzensorten eingeführt.[124] Diese Massnahmen sollen die Lebensmittel- und Energiesicherheit aufrechterhalten und gleichzeitig die ökologischen Auswirkungen der intensiveren Wassernutzung minimieren.

Neben diesen sektorspezifischen Anpassungen gibt es auch erste Ansätze für sektorübergreifende Anpassungen.[125, 126] Projekte zur Renaturierung von Flüssen[127] bieten beispielsweise sektorübergreifende Vorteile für den Hochwasserschutz, die Biodiversität und die Erholung und zeigen das Potenzial multifunktionaler, systemischer Ansätze auf.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3, Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).
Definition «Gravitative Gefahren», «Klimaresistenz» siehe Glossar.

2 Zukünftiger Klimawandel und Risiken

2.1 Allgemeine Grundsätze

Das ab Anfang 2025 verbleibende globale CO_2-Budget beträgt noch 130 Gt CO_2, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % das im Übereinkommen von Paris angestrebte globale Erwärmungslimit von 1,5 °C nicht zu überschreiten. Ab einer globalen Erwärmung von 1,5 °C nimmt das Risiko, Kipppunkte in natürlichen Systemen zu erreichen, stark zu. Laut aktuellen Einschätzungen werden wir dieses Budget in den nächsten fünf Jahren aufgebraucht haben. Wie viel des globalen CO_2-Budgets die Schweiz verbrauchen darf, hängt von gesellschaftlich bzw. politisch zu definierenden Annahmen ab.

2.1.1 Kohlenstoffbudgets

A) Global

Jede vom Menschen verursachte CO_2-Emission trägt in etwa gleich stark zur globalen Erwärmung bei. Im Durchschnitt führt die Freisetzung von 1000 Gigatonnen CO_2 zu einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur von rund 0,45 °C.[21 (Ch. D.1.1)]

Das verbleibende Kohlenstoffbudget (oder CO_2-Budget) bezeichnet die Menge an CO_2, die weltweit ab heute höchstens noch ausgestossen werden darf, um eine bestimmte globale Temperaturgrenze nicht zu überschreiten. Ob diese Grenze eingehalten werden kann, hängt im Wesentlichen davon ab, wie viel CO_2 bis zum Erreichen von netto null insgesamt ausgestossen wird und wie stark die Emissionen anderer Treibhausgase – insbesondere von Methan in diesem Jahrzehnt – reduziert werden.[I] Beide Faktoren bestimmen massgeblich, ob die international vereinbarte Begrenzung der globalen Erwärmung erreicht werden kann.

Das ab Anfang 2025 verbleibende globale CO_2-Budget beträgt noch 130 Gt CO_2, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % unter dem vom Übereinkommen von Paris angestrebten Erwärmungslimit von 1,5 °C zu bleiben.[3] Diese Schätzung wurde seit dem IPCC-AR6-Bericht[128] (damalige Schätzung: 500 Gt CO_2 ab 2020) deutlich reduziert.

Basierend auf der Schätzung der vom Menschen verursachten Erwärmung bis zum Jahr 2024[J] von 1,36 °C und der aktuellen Temperaturanstiegsrate von 0,27 °C pro Jahrzehnt wird davon ausgegangen, dass die vom Menschen verursachte globale Erwärmung bei gleichbleibenden Emissionsraten in etwa fünf Jahren 1,5 °C erreichen würde.[3]

B) Schweiz

Während sich das verbleibende globale Kohlenstoffbudget basierend auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen berechnen lässt, ist die Aufteilung auf einzelne Regionen oder Länder mit gesellschaftlich bzw. politisch zu definierenden Annahmen verbunden. So könnte man den Anteil der Schweiz allein prozentual an der Bevölkerungszahl berechnen, man könnte aber auch die historischen oder die konsumbasierten (d. h. durch den Endverbrauch von Gütern und Dienstleistungen in einem Land entstehenden) Emissionen oder die Finanzkraft als Basis nehmen oder mit einbeziehen.[129, 130]

In der Schweiz wurden solche normativen Annahmen – wie in praktisch allen anderen Ländern – bisher nicht festgelegt. Das Übereinkommen von Paris schreibt dies nicht vor und bietet keine anerkannte Methode zur fairen Verteilung des CO_2-Budgets zwischen den Vertragsstaaten. Je nach Annahme ergibt sich, dass die Schweiz ihr verbleibendes Kohlenstoffbudget für die 1,5 °C-Limite bereits aufgebraucht hat, oder dass die Emissionsminderungsziele aus der bestehenden Klimagesetzgebung das verbleibende Kohlenstoffbudget der Schweiz überbeanspruchen oder knapp einhalten.

Definition «Kohlenstoffbudget, «Konsumbasierte Emissionen» siehe Glossar.

2.1.2 Kipppunkte natürlicher Systeme

Im Klimasystem existieren zahlreiche so genannte Kipppunkte,[3 (Annex I, Glossary)] bei welchen Klima- oder Ökosysteme in einen anderen Zustand kommen, mit entweder abrupten oder unumkehrbaren Veränderungen. Beispiele dafür sind der Zusammenbruch der Umwälzströmung im atlantischen Ozean (oft mit «Golfstrom» bezeichnet), verbunden mit einer schnellen und starken Abkühlung

I Die Verringerung der Emissionen des zweitwichtigsten Treibhausgases, Methan, ist besonders wichtig. Methan wird – anders als CO_2 – in der Atmosphäre relativ rasch abgebaut, ist aber aufgrund der starken Erwärmungswirkung und der hohen Emissionen für etwa einen Drittel der menschverursachten Erwärmung verantwortlich. Eine rasche, massgebliche Senkung der Methanemissionen führt zu einer Senkung der atmosphärischen Konzentration und der Erwärmungswirkung. Dadurch erhöht sich das verbleibende CO_2-Budget. Die Reduktion der weiteren Nicht-CO_2-Treibhausgase ist ebenfalls wichtig für die Erreichung der Klimaziele, steht aber aufgrund der im Vergleich zu CO_2 und Methan deutlich geringeren Gesamtwirkung weniger im Vordergrund.

J Die in Kapitel 1.1.1 genannte von Menschen verursachte globale Erwärmung von 1,24 °C [1,11–1,35 °C] bezieht sich auf den Durchschnittswert 2015–2024. Die hier erwähnte Schätzung von 1,36 °C gilt für das Jahr 2024 und entspricht der (extrapolierten) geglätteten beobachteten Temperaturentwicklung.

in Nordeuropa; das Abschmelzen des grönländischen Eisschildes oder der Zusammenbruch des Westantarktischen Eisschildes, jeweils verbunden mit einer starken Erhöhung des Meeresspiegels; eine abrupte Freisetzung von Methan aus Ablagerungen eines festen Wasser-Methan-Gemischs (Hydraten) in den Tiefen des Ozeans; ein flächenhaftes Absterben des Amazonasregenwalds; oder das Aussterben von Tier- oder Pflanzenarten.[128 (Ch. 1)]

Verschiedene Kipppunkte sind miteinander verknüpft und beeinflussen sich gegenseitig.[128 (Ch. 1)] Die Gefahr, solche Kipppunkte zu erreichen oder zu überschreiten, steigt mit zunehmender globaler Temperatur. Einschätzungen dazu, bei welchem Temperaturanstieg diese Kipppunkte erreicht werden, sind jedoch mit grossen Unsicherheiten behaftet und werden intensiv diskutiert.

Verwandtes Kapitel: Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1.
Definition «Kipppunkt» siehe Glossar.

2.1.3 Überschreitung und Rückkehr zur Temperaturgrenze

Wenn die globale Erwärmung ein bestimmtes Niveau, zum Beispiel 1,5 °C überschreitet, könnte sie danach über Jahrzehnte bis Jahrhunderte wieder unter diese Marke gesenkt werden, indem global netto-negative CO_2-Emissionen[K] über längere Zeit aufrechterhalten werden. Dies würde im Vergleich zu einer Entwicklung ohne Überschreitung zusätzliche CO_2-Entnahmen erfordern. Je mehr CO_2-Entnahme dabei pro Jahr erzielt werden muss, desto aufwändiger und teurer wird die Umsetzung und die Frage stellt sich, ob die erforderliche Menge technisch überhaupt erreichbar wäre.

Eine Überschreitung bringt zudem nachteilige Folgen mit sich. Einige dieser Folgen sind unumkehrbar (beispielsweise, wenn Kipppunkte überschritten werden, siehe oben), d. h. sie können mit einer globalen Abkühlung durch netto-negative Emissionen nicht mehr rückgängig gemacht werden. Je grösser das Ausmass und die Dauer der Überschreitung sind, umso stärker nehmen die Folgen und zusätzlichen Risiken für menschliche und natürliche Systeme zu.

Verwandtes Kapitel: Kipppunkte: 2.1.2.
Definition «Kipppunkt» siehe Glossar.

K Bei netto-negativen CO_2-Emissionen wird der Atmosphäre durch menschliche Aktivitäten in der Bilanz mehr CO_2 entzogen, als CO_2 in die Atmosphäre emittiert wird. Dafür werden chemische oder biologische Methoden zur Entnahme von CO_2 (Carbon Dioxide Removal, CDR) verwendet. Dabei existieren noch zahlreiche offene Fragen bezüglich der technischen Möglichkeiten, den realistischen Potenzialen und den Kosten.

2.2 Zukünftiger Klimawandel

Auf Grundlage der von den Staaten verabschiedeten Emissionsreduktionsziele (NDCs) ist es wahrscheinlich, dass die globale Erwärmung bereits im Jahr 2030 die Marke von 1,5 °C überschreiten wird. Damit würde auch die Begrenzung der Erwärmung auf unter 2 °C immer schwieriger werden. Klimamodellszenarien, die keine neuen, zusätzlichen Emissionsreduktionsziele annehmen, zeigen bis zum Jahr 2100 eine globale Erwärmung von rund 2,6 °C. Für die Schweiz bedeutet dies eine überdurchschnittliche Temperaturzunahme: Bei einer globalen Erwärmung von 2 °C wird eine Zunahme um rund 3,5 °C und bei 3 °C sogar um etwa 4,9 °C im Schweizer Jahresmittel erwartet.

2.2.1 Global

Globale und regionale Klimamodelle haben kontinuierlich an Komplexität und Zuverlässigkeit zugenommen. Sie bilden heute alle wesentlichen Komponenten und Prozesse des Klimasystems ab und sind unsere wichtigsten Werkzeuge zur Beschreibung des zukünftigen Klimawandels. Die Klimamodelle haben die Entwicklung der globalen Erdoberflächentemperatur in der Vergangenheit ziemlich gut vorhergesagt. Bereits die Modellrechnungen von 1988 für die zukünftige Temperaturentwicklung[131] lagen sehr nahe an den Beobachtungen (beispielsweise an der gemessenen globalen mittleren Erdoberflächentemperatur), wenn man die tatsächliche Entwicklung der Emissionen berücksichtigt.

Aufgrund der aktuell versprochenen Emissionsreduktionsziele der Staaten (NDCs)[L] ist es wahrscheinlich, dass die Erwärmung im Laufe des 21. Jahrhunderts 1,5 °C überschreiten und die Begrenzung auf unter 2 °C erschwert möglich sein wird. Der im Moment wahrscheinlichste Zeitpunkt, an dem das 1,5 °C-Ziel langfristig überschritten wird, ist um das Jahr 2030.[132] Modellszenarien, die den angekündigten NDCs bis 2030 und 2035 entsprechen und keine zusätzlichen Massnahmen beinhalten, führen zu einer globalen Erwärmung von rund 2,6 °C bis 2100.[133]

Emissionsszenarien, die von einem weiteren Anstieg der jährlichen Treibhausgasemissionen ausgehen (die aktuellen NDCs also nicht eingehalten werden), ergeben bis zum Ende des 21. Jahrhunderts eine globale Erwärmung von mehr als 3 °C oder sogar 4 °C im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode.[1 (Ch. B.1.1)]

L Die Emissionsreduktionsziele unter dem Übereinkommen von Paris werden Nationally Determined Contributions (NDCs) genannt. Sie bezeichnen die von einzelnen Vertragsstaaten festgelegten, quantitativen und qualitativen Beiträge zur Minderung von Treibhausgasemissionen sowie zur Anpassung an den Klimawandel. Sie sind zentraler Bestandteil des Bottom-up-Ansatzes des Übereinkommens und reflektieren die jeweilige nationale Verantwortung, Kapazität und Ambition, wobei sie im Fünfjahresrhythmus aktualisiert und idealerweise ambitionierter ausgestaltet werden.

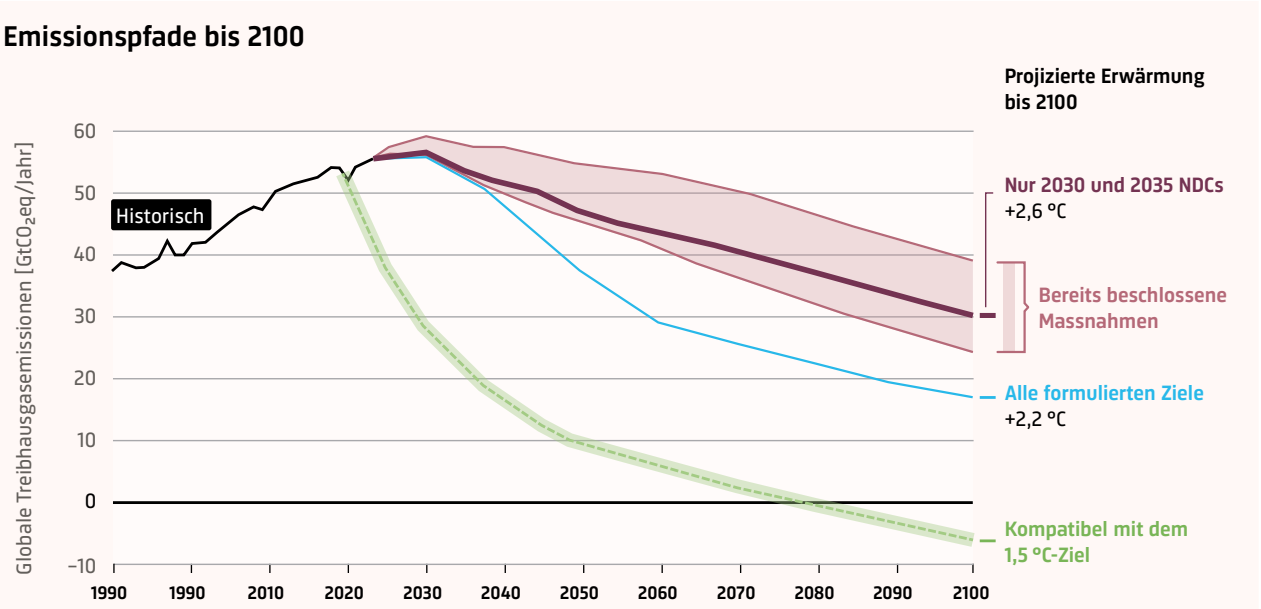


Abbildung 10: Die Umsetzung der nationalen Klimabeiträge (NDCs 2030 und 2035) würde voraussichtlich zu einer globalen Erwärmung von 2,6 °C führen. Bereits beschlossene Massnahmen führen voraussichtlich zu einer Erwärmung, die sich ebenfalls um diesen Wert bewegt. Wenn verbindliche langfristige oder Netto-Null-Ziele einbezogen werden, würde die Erwärmung auf etwa 2,2 °C über dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden.[133]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1.
Definition «Emissionsszenario» siehe Glossar.

2.2.2 Schweiz

Die bisher beobachteten Klimaveränderungen in der Schweiz werden sich in Zukunft fortsetzen. In ihrer Intensität und Frequenz werden sie sich ausserdem weiter verschärfen.[9]

Die Schweiz hat sich bislang deutlich stärker erwärmt als der globale Durchschnitt. Künftig wird sich diese überdurchschnittliche Erwärmung voraussichtlich etwas abschwächen: Zwar wird sich die Schweiz weiterhin stärker erwärmen als der globale Mittelwert, jedoch nicht mehr in dem bislang etwa doppelt so hohen Ausmass. Bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode steigen die Jahresmitteltemperaturen in der Schweiz um 2,9 °C. Für eine globale Erwärmung von 2° C im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode wird eine Erwärmung im Jahresmittel von 3,6 °C in der Schweiz projiziert, bzw. für global 3 °C eine Erwärmung von 4,9 °C.[9 (Ch. 3)]

Die regionalen Erwärmungsunterschiede in der Schweiz werden sich je nach Szenario weiter verstärken. Bei einer globalen Erwärmung von 3 °C im Vergleich zur vorindustriellen Referenzperiode erwärmen sich das Mittelland und der Jura im Sommer (Juni bis August) um etwa 5,1 °C und hochalpine Räume um 6 °C.[M] Diese Erwärmungsdifferenzen je nach Region sind vor allem im Sommer sehr markant, im Jahresdurchschnitt verglichen zur globalen Erwärmung eher klein.[9 (Ch. 3)]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3, Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).

M Erwärmung zusammengesetzt aus der Erwärmung von 1,9 °C (Mittel von 1991–2020) und der erwarteten Erwärmung im Sommer nach dieser Periode im Mittelland (+3,2 °C) und in den Alpen (+4,1 °C).

Infobox 4: Globale Erwärmungsniveaus

Neue Studien haben gezeigt, dass es unabhängig vom Emissionsszenario einen klaren Zusammenhang zwischen den total emittierten Treibhausgasen und der globalen Erwärmung gibt.[21 (Ch. D.1.1)] Gleichzeitig ist der Anstieg der globalen Mitteltemperatur die wichtigste Steuergrösse für regionale Veränderungen in weiteren Klimavariablen wie z. B. dem Niederschlag. Aufgrund dieser Zusammenhänge kann der zukünftige regionale Klimawandel statt für feste zukünftige Zeitperioden auch für bestimmte globale Erwärmungsniveaus (engl. «global warming levels», GWL) beschrieben werden, unabhängig vom Emissionsszenario (d. h. wie sich bspw. das Klima in der Schweiz bei einer globalen Erwärmung von 2 °C verändert, unabhängig davon, ob dieses Erwärmungsniveau 2050 oder 2100 erreicht wird).

2.3 Zukünftige Klimawandelfolgen und klimabedingte Risiken

Für alle Regionen der Welt wird ein weiterer Anstieg der Klimarisiken erwartet. Für die Schweiz sind die relevantesten Risiken eine Zunahme von Hitzeperioden und Tropennächten, ein steigendes Naturgefahrenpotenzial, Veränderungen von Lebensräumen und Artenzusammensetzungen sowie klimawandelbedingte Unterbrechungen von internationalen Lieferketten.

2.3.1 Global

Für alle Regionen der Welt wird ein weiterer Anstieg der Klimarisiken erwartet.[1 (Ch. B.2.3)] Bei einer Erwärmung um mehr als 1,5 °C werden die Risiken immer stärker ansteigen und sich vervielfachen. Klimarisiken werden immer komplexer und vernetzter und damit schwieriger zu bewältigen. Schon ab einer globalen Erwärmung von 1,5 °C steigt das Risiko deutlich, dass sogenannte Kipppunkte im Klimasystem erreicht werden.[134 (Ch. 3.5.5)]

In Zukunft wird der allmähliche Anstieg des Meeresspiegels die notwendigen Umsiedlungen aufgrund der Unbewohnbarkeit der betroffenen Gebiete erheblich verstärken.[135] Der Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und Konflikten, die zu Flüchtlingsmigrationen nach Europa führen könnten, bleibt allerdings schwach.[136]

Klimarückkopplungen werden im Laufe dieses Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung gewinnen, selbst wenn der direkte Einfluss des Menschen auf die Klimaerwärmung abnimmt. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass tiefliegende Wolken, die mit der Erwärmung zunehmen, den Klimawandel letztlich weiter verstärken.[137] Die Erwärmung führt auch zu höheren Methanemissionen (z. B. aus Sumpfgebieten) sowie zusätzlichen CO_2-Emissionen (z. B. durch Waldbrände). Diese steigern wiederum die Treibhauskonzentrationen und somit die Erwärmung.[3]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Kipppunkte 2.1.2, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.1. Definition «Kipppunkt», «Rückkopplung» siehe Glossar.

Infobox 5: Das IPCC-Risikokonzept

Im IPCC-Bericht bezeichnet der Begriff «Risiko» das Potenzial für das Eintreten von nachteiligen Folgen des Klimawandels. Damit sind sowohl Auswirkungen auf Menschen (z. B. bezüglich Gesundheit, Sicherheit oder Lebensgrundlagen) als auch auf ökologische Systeme (z. B. Tiere, Pflanzen oder Ökosysteme) gemeint. Der Bericht berücksichtigt ausserdem, dass Risiken nicht nur durch den Klimawandel selbst, sondern auch durch Massnahmen zu seiner Bekämpfung entstehen können – etwa, wenn Anpassungen unbeabsichtigte Folgen haben. Zudem wird anerkannt, dass Menschen Risiken unterschiedlich wahrnehmen und bewerten, je nach ihren Erfahrungen, Werten und Lebensumständen.

2.3.2 Schweiz

A) Schweiz allgemein

Der fortschreitende globale Temperaturanstieg birgt folgende Hauptrisiken für die Schweiz:[9, 74]

– Grössere Hitze: Extreme Tageshöchsttemperaturen, die früher einmal in 50 Jahren auftraten, treten bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C etwa 2,6-mal und bei 3 °C etwa 16,7-mal häufiger auf.[9] Hitzeereignisse betreffen insbesondere Regionen in tiefen Lagen, besonders in Städten und der Agglomeration, wo aktuell drei Viertel der Schweizer Bevölkerung leben. Aber auch Regionen in den Alpen und Voralpen, in denen bisher keine Tropennächte oder Hitzetage beobachtet wurden, werden in Zukunft von Hitze betroffen sein. Dies beeinflusst massgeblich die menschliche Gesundheit und dadurch auch den Wirtschaftssektor aufgrund einer reduzierten Leistungsfähigkeit.[74]

– Trockenere Sommer: Im Gegensatz zu früheren Analysen zeigen Messungen in der ganzen Schweiz eine klare Abnahme der Bodenfeuchtigkeit.[9] Die Verdunstung und damit auch die Austrocknung werden weiter zunehmen. Zusätzlich zeigen die meisten Klimaprojektio-

nen eine langfristige Abnahme des Sommerniederschlags. In Kombination werden dadurch Dürren intensiver und häufiger. Trockenes und windiges Wetter begünstigt zudem die Ausbreitung von Waldbränden.[74] (Ch. 2.2.2)

– Häufigere und heftigere Starkniederschläge: Starke Niederschlagsereignisse werden in allen Jahreszeiten weiter zunehmen. Wärmere Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen, was zu höheren Niederschlagsmengen während Extremereignissen führt.[9] Sowohl Beobachtungen wie auch Modelle und das Prozessverständnis weisen auf eine Zunahme der Luftfeuchtigkeit von etwa 6 bis 7 % pro Grad regionaler Erwärmung hin.[74 (Ch. 2.3)] Eine Intensivierung der Starkniederschläge ist vor allem bei kürzeren Niederschlagsereignissen (Dauer von wenigen Stunden) wie beispielsweise bei Gewittern zu erwarten.[9, 74 (Ch. 2.3.2)]

– Weniger Schnee und Anstieg der Nullgradgrenze: Die Nullgradgrenze wird weiter ansteigen. Niederschlag wird daher vermehrt in Form von Regen statt Schnee fallen. Die Schneedecke wird aufgrund der milderen Temperaturen insbesondere im Frühling verringert. Damit wird sich die Dauer der Schneesaison vor allem in niedrigen und mittleren Höhenlagen erheblich verkürzen. Hochalpine Lagen sind davon deutlich weniger betroffen.[9]

– Steigendes Naturgefahrenpotenzial: Das Naturgefahrenpotenzial steigt weiter an, beispielsweise durch das Auftauen des Permafrosts und das Abschmelzen der Gletscher in hochalpinen Gebieten, wodurch Geröll, Fels und Eis instabil werden. Davon betroffen ist vor allem die Wirtschaft durch die entstehenden Sachschäden und Einbussen im Tourismus.[74 (Ch. 2.3)]

Die Folgen in Europa nehmen mit dem Klimawandel zu

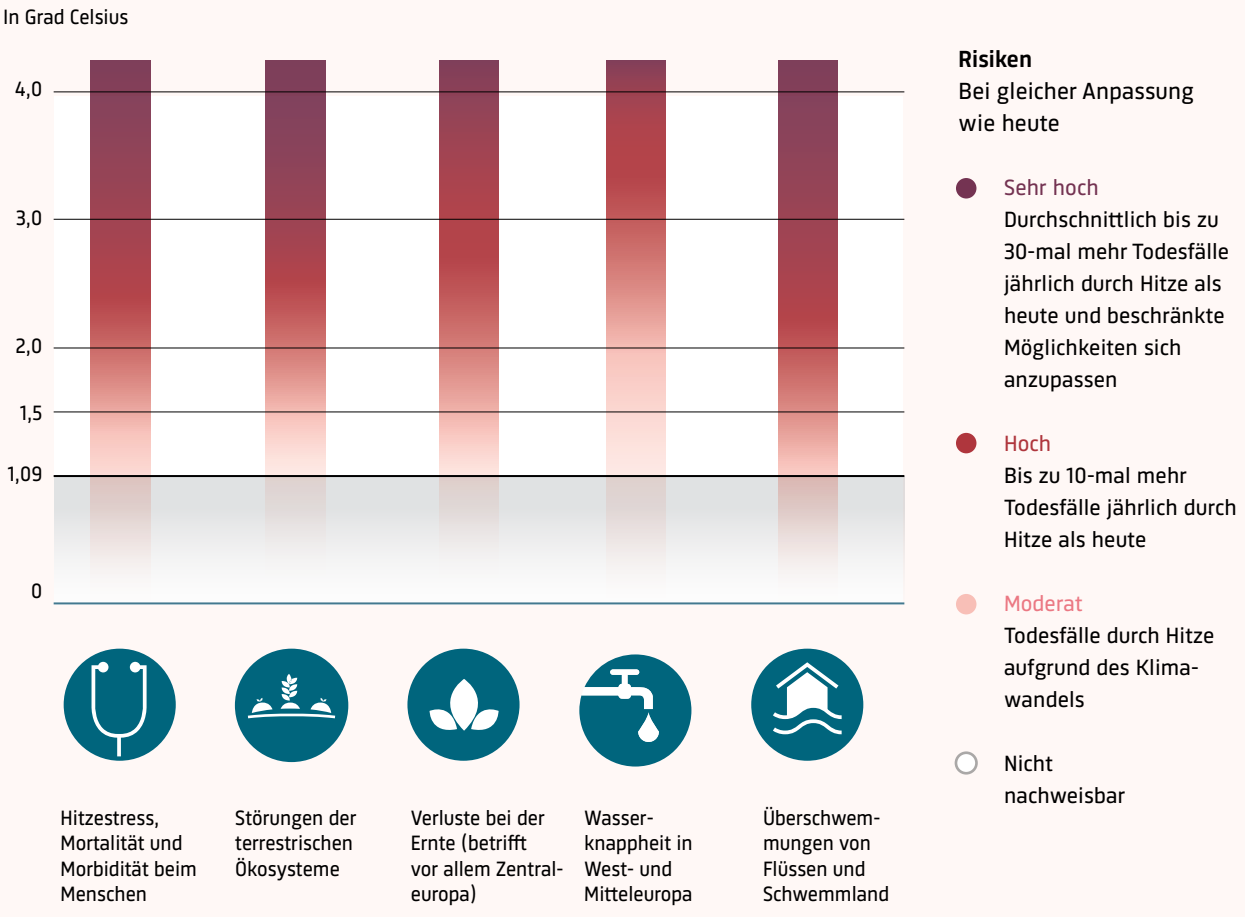


Abbildung 11: Anstieg der Risiken für Zentraleuropa bei zunehmender Erwärmung in den für Zentraleuropa relevanten Sektoren (die Risiken in der Schweiz sind ähnlich).[108 (Fig. 13.28), 139]

– Die Veränderung von Lebensräumen und der Artenzusammensetzung: Diese Veränderungen wirken sich insbesondere auf die Landwirtschaft (Ernteeinbussen, Schädlinge bzw. Krankheiten), die biologische Vielfalt, die Ernährung und die menschliche Gesundheit aus.[74 (Ch. 2.5)]

– Instabile globale Lieferketten: Die starke Abhängigkeit von Importen aus dem Ausland macht die Schweiz sehr verwundbar gegenüber internationalen Krisen. Werden etwa internationale Lieferketten unterbrochen, ist in der Schweiz die Bedarfsdeckung – zum Beispiel während einer Dürre mit multiregionalen Ernteausfällen oder bei einer Gesundheitskrise – gefährdet.[74 (Ch. 3.1), 138]

Die zukünftigen weltweiten Treibhausgasemissionen bestimmen die Geschwindigkeit und das Ausmass der Erwärmung, ihre Folgen und das Erreichen der Klimaziele. Jede weitere Erwärmung wird spürbare klimatische Folgen für die Schweiz bedeuten. Mit einer signifikanten Reduktion der globalen Emissionen liesse sich ein wesentlicher Teil des Klimawandels vermeiden, insbesondere auch die Erwärmung in den Alpen.[9]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3, Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3, Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2, Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 A).
Definition «Permafrost» siehe Glossar.

B) Wasser

Der massive Verlust an Gletschervolumen wird während trockenen und heissen Perioden die Wasserverfügbarkeit und Stromproduktion spürbar verringern, da die Schmelzwassermenge wegen der schwindenden Schnee- und Eismassen weiter abnehmen und die Verdunstung zunehmen wird. Quellen, aber auch das Grundwasservolumen, können zukünftig in längeren Trockenphasen an Ergiebigkeit einbüssen. Dadurch wird sich die Wasserkonkurrenz zwischen landwirtschaftlicher Nutzung, Stromproduktion, Trinkwasserversorgung, industrieller Nutzung und Gewässerschutz weiter verschärfen.[140]

Neben einer Abnahme des Sommerabflusses wird eine Verringerung der Wasserqualität in Seen aufgrund steigender Wassertemperaturen, häufigeren Trockenperioden und geringerer Durchmischung erwartet.[27, 29, 141–145] Im Mittelland werden Niedrigwasser ausgeprägter und im Sommer kann vermehrt Wasserknappheit auftreten.[29, 143, 145]

Wasserbedingte Naturgefahren werden weiter zunehmen.[146] Die erwartete Zunahme von Starkniederschlägen wird sich regional unterschiedlich auf das Hochwassergeschehen auswirken, da sich auch Bodenfeuchte und Schneeschmelzbeiträge verändern und beide Faktoren für die Bildung von Hochwasserspitzen in der Schweiz eine entscheidende Rolle spielen.[147]

In urbanen, beziehungsweise versiegelten Gebieten ist aufgrund der zunehmenden Niederschlagsintensität mit einer Zunahme von Oberflächenabfluss und Hochwasserspitzen zu rechnen.[9] Ausserdem werden die Extremereignisse in Grösse (Intensität und räumliche Betroffenheit) und Häufigkeit zunehmen.[141]

Die Grundwassertemperaturen werden sich weiter erhöhen und die Wasserressourcen und die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen.[148] Bei Niedrigwasserverhältnissen kann es zukünftig zunehmend vorkommen, dass nicht mehr die Fliessgewässer das Grundwasser speisen, sondern das Grundwasser die Fliessgewässer.[149]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 B), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 B).

C) Biodiversität

Der Klimawandel wird Lebensräume sowie das Verhalten der Arten im Verlauf der Jahreszeiten noch stärker beeinflussen und damit Veränderungen in der Artenzusammensetzung und lokales Verschwinden von Arten in allen Lebensräumen beschleunigen.[150, 151] Die Biodiversität kann zukünftig durch Gebietsverschiebungen von Arten lokal ab- oder zunehmen.[152]

Langfristig ist mit einem Rückgang bestimmter Lebensräume und der darauf angewiesenen spezialisierten Arten zu rechnen. Dies gilt insbesondere für Moore, Trockenwiesen, Quellen, Gewässer und alpine Lebensräume.[153]

Unterschiedliche Anpassung oder Anpassungsgeschwindigkeiten von Arten an den Klimawandel könnten zukünftig zum Unterbruch von Interaktionen zwischen Arten führen, beispielsweise wenn die Aktivität von Bestäubern nicht mehr mit der Blütezeit zusammenfällt[154, 155] oder wenn Räuber ihre Beute zeitlich oder räumlich verpassen.[156, 157] Dies kann zu einem Rückgang der betroffenen Arten führen und deren Verschwinden beschleunigen.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 C), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 C).
Definition «Biodiversität» siehe Glossar.

D) Wald

Die Veränderung des Klimas setzt vor allem die Bäume in den tieferen Lagen der Schweiz zunehmend unter Stress, was ihre Anfälligkeit für Extremereignisse erhöht.[22] Dies betrifft insbesondere die häufig in der Schweiz vorkom-

menden Baumarten Fichte, Buche und Tanne.[46, 158] Die zukünftige Waldentwicklung wird deshalb stark durch Stürme, Insektenbefall, Brände sowie Hitze- und Trockenperioden geprägt,[159, 160] auch in höheren Lagen.

Aufgrund der Einwirkungen des Klimawandels auf den Wald sind viele von der Gesellschaft nachgefragte Ökosystemleistungen zukünftig gefährdet, von der Kohlenstoffspeicherung über die nachhaltige Produktion von Holz bis zur Schutzwirkung vor Naturgefahren.[161, 162]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 D),
Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 D).
Definition «Ökosystemleistung» siehe Glossar.

E) Eis und Schnee

Mit der weiter ansteigenden Nullgradgrenze und den damit verbundenen Änderungen in der alpinen Kryosphäre steigt das Naturgefahrenpotenzial und die Wahrscheinlichkeit für Rutschungen, Murgänge oder Bergstürze aus diesem Gebiet. Zunehmende Hangdeformationen und Bodensetzungen aufgrund von Permafrosterwärmung und Verlust von Bodeneis führen zu einem aufwändigeren Unterhalt und einer verkürzten Nutzungsdauer von Infrastrukturen.[163, 164]

Wegen der höheren Temperaturen wird im Winter Regen bis in grosse Höhen fallen und dadurch werden Regenfälle auf geschlossene Schneedecken in den Voralpen und Alpen wahrscheinlicher.[165] Dabei können kombinierte Lawinen-Murgang-Ereignisse ausgelöst werden. Diese weisen spezielle Eigenschaften bezüglich Fliess- und Erosionsverhalten auf, da sehr wässrige Geröllmassen schneller und weiter fliessen oder mehr Zerstörungskraft aufweisen können als Murgänge und Lawinen für sich allein.[166]

Massenbewegungen im Gebirge können Prozessketten (kaskadenartige Extremereignisse) auslösen. Solche Prozessketten werden in Zukunft zunehmen[166–168] und können regional und lokal zu neuen oder veränderten Gefahrensituationen durch Naturgefahren (wie Murgänge oder Felsstürze) führen.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 E),
Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 E).
Definition «Kryosphäre», «Permafrost» siehe Glossar.

F) Landwirtschaft und Ernährungssystem

Tendenziell wird die Eignung für einzelne Pflanzenkulturen in der Schweiz mittelfristig zu- und längerfristig abnehmen.[169] Die länger werdende Vegetationsperiode begünstigt das Pflanzenwachstum zunächst.[56] In Zukunft wird die Pflanzenproduktion jedoch stark durch Trockenheit gefordert sein,[58] wodurch die effektive Produktivitätssteigerung von der Wasserverfügbarkeit abhängig sein wird.[170, 171] Die Wasserverfügbarkeit wird besonders in den alpinen Regionen nach Abschmelzen der Gletscher eingeschränkt sein.[172] Auch die Tierhaltung wird durch Einbussen in der Futterproduktion, steigendem Risiko von Hitzestress oder Problemen bei der Wasserbereitstellung betroffen sein.[173] Die dadurch abnehmende Ertragsstabilität wird zu stärkeren Schwankungen des Selbstversorgungsgrads der Schweiz führen.[58]

Der weitere Anstieg der Wintertemperaturen[174] erhöht das Risiko für die Ansiedlung invasiver, gebietsfremder Insekten- und Schädlingsarten. Zudem wird das Potenzial für Interaktionen mit der heimischen Flora und Fauna zunehmen.[175, 176] Dies kann zu mehr Schädlingsbefall und zur Verdrängung einheimischer Arten, aber auch zu einer grösseren Vielfalt an Kulturpflanzen führen.

Die Zunahme der Frequenz und Intensität von Extremereignissen wird das Risiko für Schäden in der landwirtschaftlichen Anbaufläche und an Infrastrukturen und für Ertragsverluste durch Hochwasser, Rutschungen, Hagel und Stürme erhöhen.[177]

Für die Schweiz als Nettoimporteurin von Nahrungsmitteln sind stabile globale Lieferketten und verlässliche Partnerländer weiterhin von Bedeutung, um die Verfügbarkeit von Lebensmitteln, Saatgut, Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln aus dem Ausland sicherzustellen.[58] Da diese Lieferketten jedoch zunehmend durch geopolitische Spannungen oder klimatische Extremereignisse gestört werden, könnte es für die Schweiz sinnvoll sein, diese Entwicklungen aufmerksam zu verfolgen, um bei Bedarf frühzeitig reagieren zu können.[58]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 F),
Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 F).

G) Gesundheit

Die bereits heute beobachteten Tendenzen einer stärkeren Gesundheitsbelastung durch den voranschreitenden Klimawandel nehmen weiter zu und verstärken sich. Hierzu zählen eine zunehmende Belastung infolge reduzierter Schlafqualität und Arbeitsproduktivität, vermehrte Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie eine stärkere psychische Beanspruchung (z. B. Gereiztheit bei Hitze, Folgebelastungen nach Naturgefahren-Ereignissen, erhöhte Suizidrate).[178 (Ch. 8)] Insbesondere die hitzebedingte Sterblichkeit wird in der Schweiz um 2060 deutlich höher sein als heute. Neben dem Klimawandel trägt dabei auch der demografische Wandel wesentlich zur Zunahme klimabe-

dingter Gesundheitsrisiken bei, da die alternde Bevölkerung besonders anfällig für extreme Temperaturen ist.[179, 180]

Mit steigenden Temperaturen und somit besseren Lebensbedingungen für Mückenarten wird sich deren Verbreitung kontinuierlich fortsetzen. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis es zu Ansteckungen mit Zika, Dengue, Chikungunya oder Malaria innerhalb der Schweiz kommt. In den Nachbarländern Frankreich und Italien ist dies bereits der Fall.[181]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 G),
Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 G).

H) Energie, Infrastrukturen und urbaner Raum

Der Klimawandel schafft neue Risiken und Chancen für das Energiesystem. Aufgrund höherer Wintertemperaturen sinkt der Raumwärmebedarf.[182] Dadurch wird in einer Übergangsphase der Treibhausgasausstoss fossiler Energieträger reduziert. In einem zukünftigen System mit vorwiegend Wärmepumpen reduzieren höhere Wintertemperaturen deren Strombedarf. Gleichzeitig steigt der Strombedarf im Sommer für Raumkühlung. Aufgrund des zu erwartenden Stromüberangebots aus Solaranlagen bei Schönwetterlagen stellt dies für das Stromsystem eher eine Entlastung dar.[183] Eine intelligente Steuerung der Wärmepumpen für die Raumkühlung kann hierbei die Last auf die Stromnetze reduzieren.[184] Im Sommer braucht es eine geeignete Wärmeabfuhr, um den städtischen Wärmeinseleffekt durch die Abwärme der Kühlanlagen nicht unnötig zu verstärken.[185] Insgesamt wird der jährliche Energiebedarf zum Heizen und Kühlen leicht sinken.[186]

Aufgrund veränderter Niederschlagsmuster steigt die Produktivität der Wasserkraft im Winter, während sie im Sommer sinkt.[27] Die starke Gletscherschmelze maskiert aktuell diesen Rückgang im Sommer teilweise noch, dieser wird sich jedoch verstärkt zeigen, sobald die Gletscher weitgehend verschwunden sind.[187] Aufgrund der schmelzenden Gletscher, des auftauenden Permafrosts und der zunehmenden Starkregenereignisse steigt der Sedimenteintrag in Speicherseen, so dass diese schneller verlanden und die nutzbare Speicherkapazität immer schneller sinkt.[188] Zusätzlich werden Speicherseen zukünftig neben der Stromproduktion andere Aufgaben übernehmen müssen, beispielsweise die Hochwasserrückhaltung und die Trinkwasserversorgung alpiner Regionen im Sommer.[188]

Die Gesamtausgaben für Elektrizität in der Schweiz werden voraussichtlich leicht ansteigen aufgrund des steigenden Strombedarfs an Elektrizität für den Verkehr, das Heizen und Kühlen von Gebäuden sowie für den Betrieb von Rechenzentren.[189] Ob die Umstellung auf erneuerbare Energien den Strompreis pro Kilowattstunde langfristig erhöhen oder senken wird, lässt sich derzeit nicht eindeutig vorhersagen. Allerdings ist elektrische Energie im Vergleich zu fossilen Energieträgern deutlich effizienter nutzbar, sodass die Elektrifizierung trotz möglicher Preissteigerungen insgesamt wirtschaftliche Vorteile bringt.[189]

Bauten und Infrastrukturen, das heisst Gebäude sowie Energie-, Verkehrs- und Kommunikationsnetze, sind grundsätzlich anfällig für die Auswirkungen der Klimaerwärmung. Das gilt insbesondere für Extremereignisse wie Überschwemmungen, gravitative Naturgefahren wie Felsstürze und Murgänge sowie Extremtemperaturen.[190] Soziale Infrastrukturen, die beispielsweise dem Bevölkerungsschutz dienen (Zivilschutz, Feuerwehr, Führungsstäbe etc.), stehen ebenfalls vor wachsenden Herausforderungen, insbesondere wegen der zunehmenden Beanspruchung durch häufigere und komplexere Extremereignisse.[191] Das Gesundheitswesen (Spitäler, Spitex etc.) wird vor allem während Hitzeperioden immer stärker gefordert sein.[191]

Wirtschaftliche Aktivitäten, die auch zukünftig von über den Rhein transportierten Gütern abhängig sind, sind empfindlich gegenüber ausgeprägten Niedrigwasserperioden. Heute sind dies neben Rohöl und Ölerzeugnissen vor allem Agrarprodukte, Baustoffe, Metalle und Maschinen. Zwar könnten Schiffe mit geringerem Tiefgang den Transport bei Niedrigwasser erleichtern, doch deren Einführung verläuft nur langsam, da bestehende Schiffe eine lange Lebensdauer haben und erst nach und nach ersetzt werden.[192 (Ch. 2.2.3)]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 H),
Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 H).
Definition «Gravitative Gefahren», «Permafrost» siehe Glossar.

I) Wirtschaft und Gesellschaft

WIRTSCHAFT

Die Berechnung der Kosten des ungebremsten Klimawandels ist aufgrund physikalischer und sozioökonomischer Unsicherheiten sowie der hohen Komplexität des betrachteten Systems sehr schwierig. Zwar existieren ökonomische Modelle,[N] die Anpassungen an den Klimawandel berücksichtigen und umfassende Kostenschätzungen ermöglichen, doch sind diese Schätzungen mit grossen Unsicherheiten behaftet und oft nur eingeschränkt auf die Schweiz übertragbar. Verlässliche, vollständig schweiz-

N Abschätzungen erfolgen zum einen mit Gleichgewichtsmodellen, welche die Wirtschaft simulieren und die Auswirkungen des Klimawandels als Störung der unterschiedlichen Produktionssektoren betrachten, und zum anderen durch empirische Ansätze, die analysieren, wie sich Wetterextreme in der Vergangenheit auf das Wirtschaftswachstum ausgewirkt haben und diese Auswirkungen für unterschiedliche zukünftige Klimaszenarien extrapolieren.

spezifische Kostenschätzungen, die sämtliche direkten und indirekten Effekte sowohl des ungebremsten Klimawandels, als auch spezifischer Gegenmassnahmen einbeziehen, liegen bislang (beim Abschluss dieses Berichts) nicht vor. Kostenschätzungen sind aber möglich, wenn der Fokus auf spezifische Aspekte oder Sektoren gelegt wird und alle weiteren Aspekte ausser Acht gelassen werden (siehe nächster Absatz). Zur Interpretation dieser Kostenschätzungen ist jedoch das Wissen über ihre Einschränkungen und die getroffenen Annahmen zwingend erforderlich.

Der Bundesrat stützt sich in seiner langfristigen Klimastrategie auf eine Studie, welche die Kosten des Klimawandels auch explizit für die Schweiz berechnet.[194] Gemäss dieser Studie können die gesamtwirtschaftlichen Kosten eines ungebremsten Klimawandels in der Schweiz bereits im Jahr 2050 bei über 4 % des BIP liegen bzw. 38 Mrd. CHF pro Jahr betragen. Im Falle einer Stabilisierung der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur auf 2 °C verringern sich diese Kosten auf 1,5 % des BIP bzw. 14 Mrd. CHF pro Jahr. Da jedoch nur die Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum betrachtet werden und alle Einflüsse auf Mensch und Natur nicht berücksichtigt sind, werden dabei die Gesamtkosten des Klimawandels systematisch unterschätzt.

Obwohl sich die Gesamtkosten eines ungebremsten Klimawandels nicht eindeutig beziffern lassen, ist auf globaler Ebene davon auszugehen, dass sie höher sind als die Kosten für eine Eindämmung des Klimawandels gemäss dem Übereinkommen von Paris.[186, 240 (Ch. TS.4.2)] Wirtschaftlich gesehen bietet die Eindämmung des Klimawandels auch grosses ökonomisches Potenzial für die Schweiz, denn der Klimaschutzsektor ist global einer der am schnellsten wachsenden Wirtschaftssektoren.[196]

TOURISMUS

Der Wintertourismus ist insbesondere durch die abnehmende Schneesicherheit direkt betroffen. Die Kosten für künstliche Beschneiung werden weiter steigen und aufgrund des hohen Wasser- und Energieverbrauchs zunehmend ökologische und ökonomische Grenzen erreichen.[192 (Ch. 2.4.2)] Tiefer gelegene Gebiete sind zunehmend gefährdet, unrentabel zu werden und sich umorientieren zu müssen.[77, 197] Höher gelegene Gebiete werden zwar kurzfristig von der relativ gesehen höheren Schneesicherheit profitieren, langfristig jedoch möglicherweise ebenfalls unter Druck geraten.

Aufgrund des steigenden Naturgefahrenpotenzials (Murgänge, Felsstürze usw.) steigen auch die Kosten für den Unterhalt und den Bau von Schutzmassnahmen für touristische Infrastrukturen wie Wanderwege und Verkehrsanbindungen.[78, 198]

Im Frühling und vor allem im Herbst hingegen ergeben sich zukünftig neue Chancen durch eine verlängerte Saison, im Sommer auch durch ein kühleres Klima in den Bergen während Hitzeperioden. Die steigende Sommerhitze wird voraussichtlich dazu führen, dass Touristinnen und Touristen traditionelle mediterrane Destinationen zunehmend meiden und höhere oder nördlichere Regionen bevorzugen.[198]

VERSICHERUNGEN UND FINANZINDUSTRIE

Der Klimawandel sowie die wirtschaftliche Entwicklung von Privateigentum und öffentlicher Infrastruktur, die zu wachsendem Gesamtwert der durch Naturgefahren betroffenen Bauten führt, werden das Schadenspotenzial sehr wahrscheinlich weiter steigen lassen.[192 (Ch. 2.3)] Die Versicherungswirtschaft muss sich dabei neuen Herausforderungen wie steigenden Schadenssummen stellen.

Finanzakteure neigen dazu, sowohl das physische Klimarisiko als auch das Übergangsrisiko, d. h. Risiken im Zusammenhang mit dem Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft, zu unterschätzen – insbesondere bei Zeiträumen, die über ein Jahrzehnt oder länger reichen.[199] Dies hat zur Folge, dass die von Finanzintermediären verwalteten Ersparnisse und Investitionen von Bürgerinnen und Bürgern und dem Staat wachsenden Risiken ausgesetzt sein werden. Zudem wird auch die Finanzierungslücke für Anpassung und Minderung vergrössert, sodass der Finanzsektor nicht den Beitrag leistet, den er zur Erreichung der Klimaziele leisten könnte. Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Finanzsektor ist für die Schweiz besonders relevant, da der Finanzsektor im Vergleich zu anderen Ländern einen höheren Anteil am BIP ausmacht.[200]

ÖFFENTLICHE FINANZEN

Durch den Klimawandel und die dadurch notwendigen politischen Massnahmen kommen auch finanzielle Zusatzlasten auf die öffentlichen Haushalte zu. Diese entstehen sowohl einnahmeseitig (z. B. durch sinkende Einnahmen aus der Mineralölsteuer) wie auch ausgabeseitig (z. B. durch höhere Kosten für Anpassungsmassnahmen und Subventionen). Die Quantifizierung dieser Kosten ist generell mit grossen Unsicherheiten behaftet.[201] Für die Schweiz wird davon ausgegangen, dass die Gesamtauswirkungen des Klimawandels auf die öffentlichen Finanzen mehrheitlich negativ ist.[202, 203]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 I), Minderungs- und Anpassungsoptionen: 3.2.2 I).

3 Massnahmen (Minderung und Anpassung)

3.1 Allgemeine Grundsätze

Die durch den Klimawandel verursachten wirtschaftlichen Verluste werden bis 2100 auf 10–23 % des globalen BIP eingeschätzt. Eine deutliche und rasche Verlagerung der Investitionen hin zu kohlenstoffarmen und klimaresilienten Technologien und Infrastrukturen wird als zentral zur Verringerung dieser Risiken angesehen. Zudem können politische Massnahmen die Resilienz der Gesellschaft stärken und deren Vulnerabilität gegenüber Klimarisiken verringern. Klare Ziele, sektorübergreifende Koordination und integrative Gouvernanz-Prozesse fördern wirksame Klimaschutzmassnahmen. Auch eine ebenenübergreifende Zusammenarbeit inklusive Koordination auf der internationalen Ebene sind wichtig, um Gerechtigkeitsfragen zu klären. Erfolgreich implementierte Klimaschutzmassnahmen können ausserdem synergetisch zur Erreichung anderer Ziele beitragen, beispielsweise zu Nachhaltigkeitszielen (SDGs).

3.1.1 Investitionen und staatliches Handeln

Eine deutliche und rasche Verlagerung der Investitionen hin zu Technologien und Infrastrukturen, die sowohl kohlenstoffarm als auch klimaresistent sind, würde die Verluste und Schäden für Menschen und Ökosysteme verringern.[1 (Ch. C.2, Ch. C.6)] Die Verluste aufgrund von Temperatureinflüssen werden laut IPCC-Bericht mit 10–23 % des globalen BIP bis 2100 höher eingeschätzt als bisher.[108 (Fig. TS. AII.2)] Eine breite Akzeptanz für Innovationen zu erreichen, braucht jedoch Zeit. Dies kann zu Verzögerungen bei Minderungs- sowie Anpassungsmassnahmen führen, welche wiederum erhebliche finanzielle Verluste zur Folge haben. Zudem werden langlebige Infrastrukturen zunehmend anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels, was weiter zur Schadenssumme beiträgt.

In den letzten zehn Jahren sind viele Möglichkeiten für eine rasche Dekarbonisierung entstanden und kostengünstig geworden, z. B. in den Bereichen erneuerbare Energien und Elektrifizierung von Heizung und Verkehr. Dies ist grösstenteils das Ergebnis der Klima- und Energiepolitik, beispielsweise von direkter Technologieförderung, Regulierungsstandards und der Bepreisung von Kohlenstoff.[91] Sektorale Massnahmen zur Eindämmung des Klimawandels, insbesondere in den Sektoren Verkehr, Wohnen und Landwirtschaft, haben einen erheblichen (auch finanziellen) Zusatznutzen, vor allem im Hinblick auf die menschliche Gesundheit (z. B. geringere Luftverschmutzung, aktiverer Lebensstil).[1 (Ch. C.2)]

Die Koordination staatlichen Handelns auf mehreren Ebenen von lokal bis global und der Einbezug von Zivilgesellschaft und Privatsektor spielen eine entscheidende Rolle für die Ermöglichung und Beschleunigung von Klimaschutzmassnahmen.[204, 205] Gemeinsame Netzwerke, Workshops und Partnerschaften zwischen öffentlichen Institutionen auf mehreren Ebenen, der Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, sind mögliche Formen von integrativen Planungs- und Entscheidungsprozessen. Die Einbindung diverser Interessen und lokalen Wissens fördert insbesondere die Akzeptanz und Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen.[1 (Ch. C.6.5)]

Der Einsatz klimapolitischer Massnahmen hat sich vergrössert und bereits einen messbaren Unterschied bei der Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie bei der Förderung der notwendigen systemischen Veränderungen bewirkt. Beispielsweise haben politische Massnahmen in einigen Ländern den Ausbau erneuerbarer Energien verstärkt, die Energieeffizienz verbessert, die Entwaldung verringert und die Einführung neuer Technologien beschleunigt.[1 (Ch. A.4.1)]

3.1.2 Gouvernanz und Strategien

Ein Mix aus verschiedenen politischen Instrumenten, die sich gegenseitig unterstützen, hat sich als wirksamer erwiesen als einzelne Instrumente, um schnell die Emissionen zu senken.[91] Ein Beispiel für einen solchen Mix ist die Kombination von Vorschriften wie Emissionsstandards, technologischer Unterstützung wie Subventionen und marktbasierten Massnahmen wie CO_2-Steuern.[91] Wie genau die Instrumente kombiniert werden, hängt von sektorspezifischen Faktoren, der Regierungsfähigkeit und der Unterstützung durch die Bevölkerung ab.[206] Die Regierungsfähigkeit beschreibt nicht nur die formale Autorität einer Entscheidungsperson. Sie hängt auch von deren politischer Legitimität, der Stärke der Institutionen, den verfügbaren Durchsetzungsmechanismen und der Fähigkeit ab, Ressourcen zu mobilisieren.

Politische Massnahmen können die Resilienz der Gesellschaft stärken und die Vulnerabilität gegenüber Klimarisiken verringern. Dazu gehören zum Beispiel Massnahmen, die Innovationshemmnisse beseitigen und die Anpassungsfähigkeit verbessern, eine klimaresistente Infrastrukturplanung fördern und finanzielle und technische Unterstützung für konkrete Massnahmen bereitstellen.[207] Auch diese Massnahmen hängen von einer ausreichenden Regierungsfähigkeit ab, einschliesslich

Anpassungsmassnahmen pro Risiko und ausführende Akteure

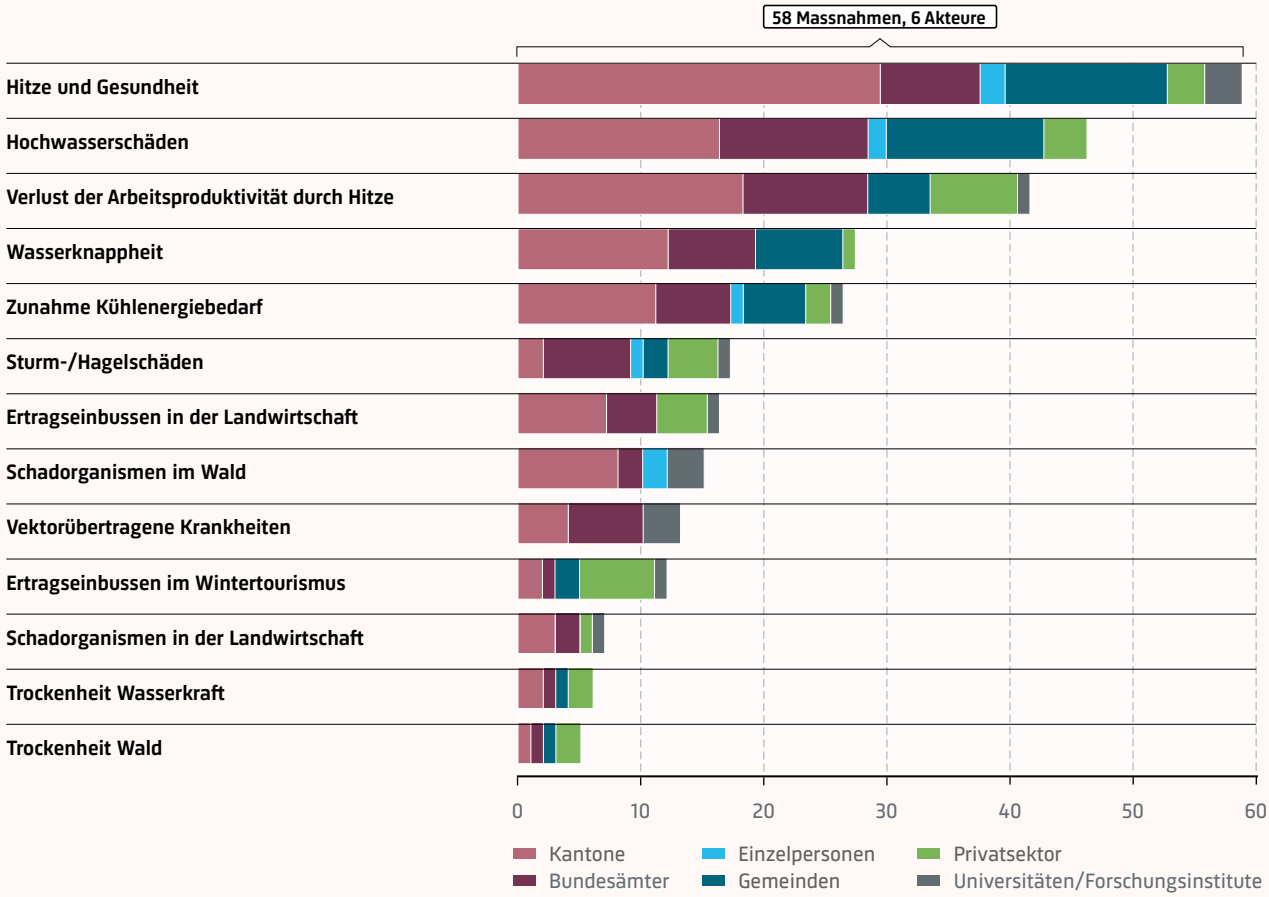


Abbildung 12: Anzahl der Anpassungsmassnahmen pro umsetzenden Akteur. Die Grafik zeigt, wie viele in der Schweiz umgesetzte der geplante Anpassungsmassnahmen mit jedem Akteur in Verbindung stehen. Die Akteure entsprechen den Organisationen oder Instanzen, die die Massnahmen planen oder umsetzen (Risikokategorien nach Köllner et al.[117] Daten basierend auf einer Datenbank des NCCS-Impacts Projekts «Kosten der Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz»).

der Zusammenarbeit auf zahlreichen Ebenen der Gesellschaft.[208]

Klare Ziele, sektorübergreifende Koordination und integrative Gouvernanz-Prozesse erleichtern wirksame Klimaschutzmassnahmen. Es hat sich gezeigt, dass Länder mit einem eigenen Klimaministerium ihre Klimapolitik effektiver umsetzen als diejenigen ohne.[209] Ausserdem ist die Klimafinanzierung wirksamer in Ländern mit einer staatlich unterstützten Investitionsbank, die sich auf kohlenstoffarme Investitionen spezialisiert hat.[210]

3.1.3 Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit hat zu verstärkten und beschleunigten Massnahmen zur Eindämmung des Klimawandels geführt.[211] Auf globaler Ebene hat das Übereinkommen von Paris die weit verbreitete Festlegung nationaler Netto-Null-CO_2-Ziele für die Mitte des Jahrhunderts gefördert. Ausserdem wurde 2024 an der COP29 in Baku entschieden, bis 2035 die Finanzmittel für Entwicklungsländer zu verdreifachen von bisher jährlich 100 Milliarden US-Dollar auf jährlich 300 Milliarden US-Dollar.[212] Andere Formen der internationalen Zusammenarbeit, darunter transnationale Städtenetzwerke, regionale Partnerschaften, sektorale Vereinbarungen und Initiativen des Privatsektors, haben zugenommen, ihre Wirksamkeit ist jedoch umstritten.[213]

Das Übereinkommen von Paris zielt darauf ab, den weltweiten Klimaschutz durch internationale Zusammenarbeit zu stärken. Es sieht dafür verschiedene Instrumente vor – unter anderem Finanzhilfen für ärmere Länder, den

Transfer von klimafreundlichen Technologien sowie den Aufbau von Fachwissen und institutionellen Kapazitäten.[4 (Ch. 14)] Zusätzlich erlaubt das Übereinkommen den Einsatz internationaler Marktmechanismen, wie etwa den Emissionshandel, um die Reduktion von Treibhausgasen effizienter zu gestalten.[4 (Ch. 14)] Viele wohlhabende Staaten – darunter Deutschland, Kanada und Japan – haben in diesen Bereichen bereits Massnahmen ergriffen, allerdings nicht in dem Umfang, der notwendig wäre, um die im Übereinkommen von Paris vereinbarte Begrenzung der globalen Erwärmung zu erreichen.[214] Die Schweiz ist einer der wenigen Staaten, die einen Teil ihrer Emissionsziele durch Klimaschutzprojekte im Ausland zu erreichen plant und sich dafür Emissionsgutschriften anrechnen lassen will. Andere Akteure, wie die Europäische Union oder das Vereinigte Königreich, haben hingegen entschieden, ihre Ziele hauptsächlich mit inländischen Massnahmen erreichen zu wollen.[0, 215]

Obschon die internationale Klimafinanzierung ein wichtiger Bestandteil der internationalen Klimapolitik der Schweiz ist,[216] wird öffentlich diskutiert, ob die finanziellen Verpflichtungen gegenüber dem globalen Süden vollständig erfüllt werden. Die Schweiz sowie andere wohlhabende Staaten werden dabei aufgefordert, ihre Rolle in der internationalen Klimafinanzierung weiter zu stärken und die zugesagten Mittel tatsächlich bereitzustellen.[1 (Ch. A.4.5)]

3.1.4 Verhaltensänderung

Kollektive Verhaltensänderungen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen bedingen sowohl die Bereitschaft und Motivation als auch die Fähigkeit der Bevölkerung zu ebendiesen Änderungen. Sie ergänzen klimapolitische Massnahmen auf der Angebots- und Nachfrageseite.[217] Beispiele für angebotsseitige Massnahmen wären die Förderung von erneuerbaren Energien oder die Regulierung von Emissionen in der Industrie. Nachfrageseitige Massnahmenbeispiele sind die CO_2-Bepreisung und Subventionen bei Gebäudesanierungen, Wärmepumpen oder Solaranlagen. Gleichzeitig haben kollektive Verhaltensänderungen häufig positive Effekte auf das kollektive Wohlbefinden (Co-Benefits), zum Beispiel durch unmittelbare Gesundheitsverbesserungen bei aktiver Mobilität oder einem vielfältigeren Speiseplan mit einem grösseren Anteil pflanzlicher Produkte.[217]

Verhaltenssteuerungen zeigen auch in der Schweiz Wirksamkeit, insbesondere grüne «Defaults» beim Bezug von Dienstleistungen oder Energie, d. h. Grundeinstellungen bei Wahlmöglichkeiten (Strom aus Erneuerbaren ist die Standardwahl; wer das nicht will, muss sich aktiv dagegen entscheiden). Eine weitere Option sind «Opt-out-Regelungen», d. h. die Möglichkeit des freiwilligen Verzichts auf gesetzliche Rechte zugunsten der Ökologie. Ein Beispiel dafür ist der freiwillige Verzicht auf einen Anwohnerparkausweis im Tausch gegen Carsharing- oder ÖV-Verbilligungen.[218, 219]

Verhaltensbasierte Erkenntnisse können auch jenseits von Konsumentenentscheidungen und durch systemisches Denken massgeblich zu Minderungs- und Anpassungsoptionen beitragen.[220] Hierzu zählen klimafreundliche Regulierungen von Investitionstätigkeiten (z. B. Säule 3 nach Nachhaltigkeitskriterien) oder die bessere Einbindung der Verhaltenswissenschaften im Design von (Energie-)Märkten, damit sich dieses nicht strikt auf einen (nur theoretisch) stets eigennützigen und zweckorientierten *Homo oeconomicus* bezieht.

3.1.5 Synergien und Zielkonflikte mit nachhaltiger Entwicklung

Kurzfristig bestehen deutlich mehr Synergien als Konflikte zwischen Klimaschutzmassnahmen und den Zielen der nachhaltigen Entwicklung (SDGs).[221] Viele klimapolitische Initiativen tragen dazu bei, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, während umgekehrt auch viele Nachhaltigkeitsmassnahmen den Klimaschutz unterstützen.[222, 223] Diese gegenseitigen Vorteile (Co-Benefits) entstehen insbesondere durch die sinkenden Kosten erneuerbarer Energien und anderer kohlenstoffarmer Technologien, die deren breite Anwendung erleichtern.

Beispiele für solche Synergien sind die Bekämpfung von Armut (SDG 1) durch den Zugang zu dezentraler, erneuerbarer Energie, die Beendigung des Hungers (SDG 2) durch höhere landwirtschaftliche Produktivität und verbesserte Verarbeitung und Kühlung von Lebensmitteln, oder die Förderung von Gesundheit und Wohlbefinden (SDG 3) durch aktive Mobilität und eine nachhaltige Ernährung. Auch nachhaltige Städte und Siedlungen (SDG 11) profitieren durch bessere Luftqualität und weniger Lärm, ebenso wie der Schutz von Landökosystemen (SDG 15) durch einen geringeren Brennholzverbrauch.[221, 224] Gleichzeitig können jedoch in bestimmten Bereichen, etwa bei der Beendigung des Hungers (SDG 2) oder der Förderung von Wirtschaftswachstum (SDG 8), Zielkonflikte entstehen, wenn Klimaschutzmassnahmen kurzfristig mit anderen Entwicklungszielen konkurrieren.

0 Die EU-Kommission hat für das Zwischenziel 2040 die Ermöglichung der Anrechnung von CO_2-Reduktionen im Ausland vorgesehen, doch beträgt der mögliche Anteil an der Gesamtreduktion lediglich 3 % und nicht 33 % wie in der Schweiz.

Betroffenheit verschiedener Generationen durch den Klimawandel

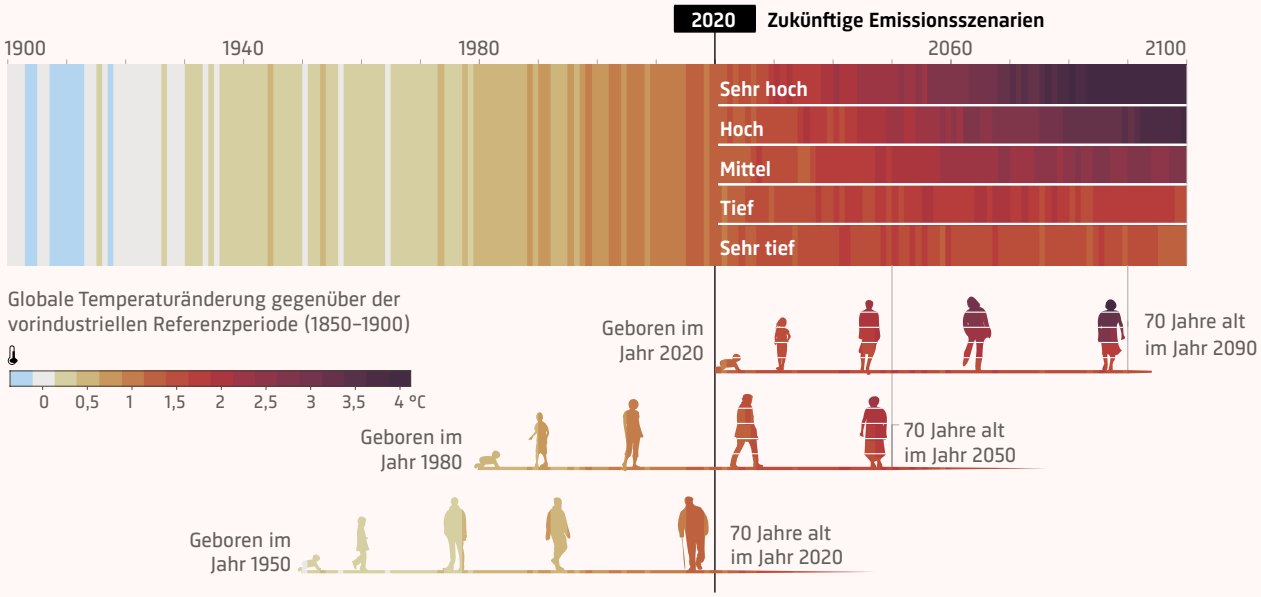


Abbildung 13: Verschiedene Generationen werden den Folgen des Klimawandels unterschiedlich stark ausgesetzt sein.[4]

3.1.6 Gerechtigkeit

Die Verursachung und die Folgen des Klimawandels sind ungleich verteilt und führen zu mehrfachen Formen von Ungerechtigkeit.[225–228] Diese zeigen sich zeitlich, da künftige Generationen deutlich stärkeren Risiken und Schäden ausgesetzt sein werden als die heutige Bevölkerung.[1] Sie zeigen sich auch wirtschaftlich, weil wohlhabendere Menschen und Länder zwar mehr Emissionen verursachen, die sozial und wirtschaftlich schwächeren Gruppen jedoch stärker unter den Folgen leiden – sowohl in der Schweiz als auch auf globaler Ebene.[229] Schliesslich bestehen geografische Ungleichheiten: Die Folgen des Klimawandels treffen insbesondere vulnerable Länder des globalen Südens deutlich härter als den globalen Norden,[230] obwohl diese Länder historisch weniger zum Klimawandel beigetragen haben und auch in näherer Zukunft grösstenteils geringere Emissionen verursachen werden.[231]

Die Bewältigung des Klimawandels bringt «gemeinsame, aber unterschiedliche Verantwortlichkeiten» zum Tragen von Klimamassnahmenlasten mit sich. Unterschiedliche Gerechtigkeitstheorien kommen alle zum Schluss, dass reiche Länder und vermögende Individuen eine besonders grosse Verantwortung zur Emissionsreduktion tragen.[232] In der politischen Debatte stehen oft die nationalen Emissionsreduktionen im Vordergrund, aus Gerechtigkeitsperspektive können jedoch auch andere Prioritäten im Vordergrund stehen,[227, 228, 233] wie die Ermöglichung einer emissionsfreien Entwicklung armer Länder,[234] die Unterstützung möglichst selbstständiger Anpassungsmassnahmen[235, 236] oder die angemessene Entschädigung für Klimaschäden und -verluste.[237]

Dabei werden diese Forderungen entweder mit Blick auf den Beitrag zum Klimawandel, den damit einhergehenden Nutzen oder die Leistungsfähigkeit gerechtfertigt.[233, 238] Mit Blick auf die Leistungsfähigkeit trägt die Schweiz als reiches Land eine besonders grosse Verantwortung.

3.1.7 Migration

Die meisten direkt durch den Klimawandel verursachten Vertreibungen finden zurzeit über kurze Distanzen statt. Zudem kehrt ein Grossteil der Opfer nach einer gewissen Zeit in deren Heimat zurück.[4, 108] Ein Zustrom von «Klimaflüchtlingen» in die Schweiz ist unwahrscheinlich. Vertriebene Personen verfügen häufig nur über begrenzte finanzielle Mittel und Ressourcen, was eine Flucht in weiter entfernte Länder erschwert. Indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Weltwirtschaft und allenfalls auf bestimmte Konflikte könnten jedoch den Migrationsdruck erhöhen.[4, 108]

Nichtsdestotrotz kann die Mobilität der Bevölkerung eine Anpassung an den Klimawandel darstellen.[239] Menschen

sind umso verwundbarer, je mehr sie durch politische Barrieren oder Ressourcenmangel an der Migration gehindert werden. Die Einführung eines koordinierten internationalen Migrationsmanagements kann daher dazu beitragen, die Folgen des Klimawandels abzumildern.[240 (Ch. TS.D.8.6)]

3.1.8 Kommunikation

Die klare Mehrheit der Schweizerinnen und Schweizer (73 %) anerkennt den vom Menschen verursachten Klimawandel als Tatsache,[241] ist besorgt und bereit, einen Beitrag zu leisten, um den Klimawandel zu bekämpfen.[242] Allerdings besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Einstellungen und den Verhaltensweisen der Schweizerinnen und Schweizer.[241] Kommunikation kann dabei helfen, diese Kluft zu verkleinern.

Für eine effektive Kommunikation spielen Absender, Kanäle und Botschaften eine wichtige Rolle:

- Klimawissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, Wetterberichte im Fernsehen, Familie und Freunde sowie Umweltorganisationen gehören zu den Quellen, denen bei Informationen zum Klimawandel in ähnlichen Ländern am meisten vertraut wird (wie beispielsweise in Spanien, den Niederlanden, Grossbritannien oder Deutschland).[243]

- Um das öffentliche Verständnis des Klimawandels zu verbessern, hilft der Einsatz von einfachen und klaren Botschaften mit vielen Wiederholungen und vertrauenswürdigen Kommunikatorinnen und Kommunikatoren.[244]

- Abstrakte Botschaften und globale Beschreibungen zum Klimawandel sollten mit nationalen, regionalen und lokalen Kontexten verbunden werden.[245] Dabei können u. a. Erzählungen und Geschichten,[246] Metaphern bzw. bildliche Vergleiche[247] und aussagekräftige Visualisierungen[248, 249] wirkungsvoll sein.

- Um effektiv mit verschiedenen Publikumsgruppen zu kommunizieren, sollte Kommunikation zudem an die klimabezogenen Einstellungen dieser Gruppen angepasst werden. Vorschläge zur Differenzierung von Publikumsgruppen liegen für zahlreiche Länder vor und beschreiben meist ein Spektrum von den «Alarmierten» und «Überzeugten» bis zu den «Zweifelnden» und «Ablehnenden».[250–252]

3.2 Minderungs- und Anpassungsoptionen

Zwischen den Emissionsreduktionen, die sich aus der Umsetzung der von den einzelnen Staaten verabschiedeten NDCs bis 2035 ergeben, und den Emissionsreduktionen, die gemäss Modellrechnungen notwendig wären, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur unter +1,5 °C zu halten, besteht eine substanzielle Lücke. Zudem besteht häufig eine Diskrepanz zwischen den in den NDCs festgelegten Zielen und den tatsächlich umgesetzten Massnahmen. Um tiefgreifende und anhaltende Emissionsreduktionen zu erreichen, ist ein schneller und umfassender Wandel in allen Sektoren und Systemen notwendig. Dies erfordert den erheblichen Ausbau eines breiten Spektrums an Minderungs- und Anpassungsoptionen. Die Kombination aus der Skalierung technologischer Lösungen und verhaltensbasierten Massnahmen kann in allen Sektoren zur Emissionsreduktion beitragen. Die Wirksamkeit von Anpassungsoptionen wird jedoch mit zunehmender Erwärmung an ihre Grenzen stossen.

3.2.1 Global

Minderung

Schneller und umfassender Wandel in allen Sektoren und Systemen ist notwendig, um tiefgreifende und anhaltende Emissionsreduktionen zu erreichen. Dies erfordert den erheblichen Ausbau eines breiten Spektrums an Minderungsoptionen. Machbare, wirksame und kostengünstige Optionen zur Minderung des Klimawandels sind bereits verfügbar, mit regionalen und sektoralen Unterschieden. Beispiele sind die Elektrifizierung von Heizung und Verkehr sowie der Einsatz von Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien wie Wind und Sonne.[1] Diese Optionen werden teilweise umgesetzt, wobei vor allem sozio-kulturelle Hürden und wirtschaftlicher Widerstand bestehen.[1, 253]

Es besteht eine substanzielle Lücke zwischen den Emissionsreduktionen, die sich aus der Umsetzung der von den einzelnen Staaten angekündigten NDCs bis 2035 ergeben und den Emissionsreduktionen, die gemäss Modellrechnungen notwendig wären, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur unterhalb von +1,5 °C zu halten.[133] Bei einer gleichmässigen Reduktion der globalen CO_2-Emissionen ab 2020 müssten Netto-Null-CO_2-Emissionen dazu im Jahr 2041 bzw. 2036 (je nach betrachteter Wahrscheinlichkeit) erreicht werden. Davon sind die derzeitigen Reduktionspfade weit entfernt.[1 (Tab. SPM. 2)]

Dazu kommt die Lücke zwischen den NDCs und den tatsächlichen Massnahmen. Das bedeutet, dass die aktuellen politischen Beschlüsse der Staaten zu höheren Emissionen führen, als von den Staaten auf dem Papier angestrebt und versprochen sind.[83]

Die Kombination von effizienz- und suffizienzbasierten Massnahmen stellt einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele dar.[254, 255] Ohne ausreichende Massnahmen zur Förderung von Verhaltensänderungen und zur Anpassung der Nachfrage (suffizienzbasierte Ansätze) erhöht sich der Druck auf technologische Veränderungen auf der Angebotsseite, etwa durch Effizienzsteigerungen (effizienzbasierte Ansätze) oder den Einsatz von Ersatztechnologien. Dies ist mit Risiken verbunden, insbesondere wenn technologieorientierte Ansätze auf neue Technologien setzen, deren tatsächliches Minderungspotenzial noch unsicher ist.

Anpassung

Es gibt bereits machbare, effektive und kostengünstige Anpassungsoptionen, die jedoch je nach System und Region unterschiedlich sind. Zu den dazugehörigen Strategien zählen beispielsweise die Änderung der Infrastrukturplanung, die Ermöglichung des Zugangs zu Innovationen für ärmere Länder (Technologietransfer), die Förderung soziokultureller und verhaltensbezogener Veränderungen, die Umsetzung des Sozialschutzes, die Verbesserung von Klimadiensten sowie der Schutz und die Wiederherstellung von Ökosystemen.[4 (Ch. 4)] Darüber hinaus sind Strategien zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft sowie der Infrastruktur und zur Aufrechterhaltung einer zuverlässigen Stromversorgung und zur Sicherstellung einer effizienten Wassernutzung von entscheidender Bedeutung.

Infobox 6: Kooperationsmechanismen und Emissionshandelssysteme

Mit Artikel 6 des Übereinkommens von Paris wurde ein Mechanismus eingeführt, der es den Unterzeichnerstaaten erlaubt, freiwillig miteinander zu kooperieren, um ihre national festgelegten Emissionsreduktionsziele (NDCs) zu erreichen (Art. 6.2). Dies kann teilweise durch Projekte zur Emissionsminderung im Ausland erfolgen (siehe Infobox 2). Der Mechanismus wird von einem UN-Gremium überwacht, um potenzielle Missbräuche wie «Doppelzählung» (Emissionsminderung wird in beiden Staaten angerechnet) zu vermeiden. Durch erhöhte Transparenz, regelmässige Berichterstattung und strenge Qualitätsanforderungen muss bei Projekten zudem «Zusätzlichkeit» (Emissionsminderung hätte ohne Erlöse aus dem Verkauf von Klimagutschriften nicht stattgefunden) nachgewiesen werden können. Die Schweiz plant für die Erreichung ihrer NDCs von diesem Mechanismus Gebrauch zu machen (siehe Kapitel 3.2.2 A).

Nebst dem internationalen Mechanismus gibt es regionale oder nationale Emissionshandelssysteme. In der EU heisst dieses System «EU-ETS». Es soll dazu beitragen, dass die Emissionsreduktionsziele der EU erreicht werden können. Das EU-ETS funktioniert nach dem «Cap-and-Trade»-Prinzip, bei welchem die EU jeweils die Obergrenze der Gesamtemissionen festlegt und diese in handelbare Zertifikate aufteilt. Diese Obergrenze wird kontinuierlich gesenkt. Unternehmen erhalten oder kaufen Zertifikate (EU Allowances, EUAs), die zum Ausstoss einer bestimmten Menge an Emissionen berechtigen. Nicht benötigte Zertifikate können gehandelt werden. Ab 2026 führt die EU zusätzlich einen CO_2-Grenzausgleichsmechanismus (engl. «Carbon Border Adjustment Mechanism», CBAM) ein. Drittstaaten, welche emissionsintensive Waren[P] in die EU importieren, müssen künftig CBAM-Zertifikate erwerben, um die Differenz zwischen den im Produktionsland herrschenden Kosten für Emissionen und dem Preis der Zertifikate in der EU auszugleichen. Dieser Mechanismus wird schrittweise in das EU-ETS integriert.

Die Schweiz hatte bis 2020 ein eigenes Emissionshandelssystem, das CH-EHS, welches nun mit dem EU-ETS verknüpft ist. Waren mit Schweizer Ursprung sind aufgrund der verknüpften ETS-Systeme von der CBAM-Regulierung ausgenommen. Die Schweiz will ihr EHS im Gleichschritt mit der EU anpassen, damit die Systeme weiterhin verknüpft bleiben können. Die Gesetzesvorlage eines CO_2-Grenzausgleichs auf Importe von Zementwaren (CO_2-GAZG) befindet sich derzeit in der Erarbeitung. Das CO_2-Gesetz ab 2030 soll ausserdem ein zusätzliches EHS in der Schweiz für den Gebäude- und Verkehrssektor vorsehen (siehe Infobox 2). Auch das Vereinigte Königreich, Kalifornien und Québec (Western Climate Initiative, WCI), einige nordöstliche Bundesstaaten der USA, Kanada, Neuseeland, China, Japan und Südkorea haben regionale oder lokale Emissionshandelssysteme aufgebaut oder sind daran, diese zu entwickeln.

Zuletzt gibt es auch noch freiwillige Kohlenstoffmärkte wie beispielsweise Verra (Verified Carbon Standard, VCS), Gold Standard, American Carbon Registry (ACR), Climate Action Reserve (CAR) oder Plan Vivo. Diese können von Privatunternehmen freiwillig genutzt werden, um ihre Emissionen zu kompensieren oder Klimaziele zu erreichen. Sektorspezifisch gibt es für die Luftfahrt einen Branchenmechanismus, CORSIA. Ein ähnlicher Mechanismus für die Schifffahrt (IMO) befindet sich aktuell im Aufbau.

P Betroffene Waren: Aluminium, Zement, Elektrizität, Düngemittel, Wasserstoff, Eisen und Stahl

Die Wirksamkeit von Anpassungsoptionen, insbesondere von ökosystem- und wasserbezogenen Optionen, wird mit zunehmender globaler Erwärmung abnehmen.[4 (Ch. B.4.1)] Mit fortschreitender globaler Erwärmung wird es immer schwieriger und teurer, Verluste und Schäden zu vermeiden, insbesondere für besonders gefährdete Ökosysteme und Bevölkerungsgruppen. Bei einer globalen Erwärmung von mehr als 1,5 °C wird die Anpassung schwieriger und zum Teil nicht mehr bewältigbar, insbesondere für Regionen, die von Gletschern und Schneeschmelze abhängig sind, und für kleine Inseln mit begrenzten Süsswasserressourcen. Bei einer Erwärmung von mehr als 2 °C werden viele Anpassungsoptionen nicht mehr wirksam oder schlicht nicht mehr möglich sein.[4 (Ch. B.4.2)]

Die Umsetzung integrierter, sektorübergreifender Massnahmen zur Anpassung, die nicht nur Klimarisiken, sondern auch soziale Ungleichheiten berücksichtigen, erhöht die Durchführbarkeit und Wirksamkeit der Anpassung. Eine langfristige Planung ist entscheidend für die Verbesserung der Anpassungseffektivität.[1 (Ch. B.4.1)]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.1, Beobachtete Folgen: 1.2.1, Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.1, bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.1, Zukünftiger Klimawandel: 2.2.1, Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.1.
Definition «Effizienzbasiert», «Suffizienzbasiert», «Klimadienste», «Klimaresilienz», «Klimaresistenz» siehe Glossar.

3.2.2 Schweiz

A) Schweiz allgemein

Minderung

Die Emissionsreduktionsziele im CO_2-Gesetz und das Netto-Null-Ziel 2050 bzw. die Zwischenziele zur Emissionsreduktion im Schweizer Klima- und Innovationsgesetz (KlG) sehen bis 2030 eine Reduktion um mindestens 50 %, im Durchschnitt der Jahre 2031–2040 um mindestens 64 %, bis 2040 um mindestens 75 % und im Durchschnitt 2041–2050 um mindestens 89 % gegenüber 1990 vor.[97, 256] Die gesetzlich verankerten Ziele der Schweiz bewegen sich in einem Rahmen, der vereinbar ist mit den Zielen des Übereinkommens von Paris. Die bis jetzt beschlossenen Massnahmen sind jedoch wahrscheinlich unzureichend, um diese Ziele zu erreichen.[408] Darüber hinaus fehlt es sowohl an Zielen als auch an Massnahmen, um die importbasierten Emissionen sowie Emissionen, die im Zusammenhang mit den Schweizer Finanzflüssen stehen, zu senken. Ein Teil der geplanten Zielerreichung beruht ausserdem auf dem Zukauf ausländischer Emissionsgutschriften. Dieser Ansatz ist zwar kurzfristig der kostengünstigere Weg, um die Klimaziele zu erreichen, als nur Massnahmen im Inland umzusetzen.[258] Mittel- bis längerfristig und im Hinblick auf das Netto-Null-Ziel hat der Kauf von internationalen Reduktionsbescheinigungen jedoch einen begrenzten Nutzen. Denn die Emissionen, die im Inland im Vergleich zu den Reduktionszielen zu viel ausgestossen werden und durch den Kauf von Ausland-Bescheinigungen «ausgeglichen» werden, bleiben bestehen. Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen, müssten diese verbleibenden Emissionen im Inland dann sehr rasch reduziert werden.[86] Zudem wird der Effekt der Emissionszertifikate auf tatsächliche Emissionsreduktionen in Frage gestellt.[259] Inwieweit der Zielpfad der Schweiz dem Prinzip der «gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung» entspricht»,[257] das die unterschiedlichen Voraussetzungen (z. B. Finanzkraft oder historische Verantwortung) der einzelnen Staaten berücksichtigt, hängt von zugrunde gelegten Gerechtigkeits- und Verteilungskriterien ab und ist Gegenstand wissenschaftlicher und gesellschaftspolitischer Diskussionen.

Rund ein Viertel der jährlichen Emissionen der Schweiz, ca. 12–14 Millionen Tonnen CO_2, lassen sich nicht vollständig vermeiden.[93] Sie fallen in der Zementherstellung, Abfallverwertung, Landwirtschaft und Luftfahrt an. Um sie zu reduzieren oder auszugleichen, ist die CO_2-Entnahme und -Speicherung notwendig. Bis 2050 sollen rund 7 Millionen Tonnen CO_2 jährlich an Punktquellen abgeschieden werden. Der Aufbau einer solchen Infrastruktur zur CO_2-Abscheidung, sowie dessen Transport und Speicherung wird voraussichtlich Kosten von ca. 16 Milliarden Franken verursachen.[260] Die restlichen, schwer vermeidbaren 5–7 Millionen Tonnen CO_2 sollen durch Negativemissionstechnologien im Ausland ausgeglichen werden.[261]

Das Klima- und Innovationsgesetz sieht vor, dass alle Unternehmen bis 2050 Netto-Null-Treibhausgasemissionen aufweisen müssen.[262] Dazu können sie Fahrpläne für ihre Emissionsreduktionen erarbeiten. Diese Pläne sollen frühzeitig Hindernisse für einen Netto-Null-Pfad identifizieren und bilden die Grundlage für koordinierte Massnahmen zur Überwindung dieser Hindernisse. Pflicht sind sie jedoch nur für Firmen, die eine Förderung beantragen.

Wie auf globaler Ebene zeigt sich auch für die Schweiz, dass die Kombination aus effizienz- und suffizienzbasierten Minderungsmassnahmen einen zentralen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten kann. Die beiden suffizienzbasierten Massnahmen mit dem grössten Potenzial sind eine Veränderung der Ernährungsgewohnheiten und eine Reduzierung des Flugverkehrs.[255]

Anpassung

Die Koordination des staatlichen Handelns von der lokalen bis zur globalen Ebene unter Einbezug der Zivilgesellschaft und des Privatsektors ist wichtig. Ein Beispiel für eine solche mehrstufige und sektorübergreifende Gouvernanz ist das neu eingesetzte «Netzwerk Anpassung an den Klimawandel».[263] Die 2012 veröffentlichte Strategie des Bundesrats zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz integriert Anpassungsziele in sektorale Politiken.[264, 265]

Der dazugehörige Aktionsplan 2020–2025 enthält 75 Massnahmen – 63 sektorspezifische in Sektoren wie Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Gesundheit und 12 sektorübergreifende zur Verbesserung von Wissen, Koordination und Strategieumsetzung.[264] Das föderale System der Schweiz erlaubt einen dezentralen Ansatz, der es den lokalen Behörden ermöglicht, Anpassungsmassnahmen an ihre spezifischen Gegebenheiten anzupassen und gleichzeitig mit den nationalen Zielen in Einklang zu bringen.[266, 267] In diesem Zusammenhang wurde Anfang 2025 ausserdem «Adapt+» ins Leben gerufen, ein Förderprogramm des Bundes, das Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel mit bis zu 50 % der Projektkosten unterstützt.[268]

Der neueste Bericht des Weltklimarates IPCC gibt Hinweise auf Anpassungseinschränkungen und Grenzen des derzeitigen Anpassungsniveaus in der Schweiz.[269] Obwohl beispielsweise Bewässerung eine praktikable Anpassungsstrategie für die Landwirtschaft darstellt, wird ihre Wirksamkeit durch die vielfältigen Wassernutzungen und -ansprüche zunehmend eingeschränkt.[108, 270]

Je weniger wirksam die Anstrengungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen sind, desto mehr muss in Anpassung investiert werden und desto eher werden Grenzen der Anpassung durch die Kumulation von Einschränkungen verschiedener Art erreicht,[111] auch in der Schweiz. Dies bedeutet, dass bestehende Anpassungsmassnahmen und -strategien möglicherweise nicht ausreichen, um zukünftige Auswirkungen und Risiken auf ein tragbares Niveau zu reduzieren. In der Schweiz wird es voraussichtlich vermehrt Situationen geben, in denen bei Anpassungsmassnahmen Kosten-Nutzen-Abwägungen getroffen werden müssen, z. B. wenn der Schutz vor Naturgefahren wie Hochwasser oder Murgängen wegen zunehmender Intensität und/oder Häufigkeit an bestimmten Orten zu teuer wird.[271]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Erwärmung: 1.1.3,
Beobachtete Folgen: 1.2.3 A), Bisheriger Minderungsfortschritt: 1.3.3,
Bisheriger Anpassungsfortschritt: 1.4.3, Kohlenstoffbudgets: 2.1.1 B),
Zukünftiger Klimawandel: 2.2.2,
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 A), Gerechtigkeit: 3.1.6.
Definition «Gouvernanz» siehe Glossar.

B) Wasser

Anpassung

Massnahmen zur Anpassung an den veränderten saisonalen Wasserhaushalt und um der Wasserverknappung im Sommer entgegenzuwirken, umfassen effiziente Bewässerungsmethoden, die Entflechtung von Trink- und Brauchwasser, die Nutzung von Mehrzweckspeichern (z. B. von Stauseen als Energiespeicher, Hochwasserschutz, Wasserrückhalt für Bewässerung usw.) sowie lokale Nutzungseinschränkungen[272, 273] oder die gezielte Auffüllung von Grundwasserspeichern.[148]

Die Anpassung an häufigere und intensivere Naturgefahren ist unabdingbar und beinhaltet sowohl bauliche Massnahmen, Versicherungslösungen, raumplanerische wie auch Landnutzungsänderungen und eine naturnahe Gestaltung des Gewässerraums.[274] Zudem setzt eine wirksame Anpassung ausreichende öffentliche Kapazitäten sowie eine entsprechende Bereitschaft zur Bewältigung von Ereignissen voraus.

Die geringeren Schneemengen, die schwindenden Gletscher und längere Trockenperioden machen neue, effiziente Wassermanagementsysteme im alpinen Raum erforderlich, um einer möglichen Wasserknappheit entgegenwirken zu können. Der Wasserbedarf für Beschneiungsanlagen gerät ausserdem zunehmend mit dem Bedarf für die Wasserkraft und dem Trinkwasser in Konflikt.[53]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 B),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 B).

C) Biodiversität

Minderung

Die Wiederherstellung von Moorlandschaften schützt nicht nur wertvolle Lebensräume, sondern leistet durch ihre Fähigkeit zur CO_2-Speicherung einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.[276]

Bei der Planung von Infrastrukturen für erneuerbare Energien ist vor allem im alpinen Raum die Zusammenarbeit zwischen Expertinnen und Experten für erneuerbare Energien, Klimawissenschaft, Raumplanung und biologische Vielfalt entscheidend, um sicherzustellen, dass diese Projekte ohne Beeinträchtigung des ökologischen Gleichgewichts umgesetzt werden.[277]

Anpassung

Die steigenden Temperaturen und vermehrte Extremereignisse wie Trockenperioden beeinflussen die Funktionalität verschiedener Ökosysteme, darunter Moorlandschaften und die Agrarlandschaft. Gerade im Grasland

hilft eine hohe Artenvielfalt, dass die Ökosystemleistungen – mindestens bezüglich Futtererträge – selbst bei Dürreperioden weiterhin gewährleistet sind.[275, 278]

Massnahmen zum Erhalt der Biodiversität umfassen einen verstärkten Schutz, die Vernetzung von Lebensräumen aller Art mit hoher ökologischer Qualität («ökologische Infrastruktur»), eine nachhaltige Landnutzung und den Einbezug der Biodiversität in die Raumplanung auf der ganzen Fläche.[279] Vor allem gilt es, die Biodiversität in der Landwirtschaft zu erhöhen, z. B. durch agrarökologische Praktiken und Anbausysteme, und den Alpenraum als Hotspot und Rückzugsort der Biodiversität und vieler Arten, für welche die Schweiz eine hohe Verantwortung trägt, zu bewahren.[280] Auch die Vermeidung zusätzlicher Bodenversiegelung sowie Massnahmen zur Renaturierung tragen zur Verbesserung bei.[282, 283]

Die touristische Nutzung erfolgt idealerweise möglichst sanft, d. h. mit wenigen Eingriffen in die Landschaft wie Planierungen oder baulichen Massnahmen. Beim Skitourismus ist zudem ein schonender Umgang mit Böden und Vegetation wichtig. Wo Eingriffe nötig sind, kann eine naturnahe Begrünung zur ökologischen Stabilisierung beitragen.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 C),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 C).
Definition «Biodiversität», «Ökosystemleistung» siehe Glossar.

D) Wald

Minderung

Die nachhaltige Nutzung von Holz als Baustoff im Rahmen einer möglichst regionalen Kreislaufwirtschaft könnte einen wichtigen Beitrag zum Netto-Null-Treibhausgas-Ziel des Bundesrats leisten.[284, 285] Die Minderung des Klimawandels durch Aufforstung ist erfolgversprechender, wenn Holz genutzt und für die Substitution von energieintensiven Baustoffen wie Stahl und Zement verwendet wird, als wenn der Vorrat im Wald erhöht bzw. die Nutzung reduziert wird.[284]

Die direkte energetische Nutzung von Holz (Substitution fossiler Brennstoffe) sollte auf Schadholz und Sägereiabfälle beschränkt werden, da die damit verbundenen Feinstaubemissionen gesundheitsschädlich sind und kein zusätzlicher Kohlenstoff aus der Atmosphäre gebunden wird. Die verstärkte Nutzung und Verwendung von Holz folgt idealerweise dem Prinzip der Kaskadennutzung mit stofflicher Erstnutzung, Recycling, Zweitnutzung und letztlich energetischer Nutzung.[46, 284] Derzeit besteht der grösste Handlungsbedarf darin, die stoffliche Nutzung von Holz zu stärken. Aufgrund der betrieblichen und ökonomischen Rahmenbedingungen wird heute ein Grossteil des Holzes (56 %) direkt energetisch genutzt.[46]

Anpassung

Bei der Waldbewirtschaftung geht es um eine umfassende Erhöhung der Vielfalt bezüglich Bestandsstrukturen, Baumarten und Genpool, mit dem Ziel, die Wälder mittel- und langfristig widerstands- und anpassungsfähiger gegenüber dem Klimawandel zu machen.

Neben einer Anpassung der waldbaulichen Verfahren kann auch das kontrollierte Einbringen von Baumarten, welche mit den zukünftigen Klimabedingungen zurechtkommen, eine sinnvolle Massnahme sein.[286] Das Ziel einer nachhaltigen, integrativen Waldbewirtschaftung ist es deshalb, vielfältige, naturnahe und dadurch widerstandsfähige Wälder aus zukunftsfähigen Baumarten anzustreben, die es erlauben, Holz zu ernten und die Kohlenstoffspeicherung in einem zukünftigen Klima zu gewährleisten, ohne andere wichtige Waldleistungen zu beeinträchtigen.[287]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 D),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 D).
Definition «Kaskadennutzung» siehe Glossar.

E) Eis und Schnee

Anpassung

Die Entwicklung alternativer Tourismuskonzepte kann zur Abfederung der abnehmenden Schneesicherheit in vielen Wintersportgebieten dienen. Alternativ besteht für einige Regionen die Option, ihre Abhängigkeit vom Tourismus durch den Ausbau anderer Wirtschaftssektoren zu verringern.[288]

Für einen nachhaltigen Betrieb von Infrastruktur im Hochgebirge sollten Permafrostbedingungen und deren Veränderung in die Planung mit einbezogen werden. Um sich auf die sich verändernden alpinen Risiken im Bereich Felsstürze, Lawinen, Murgänge und Überschwemmungen anzupassen, ist ein angepasstes Naturgefahrenmanagement wichtig, wie z. B. das Erkennen neuer Gefährdungsbereiche, Frühwarnsysteme oder Schutzmassnahmen.[289]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 E),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 E).
Definition «Permafrost» siehe Glossar.

F) Landwirtschaft und Ernährungssystem

Minderung

Die Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, eine klima- und standortangepasste Nahrungsmittelproduktion mit einem Selbstversorgungsgrad von mindestens 50 % zu erreichen, den Pro-Kopf-Treibhausgasfussabdruck der Ernährung um zwei Drittel gegenüber 2020 zu senken und die Treibhausgasemissionen der landwirtschaftlichen Produktion im Inland um mindestens 40 % zu reduzieren.[290] Mit den aktuell ergriffenen Massnahmen besteht jedoch noch eine deutliche Ziellücke.[291, 292]

Optionen für produktionsseitig-technische Massnahmen in der Tierproduktion beinhalten Anpassungen in der Fütterung[293–295] und im Herdenmanagement[296] oder den Bau von Biogasanlagen.[297] Im Pflanzenbau können die Erhöhung der Effizienz der Stickstoffdüngung,[298, 299] ein vermehrter Anbau von Leguminosen[300, 301] und Kohlenstoff-Sequestrierung (z. B. durch Humusaufbau[302, 303] Ausbringung von Pflanzenkohle[304] oder Agroforstsysteme[305]) zum Erreichen der oben genannten Ziele beitragen.

Die Umsetzung von produktionsseitig-technischen Massnahmen ist herausfordernd.[291] Dafür sind zum einen hohe Kosten[306] verantwortlich, aber auch logistisch-organisatorische Herausforderungen, die unter anderem auf kleinräumige landwirtschaftliche Strukturen zurückzuführen sind, sowie soziale und kulturelle Aspekte.[307, 308]

Konsumseitig-strukturelle Massnahmen fokussieren sich auf transformative Prozesse und Verhaltensänderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und weisen grosse Potenziale auf (minus 50 % der Emissionen). Zwei Hauptstossrichtungen sind die Reduktion von Lebensmittelverlusten[309, 310] und die Umstellung hin zu einer ressourcenschonenden Ernährung.[309, 310]

Für einen effizienten Klimaschutz ist eine ganzheitliche Systemperspektive unerlässlich. Dazu gehört die effiziente Nutzung der beschränkten Fläche und der produzierten Biomasse.[311] Ca. 80 % der landwirtschaftlichen Emissionen in der Schweiz können der Tierhaltung[291] respektive dem Verzehr von tierischen Lebensmitteln zugeschrieben werden.[312] Auf 60 % der Schweizer Ackerfläche wird Tierfutter produziert.[313] Eine Reduktion der landwirtschaftlichen Emissionen lässt sich daher durch die Förderung des Anbaus pflanzenbasierter Lebensmittel und die Stärkung einer pflanzenbasierten Ernährung erreichen.[314, 315] Gleichzeitig kann auch die Anpassung der Tierbestände an das lokal vorhandene Futterangebot zur Emissionsreduktion beitragen.[316, 317] Diese Anpassungen führen zu einer Erhöhung des Selbstversorgungsgrades und der Versorgungssicherheit.[318]

Bei der Ausgestaltung der Massnahmen liefern aktuelle Erkenntnisse des Policy Designs und Packaging[Q] wichtige Anhaltspunkte.[314, 319, 320] Dabei wird wertschöpfungsintegriert mit verschiedenen konsum- und produktionsseitigen Massnahmen angestrebt, dass sich Angebot und Nachfrage möglichst parallel verändern. Für die politische Akzeptanz ist eine strategische Planung der zeitlichen Abfolge der Massnahmen wichtig.[320] Schliesslich sollte die Transparenz über die Verteilung der Wertschöpfung zwischen den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette verbessert, Fehlanreize im heutigen Instrumentarium reduziert und Massnahmen zur Internalisierung externer Kosten ergriffen werden.[321, 322]

Anpassung

Innovative und sparsame Bewässerungsstrategien und die Auswahl trockenheits- und hitzeresistenter Kultursorten sind wesentliche Elemente der Anpassung in der Landwirtschaft.[323] Extensive Landwirtschaft oder Biolandbau sind nicht per se Versicherungen gegen die negativen Folgen des Klimawandels, da auch diese Anbausysteme bei Trockenheit an ihre Grenzen kommen.[324] Die Suche nach alternativen Anbaupflanzen kann eine klimaresiliente regionale Nahrungsmittelproduktion fördern[325, 326] und einen wichtigen Beitrag zu einer gesunden Ernährung leisten.[327]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 F),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 F).
Definition «Fussabdruck», Klimaresilienz» siehe Glossar.

G) Gesundheit

Minderung

Der Gesundheitssektor war in der Schweiz im Jahr 2019 für rund 6,7 %[R] des gesamten Treibhausgasfussabdrucks verantwortlich und liegt damit über dem Durchschnitt westlicher Länder.[328, 329] Zudem weist er pro Kopf eine der weltweit höchsten Energie-Fussabdrücke auf.[330] Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in diesem Sektor ist daher erforderlich, um die nationalen Klimaziele zu erreichen. Die grössten Emissionsquellen sind Medikamente und Medizinprodukte (über 30 % der Sektoremissionen) sowie Spital- und Spezialinfrastrukturen.[331, 332] Mehrere Staaten, darunter das Vereinigte Königreich, haben Stra-

Q Policy Design: Gestaltung wirksamer politischer Instrumente und Massnahmen zur Erreichung politischer Ziele; Packaging: Kombinierte Abstimmung und Bündelung verschiedener Massnahmen zu einem kohärenten Gesamtansatz.

R Die Emissionsangaben im Gesundheitssektor in diesem Kapitel beruhen auf Scope 1–3 Emissionen (siehe auch Infobox 1).

tegien zur Dekarbonisierung ihres Gesundheitssystems entwickelt; dort konnte der Treibhausgasausstoss über die letzten 20 Jahre kontinuierlich gesenkt werden.[333, 334]

Die Minderungsstrategien lassen sich in zwei Achsen gliedern. Zum einen geht es darum, bestehende Infrastrukturen durch neue Technologien zu dekarbonisieren, nachhaltige Beschaffungsrichtlinien einzuführen oder klinische Praktiken anzupassen (z. B. Verzicht auf besonders klimaschädliche Narkosegase wie Desfluran). Solche Ansätze zur Effizienzsteigerung gelten jedoch als unzureichend, um die Ziele des Übereinkommens von Paris zu erreichen.[335] Erforderlich ist also zum anderen eine tiefgreifendere Umgestaltung des Gesundheitssystems, insbesondere durch die Stärkung von Prävention, Gesundheitsförderung und gemeindenahen Primärversorgungsangeboten.[331, 336]

Anpassung

Bei der Anpassung an die zunehmende Hitzebelastung steht kurzfristig die Sensibilisierung und Information im Vordergrund. Gesundheitsfachpersonen und Behörden benötigen Informationen über Risiken durch Hitze sowie über mögliche Anpassungsmassnahmen, um entsprechend reagieren zu können. Zur Stärkung der Hitzekompetenz der Bevölkerung können wirksame, aber wenig bekannte Massnahmen – etwa zu Ernährung, Kleidung, Medikamenten und sozialer Achtsamkeit – gezielt und verständlich an besonders gefährdete Gruppen wie ältere Menschen, bildungsbenachteiligte und finanziell belastete Personen vermittelt werden.[337] Der Bund stellt dazu Informationsmaterial zur Verfügung (die drei goldenen Regeln für Hitzetage). Viele Kantone nutzen dieses oder verwenden eigene Materialien.[338] Mittel- bis langfristig geht es darum, Siedlungen und Arbeitszonen so zu gestalten, dass sie auch bei zunehmender Sommerhitze eine angenehme Lebens- und Aufenthaltsqualität bieten.

Eine Stadtplanung, die auf mehr Grünflächen, bessere Fuss- und Velowege sowie eine nachhaltigere Bebauung setzt, kann z. B. zur Reduzierung von städtischen Wärmeinseln beitragen und dadurch die Lebensqualität erheblich verbessern.[70]

Hitzeschutzmassnahmen wie kantonale Hitzeaktionspläne tragen zur Minimierung der gesundheitlichen Folgen von Hitze bei.[61] Handlungsbedarf besteht bei der Förderung des interkantonalen Austauschs und der Koordination, um die Ressourcen in den Kantonen effizienter zu nutzen und einander beim Monitoring und der Evaluation von Massnahmen zu unterstützen.[338]

Das Monitoring und die Bekämpfung vektorübertragener Krankheiten sollte weiter ausgebaut werden.[339]

Die Entwicklung von «Co-Benefit»-Konzepten für Gesundheit und Umwelt sowie eines widerstandsfähigeren Gesundheitssystems würde die Wirksamkeit von Anpassungsmassnahmen erhöhen und auch den Umgang mit neu auftretenden Krankheiten erleichtern.[336, 340]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 G),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 G).
Definition «Fussabdruck» siehe Glossar.

H) Energiesystem, Infrastrukturen und urbaner Raum

ENERGIESYSTEM ALLGEMEIN

Minderung

Das Energiesystem ist in der Schweiz aktuell der mit Abstand grösste direkte Treibhausgasemittent und nimmt bei der Minderung eine zentrale Rolle ein. Während die Stromerzeugung bereits heute weitgehend treibhausgasneutral erfolgt, werden die meisten Emissionen durch die Wärmeerzeugung und den Verkehr verursacht.[341] Die Elektrifizierung von Heizungen sowie des Verkehrs (mit Ausnahme des Schiff- und Flugverkehrs) gehören zu den effizientesten und kostengünstigsten Wegen, um die Emissionen zu reduzieren.[189] Hier besteht noch grosses Handlungspotential. Der Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern wird aufgrund höherer Energieeffizienz und sinkender Technologiekosten voraussichtlich zu insgesamt sinkenden Energiepreisen führen.[1 (Ch. C.3.1, Ch. C.3.2)]

Bei der Raumwärmeerzeugung lässt sich durch die Nutzung der Abwärme aus Industrieprozessen, Kehrichtverbrennungsanlagen oder Datenzentren in Kombination mit beispielsweise Wärmenetzen zusätzlich Energie einsparen.[189] Anwendungen, die sich nicht elektrifizieren lassen, beispielsweise der Flugverkehr oder bestimmte Industrieprozesse, können durch den Einsatz erneuerbarer chemischer Energieträger wie Biomethan, Wasserstoff oder nachhaltigem Kerosin dekarbonisiert werden.

Die Schweiz setzt für schwer vermeidbare Emissionen auf CO_2-Abscheidung und den Anschluss an die europäische Infrastruktur: Nach der Ratifizierung des London-Protokolls im Jahr 2023 und den im Jahr 2025 geschlossenen Abkommen mit Norwegen und Dänemark kann CO_2 exportiert und dauerhaft gespeichert werden.[344, 345] Gleichzeitig sind Pilotversuche für den CO_2-Transport per Strasse, Schiene oder Schiff angekündigt,[345] während der Zeitpunkt einer CO_2-Pipeline-Anbindung der Schweiz weiterhin unklar bleibt.

ELEKTRIZITÄTSERZEUGUNG UND -VERBRAUCH

Es gibt viele machbare technisch-ökonomische Massnahmen, um den aufgrund der Dekarbonisierung steigen-

den Elektrizitätsbedarf, insbesondere im Verkehrs- und Wärmesektor, ganzjährig zu decken und den Wegfall von Strom aus Kernenergie auszugleichen.[189, 346–348] Wichtigste Stromquelle bleibt die Wasserkraft, ergänzt durch Photovoltaik auf Dächern und ggf. Freiflächen. Um mit der unregelmässigen Stromerzeugung umgehen zu können, muss jedoch auch der Stromverbrauch flexibilisiert werden, beispielsweise durch lokale Batteriespeicher oder durch die Steuerung des Verbrauchs.[349]

Um die geringere Stromproduktion der Solar- und Wasserkraft im Winter zu ergänzen, stehen in der Schweiz mehrere Optionen zur Verfügung. Windenergie und Alpinphotovoltaik haben einen hohen Winteranteil an ihrer Stromproduktion, doch sind Projekte oft durch hohe Kosten oder begrenzte Akzeptanz erschwert.[350] Politische Massnahmen können den Ausbau beschleunigen. Saisonale Speicher – insbesondere Speicherseen, aber künftig auch Wärme- oder Gasspeicher – können die saisonale Schwankung weiter abfedern.[351] Zusätzlich können Effizienz- und Suffizienzmassnahmen zur Reduktion des Winterbedarfs beitragen.[351] In Phasen, während denen die erneuerbare Energieerzeugung nicht ausreicht, sind Stromimporte und/oder ausnahmsweise der Einsatz thermischer (Gas-)Kraftwerke notwendig.[350, 352] Neue Kernkraftwerke könnten frühestens ab 2050 eine Rolle spielen und tragen daher kurz- und mittelfristig nicht zur Lösung der Winterlücke bei.[353]

INDUSTRIE UND VERKEHR

Minderung

Industrielle Prozesswärme im niedrigen und mittleren Temperaturbereich (unter 300 °C) lässt sich zunehmend durch (dampferzeugende) Wärmepumpen bereitstellen.[354] Für höhere Temperaturen werden weiterhin oft chemische Energieträger benötigt. In der Übergangsphase können fossile Brennstoffe mit Kohlenstoffabscheidung kombiniert werden.

Technologien zur Herstellung erneuerbarer chemischer Energieträger für Industrie und den Flug- und Schiffsverkehr sind mehrheitlich entwickelt. Eine koordinierte internationale Zusammenarbeit ist notwendig, um Produktionskapazitäten aufzubauen, Kosten zu senken und Versorgungssicherheit zu gewährleisten.[355] Für die Schweiz wird der Import solcher Energieträger unverzichtbar bleiben.[356] Dabei wurde für Nachhaltigkeitsstandards und langfristige Energiepartnerschaften bereits ein Herkunftsnachweissystem (HKN-System) geschaffen[357] und erste Absichtserklärungen zur Beschaffung nachhaltiger chemischer Energieträger unterzeichnet (z. B. mit dem Oman).[358]

Der Bund fördert im Rahmen des Klima- und Innovationsgesetzes innovative Prozesse und Technologien zur Dekarbonisierung der Industrie.[359] Die Ausdehnung und Weiterentwicklung von Instrumenten, die mit dem EU-Grenzausgleichsmechanismus (engl. «Carbon Border Adjustment Mechanism», CBAM) vergleichbar sind, könnten zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen und Investitionssicherheit schaffen.

Die Dekarbonisierung des Flugverkehrs hängt von der Verfügbarkeit nachhaltiger, synthetischer Kraftstoffe (engl. «Sustainable Aviation Fuels», SAF) ab.[356] Die Unterstellung von fossilen Flugtreibstoffen unter die Mineralöl- oder Mehrwertsteuer, wie es bei Benzin und Diesel der Fall ist, könnte Anreize schaffen, diese zu reduzieren. Bestehende regulatorische Vorgaben wie die SAF-Quoten im Schweizer CO_2-Gesetz und das Schweizer Emissionshandelssystem, schaffen Vorgaben und Marktanreize zur Emissionsreduktion, können jedoch nur bei ausreichender Skalierung der Produktion zielführend wirken.

Der Strassenverkehr kann dank Elektrifizierung vergleichsweise schnell klimaneutral werden, trotz des heute relativ kleinen Anteils an Elektrofahrzeugen von 4 %.[343] Politische Instrumente wie die EU-Emissionszielvorgaben für Neuwagen wirken unmittelbar (in der EU), und die technologische Basis für batterieelektrische Fahrzeuge ist vorhanden.[361] Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis 2050 wären in diesem Sektor technisch machbar und ökonomisch realistisch.

Massnahmen zur Förderung aktiver und geteilter Mobilität – etwa Fuss- und Veloverkehr, E-Bikes oder Mobility-as-a-Service-Konzepte – können zusätzlich Emissionen senken, Energieverbrauch reduzieren und Gesundheitsvorteile bieten.[362] Diese Entwicklungen ergänzen die Elektrifizierung und erhöhen die Gesamteffizienz des Verkehrssektors.

BAUTEN UND INFRASTRUKTUREN

Minderung

Renovationen verursachen über den gesamten Lebenszyklus hinweg deutlich geringere Emissionen als Neubauten, weil sie vorhandene graue Energie und Bausubstanz weiter nutzen.[363, 364] Die Priorität sollte daher zuerst auf der Sanierung von Gebäuden, dann auf der Wiederverwendung von Bauteilen und zuletzt auf der Wiederverwertung von Abbruchmaterial liegen.[365] Aktuell werden jedoch nur rund 1 % des Gebäudebestands pro Jahr saniert – erforderlich wären mindestens 2–3 %, um bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen.[366] Der verstärkte Einsatz von Holz und anderen biogenen Materialien statt Beton oder Stahl kann Emissionen zusätzlich mindern – vorausgesetzt, sie stammen aus nachhaltiger Bewirtschaftung.[367]

Für die Zementindustrie ist die Kohlenstoffabscheidung und Speicherung unverzichtbar, eine gross angelegte Transportinfrastruktur über Pipelines ist dafür jedoch notwendig.

Ein zentraler Hebel für die Dekarbonisierung des Gebäudeparks ist die Umstellung der Wärmeerzeugung. Fossile Heizsysteme können dabei durch Wärmepumpen, CO_2-arme Fernwärme oder andere erneuerbare Lösungen ersetzt werden. Der energetische Holzeinsatz ist auf Anwendungen mit hohem Temperaturbedarf und kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung (Wärme-Kraft-Kopplung, WKK) zu konzentrieren.[368]

Zusätzlich zur CO_2-Abgabe auf Brennstoffe könnte mit einer Ausweitung des Schweizer Emissionshandelssystems (CH-EHS) auf den Gebäudesektor, analog zum neuen Europäischen Emissionshandelssystem (EU-ETS 2), eine Lenkungswirkung erzielt werden. Neben den Anreizen durch das Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, das neue Klima- und Innovationsgesetz (KlG) sowie die kantonalen Energievorschriften (MuKEn) sind weitere Schritte nötig, beispielsweise die Umsetzung strategischer Grundlagen, bessere Priorisierung der Massnahmen sowie bessere Steuerungsprozesse und Koordination.[370]

Anpassung

Im Gebäudesektor können mit energetischer und baulicher Optimierung die Innenraumtemperaturen gesenkt und damit der zunehmenden Hitzebelastung in Städten begegnet werden. Passive und energieeffiziente Kühlung, verbesserte Wärmedämmung, Beschattungssysteme, helle oder reflektierende Oberflächen sowie Dach- und Fassadenbegrünungen senken zudem den Strombedarf für aktive Kühlung.[371] Auch die Wahl klimaangepasster Baumaterialien und Bauweisen trägt dazu bei, Aufheizung und Schadensrisiken zu mindern.[371]

Für exponierte Infrastrukturen wie Verkehrswege, Brücken, Energie- und Kommunikationsnetze sind verstärkte Bauweisen und optimierte Entwässerungssysteme erforderlich, um sie gegenüber Hitze, Starkregen und Murgängen widerstandsfähiger zu machen. Ergänzend werden digitale Überwachungs- und Frühwarnsysteme für Hochwasser, Hangrutsche oder Hitzeperioden immer wichtiger, um Risiken frühzeitig zu erkennen und Gegenmassnahmen einzuleiten. Eine systematische Integration solcher Anpassungen in Bau- und Infrastrukturrichtlinien stärkt langfristig die Widerstandsfähigkeit der gebauten Umwelt und schützt Bevölkerung sowie Versorgungsnetze.[264]

URBANER RAUM

Anpassung

Zu den wirksamsten, baulichen Massnahmen zur Förderung klimaangepasster Strukturen zählen eine verstärkte Begrünung durch Parks, Stadtbäume, begrünte Dächer und Fassaden sowie die Entsiegelung von Flächen.[371] Diese reduzieren die Oberflächentemperaturen, verbessern die Verdunstungskühlung und fördern die nächtliche Abkühlung. Ergänzend tragen Frischluftschneisen und die Integration von Wasserflächen zur Verbesserung des Stadtklimas bei. Infrastrukturelle Lösungen wie zentrale öffentliche, überdachte Zonen und zugängliche, gekühlte Räume bieten kurzfristig Schutz für vulnerable Bevölkerungsgruppen während Hitzeperioden.[193]

Zur Reduktion der Überflutungsgefahr durch zunehmende Starkniederschläge bedarf es einer gezielten Entsiegelung urbaner Räume sowie des Ausbaus und der Anpassung der Siedlungsentwässerung. Besonders wirksam ist hierbei das Konzept der Schwammstadt, das auf eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung mit Rückhalt, Versickerung und Verdunstung setzt.[73] Dieses Konzept trägt nicht nur zur Entlastung der Kanalisation bei, sondern bietet auch zusätzliche Vorteile bei der Minderung urbaner Hitze.[372]

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 H),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 H).

I) Wirtschaft und Gesellschaft

UNTERNEHMUNGEN

Minderung

Das Klima- und Innovationsgesetz sieht unternehmensspezifische Massnahmen vor. Neben den konventionellen klima- und energiepolitischen Massnahmen können Minderungsfortschritte auf Unternehmensebene auch durch ein verbessertes Materialmanagement und entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen erzielt werden. Die Kreislaufwirtschaft bietet dafür erhebliches Potenzial, da sie den ressourceneffizienten Umgang mit Materialien in sämtlichen Phasen des Produkt-Lebenszyklus entlang der gesamten Lieferkette fördert.[373–375]

Die Schweiz hat das unternehmerische Potenzial der Kreislaufwirtschaft bisher nur in geringem Umfang erschlossen. Derzeit investieren 10 % der Schweizer Unternehmen in kreislaufwirtschaftliche Aktivitäten, wobei selbst diese Pioniere nur begrenzte Einnahmen aus kreislaufwirtschaftlichen Produktsystemen erzielen.[376] Die grössten in der Schweiz bisher unausgeschöpften Potenziale für höhere Ressourceneffizienz und Kreislauf-

wirtschaft liegen im Bereich der Ernährung, Bauen und Wohnen, private Mobilität, Maschinenbau und chemische Industrie.[377]

Mit der Revision des Umweltschutzgesetzes im Jahr 2024 wurde eine gesetzliche Grundlage für die Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft in der Schweiz geschaffen mit neuen Instrumenten für Bund, Kantone und Gemeinden sowie Anreize für Unternehmen zur effizienteren Ressourcennutzung. Vor allem der erfolgsversprechende Mechanismus der Branchenlösung wurde gezielt gestärkt. Einige Kriterien sind allerdings nicht verbindlich formuliert, weshalb der effektive Umsetzungsrahmen zum aktuellen Zeitpunkt noch relativ unklar ist.[378]

Anpassung

Der vorausschauende Umgang mit Klimarisken, insbesondere Naturgefahren, senkt Kosten und eröffnet Chancen am Markt. Unternehmen, die sich proaktiv damit auseinandersetzen, weisen langfristig stabilere Finanzkennzahlen auf und können besser auf Marktveränderungen reagieren. Ein systematisches Klimarisikomanagement stärkt daher die Resilienz und kann Wettbewerbsvorteile verschaffen.[379]

TOURISMUS

Minderung

Der Tourismussektor weist vor allem durch das Reiseverhalten über lange Distanzen (mit hohem Anteil von Flügen und Autofahrten) und zum Teil auch durch den Betrieb von Anlagen einen hohen Treibhausgasausstoss auf.[380] Minderungsmöglichkeiten bestehen in der Verbesserung der Energieeffizienz und der Nutzung von erneuerbaren Energien in vielen Bereichen (Transportanlagen, Unterkünften usw.). Potenzial besteht aber vor allem durch Veränderungen bezüglich der Art des Tourismus, z. B. Zielpublikum mit geringerer Anreisedistanz (Schweiz/Europa statt China/Japan), längere Aufenthalte statt Tagestourismus oder weniger energieintensive Angebote (Wandern, Spiele, Informationspfade usw.).[381]

Anpassung

Das sich verändernde Klima zwingt viele Tourismusdestinationen zu einschneidenden Anpassungen bis hin zu rigorosen Neuorientierungen des Geschäftsmodells.[382] Sogar mit dem Ausbau der künstlichen Beschneiung ist Skitourismus in tiefer gelegenen Gebieten oft kaum mehr wirtschaftlich möglich. Viele Gebiete setzen deshalb vermehrt oder sogar ausschliesslich auf Sommertourismus oder auf schneeungebundene Aktivitäten, oft durchaus erfolgreich (z. B. Region Stockhorn im Berner Oberland).

FINANZINDUSTRIE

Minderung und Anpassung

Klimaberichterstattung (engl. «climate related financial disclosure») unterstützt Firmen dabei, ihr Geschäft klimakompatibel auszugestalten, mit Klimarisiken vorausschauend umzugehen und die damit verbundenen Chancen wahrzunehmen. In der Innenwirkung führt dies dazu, dass Klima in der Strategie ernstgenommen wird, Firmen also ihre Klimarisiken (Transitionsrisiken und physische Risken) kennen und besser im Griff haben. In der Aussenwirkung hilft dies Investoren, besser aufgestellte und risikobewusste Firmen zu identifizieren und Kapital entsprechend zuzuweisen. Dies wiederum senkt die Kapitalkosten für Firmen, die ihre Klimarisiken im Griff haben und die damit verbundenen Chancen wahrnehmen. Eine Klimaberichterstattung, die die genannten Wirkungen entfaltet, gewinnt insbesondere dann an Relevanz, wenn die Vergleichbarkeit über Firmen und Sektoren hinweg gewährleistet ist.[383]

Die Finanzmarktregulierung verlangt seit 2021, dass Firmen ab einer bestimmten Grösse ihre Risiken auf dem Weg zum Netto-Null-Treibhausgas-Ziel sowie bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels offenlegen.[384] Dies beinhaltet die Gouvernanz sowie die Identifikation, Beurteilung, Bewirtschaftung und Überwachung von entsprechenden Risiken. Während die Firmen der Offenlegungspflicht mehrheitlich nachkommen, fehlen oft Angaben über den konkreten Umgang mit klimabezogenen Finanzrisiken.[385, 386]

Die Ausrichtung der internationalen Handlungsmassnahmen im Finanzsektor ist stark auf Berichterstattung ausgelegt. Neben der Vergleichbarkeit von Firmen und Sektoren ergeben sich weitere Herausforderungen, die bei der Ausgestaltung der Berichtspflicht beachtet werden sollten:

– Begrenzte Wirkung von ESG-Berichterstattung auf Investitions- und Unternehmensverhalten: Wissenschaftliche Befunde zeigen, dass ESG-Berichte bislang kaum dazu geführt haben, dass Kapital systematisch in nachhaltigere Geschäftsmodelle fliesst[387, 388] oder Unternehmen grundlegend umdenken.[389] Nachhaltige Veränderungen, etwa hin zu langlebigeren Produkten, stehen oft im Widerspruch zu (kurzfristigen) wachstumsorientierten Investitionslogiken.[390] Der beobachtbare Effekt beschränkt sich darauf, dass Unternehmen sich eher aus rechtlichen Grauzonen zurückziehen, um Reputationsschäden zu vermeiden.[391]

– Gefahr von Greenwashing und Überlastung durch Berichtspflichten: Statt substanzieller Nachhaltigkeit dominiert vielfach das strategische Erfüllen von ESG-Kri-

terien,[389] was sich kaum verhindern lässt.[392] Die zunehmende Berichtspflicht stellt insbesondere für kleinere Unternehmen (KMU) eine Belastung dar, ohne dass dies mit einem nennenswerten Anstieg ihrer Nachhaltigkeitsbeiträge einhergeht.[393] Um Wirkung zu entfalten, müssten ESG-Berichte gezielt Schwächen aufdecken, was in der Praxis jedoch schwierig umzusetzen ist.[389, 394]

Die Wirksamkeit klimabezogener Finanzberichterstattung dürfte künftig davon abhängen, inwieweit es gelingt, Berichterstattung mit konsistentem Bewertungsrahmen, überprüfbaren Indikatoren und einer verbesserten Integration von Klimarisiken in Finanzentscheidungen zu verknüpfen, sodass sie über reine Transparenz hinaus als Grundlage für evidenzbasierte Anpassungsprozesse im Finanzsystem dienen kann.

ÖFFENTLICHE FINANZEN

Minderung

Finanzielle Zusatzlasten für den öffentlichen Haushalt durch das Netto-Null-Ziel (z. B. sinkende Einnahmen aus Mineralölsteuer oder LSVA und höhere Ausgaben durch Subventionen) könnten reduziert werden, wenn die Mineralölsteuer durch eine allgemeine Mobilitätssteuer und Subventionen für Klimaschutz- und Energiesparmassnahmen vermehrt durch Lenkungsabgaben ersetzt würden.[203]

Eine Analyse der Steuervergünstigungen mit grossen Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen in der Schweiz (allen voran die Befreiung des internationalen Luftverkehrs von der Mineralöl- und Mehrwertsteuer, aber auch die Abzugsfähigkeit von Pendlerkosten, die Befreiung leichter Nutzfahrzeuge von der Schwerverkehrsabgabe und die unzureichende Höhe dieser Abgabe für schwere Nutzfahrzeuge, die günstige einkommenssteuerliche Behandlung von Firmenwagen und kostenloses Parken, sowie die Rückerstattung der Mineralölsteuer an lizenzierte Transportunternehmen) zeigt erhebliches Massnahmenpotenzial: Durch die Abschaffung dieser Vergünstigungen würden gemäss Modellresultaten die Treibhausgasemissionen um 2,5 Millionen Tonnen pro Jahr gesenkt und die Einnahmen des Bundes um 2,8 Milliarden CHF sowie die Einnahmen der Kantone und Gemeinden um 1,7 Milliarden CHF erhöht.[395]

Anpassung

Schutzmassnahmen gegen zunehmende Naturgefahren und der Wiederaufbau von beschädigter Infrastruktur, sowie weitere Anpassungsmassnahmen belasten die öffentlichen Finanzen bereits heute, wobei diese nicht eindeutig dem Klimawandel zuzuordnen sind. Es wird sich jedoch vermehrt die Frage stellen, ob Schutzmassnahmen noch verhältnismässig sind, oder gewisse Infrastrukturen und Gebäude rückgebaut werden sollen. Bei knappen öffentlichen Finanzen wird es ausserdem besonders wichtig sein, Anpassungsmassnahmen dort zu finanzieren, wo sie die grösste Wirkung entfalten.

Verwandte Kapitel: Beobachtete Folgen: 1.2.3 I),
Zukünftige Folgen und Risiken: 2.3.2 I).

4 Literaturverzeichnis

1. IPCC (2023) **Summary for Policymakers.** Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)1–34. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
2. Scherrer SC, de Valk C, Begert M, Gubler S, Kotlarski S, Croci-Maspoli M (2024) **Estimating trends and the current climate mean in a changing climate.** Climate Services. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100428
3. Forster PM, Smith C, Walsh T, Lamb W F, Lamboll R, Cassou C, Hauser M, Hausfather Z, Lee J-Y, Palmer MD, von Schuckmann K, Slangen ABA, Szopa S, Trewin B, Yun J, Gillett NP, Jenkins S, Matthews HD, Raghavan K, Ribes A, Rogelj J, Rosen D, Zhang X, Allen M, Aleluia Reis L, Andrew RM, Betts RA, Borger A, Broersma JA, Burgess SN, Cheng L, Friedlingstein P, Domingues CM, Gambarini M, Gasser T, Gütschow J, Ishii M, Kadow C, Kennedy J, Killick RE, Krummel PB, Liné A, Monselesan DP, Morice C, Mühle J, Naik V, Peters GP, Pirani A, Pongratz J, Minx JC, Rigby M, Rohde R, Savita A, Seneviratne S I, Thorne P, Wells C, Western LM, van der Werf G R, Wijffels SE, Masson-Delmotte V, Zhai P (2025) **Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence.** Earth System Science Data. https://doi.org/10.5194/essd-17-2641-2025
4. IPCC (2023) **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, H. Lee and J. Romero [eds.]). IPCC, Geneva, Switzerland.** https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
5. Copernicus Climate Change Service (C3S) (2024) **European State of the Climate 2023 | Copernicus.** https://climate.copernicus.eu/esotc/2023
6. European Environment Agency EEA (2025) **Global and European temperatures.** https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/global-and-european-temperatures
7. Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025) **Surface air temperature for August 2025.** https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-august-2025
8. Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025) **European State of the Climate 2024.** https://climate.copernicus.eu/esotc/2024
9. MeteoSwiss, ETH Zurich (2025) **Climate CH2025 – Scientific Report.** Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss. https://doi.org/10.18751/climate/scenarios/ch2025/sr/1.0
10. MeteoSchweiz (2025) **Klimawandel.** https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klimawandel.html
11. Schumacher DL, Singh J, Hauser M, Fischer EM, Wild M, Seneviratne SI (2024) **Exacerbated summer European warming not captured by climate models neglecting long-term aerosol changes.** Communications Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43247-024-01332-8
12. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2023.** https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/S0ENVZ3HpuzF/kenngroessen_thg_emissionen_schweiz.pdf
13. Neu U (2021) **Die Auswirkungen der Flugverkehrsemissionen auf das Klima.** Swiss Academies Communications 16 (3). https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.4767530
14. United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC (2025) **Enhanced Transparency Framework – Technical Material.** https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/support-for-developing-countries/consultative-group-of-experts/enhanced-transparency-framework-technical-material
15. Bundesamt für Statistik BFS (2023) **Treibhausgas-Fussabdruck – Treibhausgasemissionen aufgrund der Schweizer Endnachfrage – Millionen Tonnen CO2-Äquivalente – 2000–2021 | Diagramm.** https://www.bfs.admin.ch/asset/de/27705365
16. Copernicus Marine Service (2025) **Global Ocean Mean Sea Level time series and trend from Observations Reprocessing.** https://marine.copernicus.eu/ocean-climate-portal/sea-level
17. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023) **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896
18. IPCC (Hrsg.) (2023) **Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate.** Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.013
19. Cundill G, Singh C, Adger WN, Safra de Campos R, Vincent K, Tebboth M, Maharjan A (2021) **Toward a climate mobilities research agenda: Intersectionality, immobility, and policy responses.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102315
20. GRID (2024) **Global Report on Internal Displacement.** https://api.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/IDMC-GRID-2024-Global-Report-on-Internal-Displacement.pdf
21. IPCC (2021) **Summary for Policymakers.** In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.001
22. Shekhar A, Buchmann N, Humphrey V, Gharun M (2024) **More than three-fold increase in compound soil and air dryness across Europe by the end of 21st century.** Weather and Climate Extremes. https://doi.org/10.1016/j.wace.2024.100666
23. Steensen BM, Myhre G, Hodnebrog Ø, Alterskjær K (2025) **How climate models reproduce the observed increase in extreme precipitation over Europe.** PLOS Climate. https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000442
24. Asadieh B, Krakauer NY (2015) **Global trends in extreme precipitation: climate models versus observations.** Hydrology and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/hess-19-877-2015
25. Bauer VM, Scherrer SC (2024) **The observed evolution of sub-daily to multi-day heavy precipitation in Switzerland.** Atmospheric Science Letters. https://doi.org/10.1002/asl.1240

26. Matiu M, Crespi A, Bertoldi G, Carmagnola CM, Marty C, Morin S, Schöner W, Cat Berro D, Chiogna G, De Gregorio L, Kotlarski S, Majone B, Resch G, Terzago S, Valt M, Beozzo W, Cianfarra P, Gouttevin I, Marcolini G, Notarnicola C, Petitta M, Scherrer SC, Strasser U, Winkler M, Zebisch M, Cicogna A, Cremonini R, Debernardi A, Faletto M, Gaddo M, Giovannini L, Mercalli L, Soubeyroux J-M, Sušnik A, Trenti A, Urbani S, Weilguni V (2021) **Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019.** The Cryosphere. https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021

27. Bundesamt für Umwelt BAFU (2021) **Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer.** Umwelt-Wissen UW. https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=cPLO37edEVrg

28. Muelchi R, Rössler O, Schwanbeck J, Weingartner R, Martius O (2021) **River runoff in Switzerland in a changing climate – changes in moderate extremes and their seasonality.** Hydrology and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/hess-25-3577-2021

29. Ruiz-Villanueva V, Molnar P (2020) **Past, current, and future changes in floods in Switzerland.** ETH Zurich. https://doi.org/10.3929/ethz-b-000458556

30. Kiebacher T, Meier M, Kipfer T, Roth T (2023) **Thermophilisation of communities differs between land plant lineages, land use types and elevation.** Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-023-38195-6

31. Roth T, Plattner M, Amrhein V (2014) **Plants, Birds and Butterflies: Short-Term Responses of Species Communities to Climate Warming Vary by Taxon and with Altitude.** PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082490

32. Körner C, Hiltbrunner E (2024) **Rapid advance of climatic tree limits in the Eastern Alps explained by on-site temperatures.** Regional Environmental Change. https://doi.org/10.1007/s10113-024-02259-8

33. Steinbauer MJ, Grytnes J-A, Jurasinski G, Kulonen A, Lenoir J, Pauli H, Rixen C, Winkler M, Bardy-Durchhalter M, Barni E, Bjorkman AD, Breiner FT, Burg S, Czortek P, Dawes MA, Delimat A, Dullinger S, Erschbamer B, Felde VA, Fernández-Arberas O, Fossheim K F, Gómez-García D, Georges D, Grindrud ET, Haider S, Haugum SV, Henriksen H, Herreros MJ, Jaroszewicz B, Jaroszynska F, Kanka R, Kapfer J, Klanderud K, Kühn I, Lamprecht A, Matteodo M, di Cella UM, Normand S, Odland A, Olsen SL, Palacio S, Petey M, Piscová V, Sedlakova B, Steinbauer K, Stöckli V, Svenning J-C, Teppa G, Theurillat J-P, Vittoz P, Woodin SJ, Zimmermann NE, Wipf S (2018) **Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming.** Nature. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0005-6

34. Vitasse Y, Hoch G, Randin CF, Lenz A, Kollas C, Körner C (2012) **Tree recruitment of European tree species at their current upper elevational limits in the Swiss Alps.** Journal of Biogeography. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02697.x

35. Khaliq I, Rixen C, Zellweger F, Graham CH, Gossner MM, McFadden IR, Antão L, Brodersen J, Ghosh S, Pomati F, Seehausen O, Roth T, Sattler T, Supp SR, Riaz M, Zimmermann NE, Matthews B, Narwani A (2024) **Warming underpins community turnover in temperate freshwater and terrestrial communities.** Nature Communications. https://doi.org/10.1038/s41467-024-46282-z

36. Rumpf SB, Gravey M, Brönnimann O, Luoto M, Cianfrani C, Mariethoz G, Guisan A (2022) **From white to green: Snow cover loss and increased vegetation productivity in the European Alps.** Science. https://doi.org/10.1126/science.abn6697

37. Rumpf SB, Hülber K, Klonner G, Moser D, Schütz M, Wessely J, Willner W, Zimmermann NE, Dullinger S (2018) **Range dynamics of mountain plants decrease with elevation.** Proceedings of the National Academy of Sciences. https://doi.org/10.1073/pnas.1713936115

38. Vitasse Y, Ursenbacher S, Klein G, Bohnenstengel T, Chittaro Y, Delestrade A, Monnerat C, Rebetez M, Rixen C, Strebel N, Schmidt BR, Wipf S, Wohlgemuth T, Yoccoz N G, Lenoir J (2021) **Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps.** Biological Reviews. https://doi.org/10.1111/brv.12727

39. Alexander JM, Diez JM, Levine JM (2015) **Novel competitors shape species' responses to climate change.** Nature. https://doi.org/10.1038/nature14952

40. Bálint M, Domisch S, Engelhardt CHM, Haase P, Lehrian S, Sauer J, Theissinger K, Pauls SU, Nowak C (2011) **Cryptic biodiversity loss linked to global climate change.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1191

41. NCCS (2021) **Swiss Water Bodies in a Changing Climate.** National Centre for Climate Services. http://www.nccs.admin.ch/hydro_brochure_en

42. Rey Benayas J, Martins A, Nicolau J, Schulz J (2007) **Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences.** CABI Reviews. https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20072057

43. Hermann M, Röthlisberger M, Gessler A, Rigling A, Senf C, Wohlgemuth T, Wernli H (2023) **Meteorological history of low-forest-greenness events in Europe in 2002–2022.** Biogeosciences. https://doi.org/10.5194/bg-20-1155-2023

44. Schuldt B, Buras A, Arend M, Vitasse Y, Beierkuhnlein C, Damm A, Gharun M, Grams TEE, Hauck M, Hajek P, Hartmann H, Hiltbrunner E, Hoch G, Holloway-Phillips M, Körner C, Larysch E, Lübbe T, Nelson DB, Rammig A, Rigling A, Rose L, Ruehr NK, Schumann K, Weiser F, Werner C, Wohlgemuth T, Zang CS, Kahmen A (2020) **A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests.** Basic and Applied Ecology. https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003

45. Frei ER, Gossner MM, Vitasse Y, Queloz V, Dubach V, Gessler A, Ginzler C, Hagedorn F, Meusburger K, Moor M, Samblás Vives E, Rigling A, Uitentuis I, von Arx G, Wohlgemuth T (2022) **European beech dieback after premature leaf senescence during the 2018 drought in northern Switzerland.** Plant Biology. https://doi.org/10.1111/plb.13467

46. Strauss A, Fischer C (Hrsg.) (2025) **Waldbericht 2025. Entwicklung, Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes.** Bundesamt für Umwelt BAFU; Eidg. Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft WSL. Umwelt-Zustand. http://doi.org/10.55419/wsl:37780

47. Hlásny T, König L, Krokene P, Lindner M, Montagné-Huck C, Müller J, Qin H, Raffa KF, Schelhaas M-J, Svoboda M, Viiri H, Seidl R (2021) **Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management.** Current Forestry Reports. https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x

48. Scapucci L, Shekhar A, Aranda-Barranco S, Bolshakova A, Hörtnagl L, Gharun M, Buchmann N (2024) **Compound soil and atmospheric drought (CSAD) events and CO_2 fluxes of a mixed deciduous forest: the occurrence, impact, and temporal contribution of main drivers.** Biogeosciences. https://doi.org/10.5194/bg-21-3571-2024

49. GLAMOS (2022) **The Swiss Glaciers 2019/20 and 2020/21: Glaciological Report No. 141/142:** 173 p. https://doi.glamos.ch/pubs/glrep/glrep_141-142.html

50. Mollaret C, Hilbich C, Pellet C, Flores-Orozco A, Delaloye R, Hauck C (2019) **Mountain permafrost degradation documented through a network of permanent electrical resistivity tomography sites.** The Cryosphere. https://doi.org/10.5194/tc-13-2557-2019

51. Noetzli J, Isaksen K, Barnett J, Christiansen HH, Delaloye R, Etzelmüller B, Farinotti D, Gallemann T, Guglielmin M, Hauck C, Hilbich C, Hoelzle M, Lambiel C, Magnin F, Oliva M, Paro L, Pogliotti P, Riedl C, Schoeneich P, Valt M, Vieli A, Phillips M (2024) **Enhanced warming of European mountain permafrost in the early 21st century.** Nature Communications. https://doi.org/10.1038/s41467-024-54831-9

52. PERMOS (2024) **Swiss Permafrost Bulletin 2023.** https://doi.org/10.13093/permos-bull-2024

53. Vorkauf M, Marty C, Kahmen A, Hiltbrunner E (2021) **Past and future snowmelt trends in the Swiss Alps: the role of temperature and snowpack.** Climatic Change. https://doi.org/10.1007/s10584-021-03027-x

54. Swiss Permafrost Monitoring Network PERMOS (2025) **Swiss Permafrost Bulletin 2024.** Annual report on permafrost observations in the Swiss Alps. https://doi.org/10.13093/permos-bull-2025

55. Haberkorn A, Kenner R, Noetzli J, Phillips M (2021) **Changes in Ground Temperature and Dynamics in Mountain Permafrost in the Swiss Alps. F**rontiers in Earth Science. https://doi.org/10.3389/feart.2021.626686

56. Calanca P, Holzkämper A, Isotta FA (2023) **Die thermische Vegetationszeit im Wandel des Klimas.** Agrarforschung Schweiz. https://doi.org/10.34776/afs14-150

57. Stähli M, Seibert J, Kirchner JW, Von Freyberg J, Van Meerveld I (2021) **Hydrological trends and the evolution of catchment research in the Alptal valley, central Switzerland.** Hydrological Processes. https://doi.org/10.1002/hyp.14113

58. Ritzel C, von Ow A (2023) **Ernährungssicherheit der Schweiz 2023: Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen.** Agroscope Science. https://doi.org/10.34776/as167g

59. Vitasse Y, Schneider L, Rixen C, Christen D, Rebetez M (2018) **Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades.** Agricultural and Forest Meteorology. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.09.005

60. Pontiggia A, Münger A, Ammer S, Philipona C, Bruckmaier RM, Keil NM, Dohme-Meier F (2023) **Short-term physiological responses to moderate heat stress in grazing dairy cows in temperate climate.** Animal. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100718

61. Ragettli MS, Luyten A, Röösli M (2024) **Monitoring hitzebedingte Todesfälle: Sommer 2023: Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle».** Im Auftrag des BAFU und BAG.

62. de Schrijver E, Bundo M, Ragettli MS, Sera F, Gasparrini A, Franco OH, Vicedo-Cabrera AM (2022) **Nationwide Analysis of the Heat- and Cold-Related Mortality Trends in Switzerland between 1969 and 2017: The Role of Population Aging.** Environmental Health Perspectives. https://doi.org/10.1289/EHP9835

63. Vicedo-Cabrera AM, de Schrijver E, Schumacher DL, Ragettli MS, Fischer EM, Seneviratne SI (2023) **The footprint of human-induced climate change on heat-related deaths in the summer of 2022 in Switzerland.** Environmental Research Letters. https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ace0d0

64. de Schrijver E, Royé D, Gasparrini A, Franco OH, Vicedo-Cabrera AM (2023) **Exploring vulnerability to heat and cold across urban and rural populations in Switzerland.** Environmental Research: Health. https://dx.doi.org/10.1088/2752-5309/acab78

65. Wicki B, Flückiger B, Vienneau D, de Hoogh K, Röösli M, Ragettli MS (2024) **Socio-environmental modifiers of heat-related mortality in eight Swiss cities: A case time series analysis.** Environmental Research. https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118116

66. Müller P, Engeler L, Vavassori L, Suter T, Guidi V, Gschwind M, Tonolla M, Flacio E (2020) **Surveillance of invasive Aedes mosquitoes along Swiss traffic axes reveals different dispersal modes for Aedes albopictus and Ae. japonicus.** PLoS Neglected Tropical Diseases. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008705

67. Cazzin S, Liechti N, Jandrasits D, Flacio E, Beuret C, Engler O, Guidi V (2023) **First Detection of West Nile Virus Lineage 2 in Mosquitoes in Switzerland, 2022.** Pathogens. https://doi.org/10.3390/pathogens12121424

68. Eeftens M, Tummon F (2024) **Pollen allergy and the impact of a changing climate.** Swiss Academies Factsheets. http://doi.org/10.5281/zenodo.11124588

69. Glick S, Gehrig R, Eeftens M (2021) **Multi-decade changes in pollen season onset, duration, and intensity: A concern for public health?** Science of The Total Environment. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146382

70. Bundesamt für Umwelt BAFU (2018) **Hitze in Städten.** https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/massnahmen/leitfaden/hitze_in_staedten.pdf

71. Miranda ND, Lizana J, Sparrow SN, Zachau-Walker M, Watson PAG, Wallom DCH, Khosla R, McCulloch M (2023) **Change in cooling degree days with global mean temperature rise increasing from 1.5 °C to 2.0 °C.** Nature Sustainability. https://doi.org/10.1038/s41893-023-01155-z

72. Berger M, Worlitschek J (2019) **The link between climate and thermal energy demand on national level: A case study on Switzerland.** Energy and Buildings. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109372

73. Bundesamt für Umwelt BAFU (2022) **Regenwasser im Siedlungsraum.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=YF2h0utjutOQ

74. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Klima-Risikoanalyse für die Schweiz.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=74m-J2D7NNzh

75. Stalhandske Z, Nesa V, Zumwald M, Ragettli MS, Galimshina A, Holthausen N, Röösli M, Bresch DN (2022) **Projected impact of heat on mortality and labour productivity under climate change in Switzerland.** Natural Hazards and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/nhess-22-2531-2022

76. Mitterwallner V, Steinbauer M, Mathes G, Walentowitz A (2024) **Global reduction of snow cover in ski areas under climate change.** PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299735

77. Marty C, Schlögl S, Bavay M, Lehning M (2017) **How much can we save? Impact of different emission scenarios on future snow cover in the Alps.** The Cryosphere. https://doi.org/10.5194/tc-11-517-2017

78. Klein G, Vitasse Y, Rixen C, Marty C, Rebetez M (2016) **Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset.** Climatic Change. https://doi.org/10.1007/s10584-016-1806-y

79. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016) **Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven.** Swiss Academies Reports. https://scnat.ch/de/id/xEPcp

80. WSL (2024) **Swiss flood and landslide damage database.** https://www.wsl.ch/en/natural-hazards/understanding-and-forecasting-floods/flood-and-landslide-damage-database

81. Schweizerische Versicherungsverband SVV (2021) **Unwettersommer 2021: Versicherungen zahlen rund 2 Milliarden für Elementarschäden | SVV.** https://www.svv.ch/de/newsroom/unwettersommer-2021-versicherungen-zahlen-rund-2-milliarden-fuer-elementarschaeden

82. Bundesamt für Umwelt BAFU (2020) **Auswirkungen des Klimawandels im Ausland – Risiken und Chancen für die Schweiz.** Umwelt-Info. https://www.bafu.admin.ch/de/publikation?id=up9Q9qdT-Gph

83. United Nations Environment Programme UNEP (2024) **Emissions Gap Report 2024: No more hot air … please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments.** https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404

84. Friedlingstein P, O'Sullivan M, Jones MW, Andrew RM, Hauck J, Landschützer P, Le Quéré C, Li H, Luijkx IT, Olsen A, Peters GP, Peters W, Pongratz J, Schwingshackl C, Sitch S, Canadell J G, Ciais P, Jackson RB, Alin SR, Arneth A, Arora V, Bates NR, Becker M, Bellouin N, Berghoff CF, Bittig HC, Bopp L, Cadule P, Campbell K, Chamberlain M, Chandra N, Chevallier F, Chini L P, Colligan T, Decayeux J, Djeutchouang LM, Dou X, Duran Rojas C, Enyo K, Evans W, Fay AR, Feely RA, Ford DJ, Foster A, Gasser T, Gehlen M, Gkritzalis T, Grassi G, Gregor L, Gruber N, Gürses Ö, Harris I, Hefner M, Heinke J, Hurtt GC, Iida Y, Ilyina T, Jacobson AR, Jain AK, Jarníková T, Jersild A, Jiang F, Jin Z, Kato E, Keeling RF, Klein Goldewijk K, Knauer J, Korsbakken JI, Lan X, Lauvset SK, Lefèvre N, Liu Z, Liu J, Ma L, Maksyutov S, Marland G, Mayot N, McGuire PC, Metzl N, Monacci NM, Morgan EJ, Nakaoka S-I, Neill C, Niwa Y, Nützel T, Olivier L, Ono T, Palmer PI, Pierrot D, Qin Z, Resplandy L, Roobaert A, Rosan TM, Rödenbeck C, Schwinger J, Smallman TL, Smith SM, Sospedra-Alfonso R, Steinhoff T, Sun Q, Sutton AJ, Séférian R, Takao S, Tatebe H, Tian H, Tilbrook B, Torres O, Tourigny E, Tsujino H, Tubiello F, van der Werf G, Wanninkhof R, Wang X, Yang D, Yang X, Yu Z, Yuan W, Yue X, Zaehle S, Zeng N, Zeng J (2025) **Global Carbon Budget 2024.** Earth System Science Data. https://doi.org/10.5194/essd-17-965-2025

85. UNFCCC (2025) **Key aspects of the Paris Agreement.** https://unfccc.int/most-requested/key-aspects-of-the-paris-agreement

86. IPCC (2018) **1,5 °C Globale Erwärmung (Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger).** Ein IPCC- Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut. (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T [Hrsg.]). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf

87. Le Quéré C, Korsbakken JI, Wilson C, Tosun J, Andrew R, Andres RJ, Canadell JG, Jordan A, Peters GP, van Vuuren DP (2019) **Drivers of declining CO_2 emissions in 18 developed economies.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0419-7

88. Our World in Data (2025) **Territorial and consumption-based CO_2 emissions.** https://ourworldindata.org/grapher/production-vs-consumption-co2-emissions

89. European Environment Agency EEA (2023) **Trends and Projections in Europe 2023.** https://doi.org/10.2800/595102

90. Ritchie H (2021) **Many countries have decoupled economic growth from CO_2 emissions, even if we take offshored production into account.** Our World in Data. https://ourworldindata.org/co2-gdp-decoupling

91. Stechemesser A, Koch N, Mark E, Dilger E, Klösel P, Menicacci L, Nachtigall D, Pretis F, Ritter N, Schwarz M, Vossen H, Wenzel A (2024) **Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades.** Science. https://doi.org/10.1126/science.adl6547

92. Hoppe J, Hinder B, Rafaty R, Patt A, Grubb M (2023) **Three Decades of Climate Mitigation Policy: What Has It Delivered?** Annual Review of Environment and Resources. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-103821

93. Der Bundesrat (2021) **Langfristige Klimastrategie der Schweiz.** https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-82140.html

94. Bundesversammlung (2025) **Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit.** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/de

95. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Ziele und Strategien der Klimapolitik.** https://www.bafu.admin.ch/de/klimapolitik-ziele-strategien

96. Schweizerischer Bundesrat (2024) **SR 814.310.1 – Verordnung vom 27. November 2024 zum Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (Klimaschutz-Verordnung, KIV).** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2024/772/de

97. Bundesversammlung (2013) **Bundesgesetz über die Reduktion der CO_2-Emissionen.** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/855/de

98. United Nations (2015) **Paris Agreement.** https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

99. Schweizerische Eidgenossenschaft (2025) **Switzerland's second nationally determined contribution under the Paris Agreement 2031–2035.** https://unfccc.int/sites/default/files/2025-01/Switzerland%20second%20NDC%202031-2035.pdf

100. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2023.** https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/S0ENVZ3HpuzF/kenngroessen_thg_emissionen_schweiz.pdf

101. Ritchie H, Rosado P, Roser M (2020) **Energy Production and Consumption.** Our World in Data. https://ourworldindata.org/energy-production-consumption

102. Bundesamt für Statistik BFS (2024) **Gross domestic product, long time series – 1948–2023 | Tabelle.** https://www.bfs.admin.ch/asset/de/32257517

103. Jaccard S, Le Quéré C, Masson-Delmotte V, Plattner G-K, Rebetez M, Rogelj J, Seneviratne SI, Stocker T (2020) **Climate scientists' letter in support of defense.** https://www.reseau43.ch/docs/LAC/200921_climat_E.pdf

104. Ritchie H, Roser M (2020) **CO_2 emissions.** Our World in Data. https://ourworldindata.org/co2-emissions

105. Global Carbon Atlas (2025) **Carbon Emissions Switzerland (Territorial vs. Consumption) 1990–2022.** https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions

106. Thalmann P, Vielle M (2019) **Lowering CO_2 emissions in the Swiss transport sector.** Swiss Journal of Economics and Statistics. https://doi.org/10.1186/s41937-019-0037-3

107. Pearce-Kelly P, Altieri AH, Bruno JF, Cornwall CE, McField M, Muñiz-Castillo AI, Rocha J, Setter RO, Sheppard C, Roman-Cuesta RM, Yesson C (2025) **Considerations for determining warm-water coral reef tipping points.** Earth System Dynamics. https://doi.org/10.5194/esd-16-275-2025

108. IPCC (2023) **Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

109. Begum RA, Lempert R, Ali E, Benjaminsen TA, Bernauer T, Cramer W, Cui X, Mach K, Nagy G, Sukumar NCSR, Wester P (2022) **Point of departure and key concepts.** Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.003

110. Dow K, Berkhout F, Preston BL, Klein RJT, Midgley G, Shaw MR (2013) **Limits to adaptation.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate1847

111. Juhola S, Bouwer LM, Huggel C, Mechler R, Muccione V, Wallimann-Helmer I (2024) **A new dynamic framework is required to assess adaptation limits.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102884

112. European Commission (2021) **Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change.** https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A82%3AFIN

113. Rayner T (2023) **Adaptation to climate change: EU policy on a Mission towards transformation?** npj Climate Action. https://doi.org/10.1038/s44168-023-00068-z

114. European Environment Agency EEA (2024) **Urban adaptation in Europe: what works?** https://doi.org/10.2800/50996

115. European Environment Agency EEA (2024) **Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe.** https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related

116. European Climate Neutrality Observatory ecno (2024) **State of EU progress to climate neutrality.** https://climateobservatory.eu/sites/default/files/2024-07/ECNO_Flagship_Report_2024_online.pdf

117. Köllner P, Gross C, Schäppi B, Füssler J, Lerch J, Nauser M (2017) **Klimabedingte Risiken und Chancen – Eine schweizweite Synthese.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=HBP-GItSwPamo

118. Kanton Zürich (2022) **Langfristige Klimastrategie.** https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/klima/langfristige-klimastrategie.html

119. République et canton de Genève, Département du territoire (DT) (2024) **Plan climat cantonal 2030 – 2e génération.** https://www.ge.ch/node/24973

120. Ragettli M, Luyten A, Röösli M (2025) **Monitoring hitzebedingte Todesfälle: Sommer 2024.** https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/sektoren/gesundheit/bericht-monitoring-hitzebedingte-todesfaelle-sommer-2024.pdf

121. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Gesundheit BAG (2025) **Indikator Hitzebedingte Todesfälle** https://www.bafu.admin.ch/de/indikatoren

122. Popovic NF, Asseburg J, Weber S (2023) **Communicating weather warnings to the Swiss population – Insights of a representative online study.** MeteoSwiss. https://doi.org/10.18751/pmch/sr/106.weatherwarnings/1.0

123. Bebi P, Bugmann H, Lüscher P, Lange B, Brang P (2016) **Auswirkungen des Klimawandels auf Schutzwald und Naturgefahren.** In: Pluess, Andrea R.; Augustin, Sabine; Brang, Peter (Hrsg.): Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bundesamt für Umwelt (BAFU). https://www.wsl.ch/de/publikationen/wald-im-klimawandel-grundlagen-fuer-adaptationsstrategien

124. Agroscope (2025) **Klimarisiken Landwirtschaft – Anpassungsmöglichkeiten.** https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/umwelt-ressourcen/klima-lufthygiene/landwirtschaft-im-klimawandel.html

125. Bundesamt für Umwelt (2025) **«Netzwerk Anpassung an den Klimawandel».** https://www.bafu.admin.ch/de/netzwerk-anpassung

126. Bundesamt für Umwelt BAFU (2017) **Impulse für eine klimaangepasste Schweiz.** Erkenntnisse aus 31 Pilotprojekten zur Anpassung an den Klimawandel. Umwelt-Info Nr. 1703. https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=ULDisW9g-M8K3

127. Metzger A, Véron R (2023) **«Sustainable security» through river enlargements: A political ecology of nature-based solutions and flood control in the Rhone Valley, Switzerland.** Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie. https://doi.org/10.4000/developpementdurable.22963

128. IPCC (2021) **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekçi O, Yu R, Zhou B [eds.]). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

129. Lahn B (2020) **A history of the global carbon budget.** WIREs Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.636

130. van den Berg NJ, van Soest HL, Hof AF, den Elzen MGJ, van Vuuren DP, Chen W, Drouet L, Emmerling J, Fujimori S, Höhne N, Kõberle AC, McCollum D, Schaeffer R, Shekhar S, Vishwanathan SS, Vrontisi Z, Blok K (2020) **Implications of various effort-sharing approaches for national carbon budgets and emission pathways.** Climatic Change. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02368-y

131. Hansen JE, Sato M, Lacis A, Ruedy R, Tegen I, Matthews E (1998) **Climate forcings in the Industrial era.** Proceedings of the National Academy of Sciences. https://doi.org/10.1073/pnas.95.22.12753

132. Hausfather Z (2024) **Analysis: What record global heat means for breaching the 1.5C warming limit.** https://www.carbonbrief.org/analysis-what-record-global-heat-means-for-breaching-the-1-5c-warming-limit

133. Climate Action Tracker (2025) **2100 Warming Projections: Emissions and expected warming based on pledges and current policies.** https://climateactiontracker.org/global/temperatures

134. IPCC (2022) **Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems.** In: Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on 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 (Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O, Roberts D, J. Skea J, Shukla PR, Pirani AW. Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T [eds.]). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157940.005

135. Hauer ME, Fussell E, Mueller V, Burkett M, Call M, Abel K, McLeman R, Wrathall D (2020) **Sea-level rise and human migration.** Nature Reviews Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43017-019-0002-9

136. Abel GJ, Brottrager M, Crespo Cuaresma J, Muttarak R (2019) **Climate, conflict and forced migration.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003

137. Forster P, Storelvmo T, Armour K, Collins W, Dufresne J-L, Frame D, Lunt DJ, Mauritsen T, Palmer MD, Watanabe M, Wild M, Zhang X (2021) **The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity.** In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, ChenY, Goldfarb L, Gomis M, Huang IM, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekç Ö, Yu R Zhou B (Hrsg.): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.009

138. Kornhuber K, Lesk C, Schleussner CF, Jägermeyr J, Pfleiderer P, Horton RM (2023) **Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections.** Nature Communications. https://doi.org/10.1038/s41467-023-38906-7

139. Guisan A, Huggel C, Seneviratne S, Steinberger J (2022) **Trendwende Klima und Biodiversität: Parlament trifft Wissenschaft.** https://doi.org/10.5281/zenodo.6452016

140. Lanz K et al. (2021) **Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft der Schweiz.** Beiträge zur Hydrologie der Schweiz, Nr. 43, Bern. Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). https://scnat.ch/de/id/55nQt

141. Brunner MI, Swain DL, Wood RR, Willkofer F, Done JM, Gilleland E, Ludwig R (2021) **An extremeness threshold determines the regional response of floods to changes in rainfall extremes.** Communications Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00248-x

142. Brunner MI, Götte J, Schlemper C, Van Loon A F (2023) **Hydrological Drought Generation Processes and Severity Are Changing in the Alps.** Geophysical Research Letters. https://doi.org/10.1029/2022GL101776

143. Muelchi R, Rössler O, Schwanbeck J, Weingartner R, Martius O (2021) **River runoff in Switzerland in a changing climate – runoff regime changes and their time of emergence.** Hydrology and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/hess-25-3071-2021

144. van Hamel A, Brunner MI (2024) **Trends and Drivers of Water Temperature Extremes in Mountain Rivers.** Water Resources Research. https://doi.org/10.1029/2024WR037518

145. von Matt CN, Muelchi R, Gudmundsson L, Martius O (2024) **Compound droughts under climate change in Switzerland.** Natural Hazards and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/nhess-24-1975-2024

146. BAFU (2021) **Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft.** Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU. https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=cPLO37edEVrg

147. Rössler O, Froidevaux P, Börst U, Rickli R, Martius O, Weingartner R (2014) **Retrospective analysis of a nonforecasted rain-on-snow flood in the Alps – a matter of model limitations or unpredictable nature?** Hydrology and Earth System Sciences. https://doi.org/10.5194/hess-18-2265-2014

148. Epting J, Raman Vinna L, Affolter A, Scheidler S, Schilling O (2023) **Climate change adaptation and mitigation measures for alluvial aquifers – Solution approaches based on the thermal exploitation of managed aquifer (MAR) and surface water recharge (MSWR).** Water Research. https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119988

149. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Trockenheit und Grundwasser.** https://www.bafu.admin.ch/de/trockenheit-und-grundwasser

150. Chauvier-Mendes Y, Pollock LJ, Verburg PH, Karger DN, Pellissier L, Lavergne S, Zimmermann NE, Thuiller W (2024) **Transnational conservation to anticipate future plant shifts in Europe.** Nature Ecology & Evolution. https://doi.org/10.1038/s41559-023-02287-3

151. Parmesan C (2006) **Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100

152. Ismail SA, Geschke J, Kohli M, Spehn E, Inderwildi O, Santos M, Guntern J, Seneviratne SI, Pauli D, Altermatt F, Fischer M (2021) **Klimawandel und Biodiversitätsverlust gemeinsam angehen.** Swiss Academies Factsheet, 16 (3). https://doi.org/10.5281/zenodo.5145144

153. Vittoz P, Cherix D, Gonseth Y, Lubini V, Maggini R, Zbinden N, Zumbach S (2013) **Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review.** Journal for Nature Conservation. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.12.002

154. Kudo G, Ida TY (2013) **Early onset of spring increases the phenological mismatch between plants and pollinators.** Ecology. https://doi.org/10.1890/12-2003.1

155. Robbirt KM, Roberts DL, Hutchings MJ, Davy AJ (2014) **Potential Disruption of Pollination in a Sexually Deceptive Orchid by Climatic Change.** Current Biology. https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.10.033

156. Both C, Bouwhuis S, Lessells CM, Visser ME (2006) **Climate change and population declines in a long-distance migratory bird.** Nature. https://doi.org/10.1038/nature04539

157. Burgess MD, Smith KW, Evans K L, Leech D, Pearce-Higgins JW, Branston CJ, Briggs K, Clark JR, du Feu CR, Lewthwaite K, Nager RG, Sheldon BC, Smith JA, Whytock RC, Willis SG, Phillimore AB (2018) **Tritrophic phenological match–mismatch in space and time.** Nature Ecology & Evolution. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0543-1

158. Trotsiuk V, Babst F, Grossiord C, Gessler A, Forrester DI, Buchmann N, Schaub M, Eugster W (2021) **Tree growth in Switzerland is increasingly constrained by rising evaporative demand.** Journal of Ecology. https://doi.org/10.1111/1365-2745.13712

159. Seidl R, Thom D, Kautz M, Martin-Benito D, Peltoniemi M, Vacchiano G, Wild J, Ascoli D, Petr M, Honkaniemi J, Lexer MJ, Trotsiuk V, Mairota P, Svoboda M, Fabrika M, Nagel TA, Reyer CPO (2017) **Forest disturbances under climate change.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate3303

160. Trotsiuk V, Hartig F, Cailleret M, Babst F, Forrester DI, Baltensweiler A, Buchmann N, Bugmann H, Gessler A, Gharun M, Minunno F, Rigling A, Rohner B, Stillhard J, Thürig E, Waldner P, Ferretti M, Eugster W, Schaub M (2020) **Assessing the response of forest productivity to climate extremes in Switzerland using model–data fusion.** Global Change Biology. https://doi.org/10.1111/gcb.15011

161. Irauschek F, Rammer W, Lexer MJ (2017) **Can current management maintain forest landscape multifunctionality in the Eastern Alps in Austria under climate change?** Regional Environmental Change. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0908-9

162. Mina M, Bugmann H, Cordonnier T, Irauschek F, Klopcic M, Pardos M, Cailleret M (2017) **Future ecosystem services from European mountain forests under climate change.** Journal of Applied Ecology. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12772

163. Duvillard P-A, Ravanel L, Marcer M, Schoeneich P (2019) **Recent evolution of damage to infrastructure on permafrost in the French Alps.** Regional Environmental Change. https://doi.org/10.1007/s10113-019-01465-z

164. Nötzli J, Peter A, Hählen N, Phillips M (2025) **Verborgenes Eis in den Schweizer Alpen: Der Permafrost taut immer schneller.** Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL. http://doi.org/10.55419/wsl:39741

165. Morán-Tejeda E, López-Moreno JI, Stoffel M, Beniston M (2016) **Rain-on-snow events in Switzerland: recent observations and projections for the 21st century.** Climate Research. https://doi.org/10.3354/cr01435

166. Mani P, Allen S, Evans S G, Kargel JS, Mergili M, Petrakov D, Stoffel M (2023) **Geomorphic Process Chains in High-Mountain Regions — A Review and Classification Approach for Natural Hazards Assessment.** Reviews of Geophysics. https://doi.org/10.1029/2022RG000791

167. Scherrer SC, Gubler S, Wehrli K, Fischer AM, Kotlarski S (2021) **The Swiss Alpine zero degree line: Methods, past evolution and sensitivities.** International Journal of Climatology. https://doi.org/10.1002/joc.7228

168. Jacquemart M, Weber S, Chiarle M, Chmiel M, Cicoira A, Corona C, Eckert N, Gaume J, Giacona F, Hirschberg J, Kaitna R, Magnin F, Mayer S, Moos C, van Herwijnen A, Stoffel M (2024) **Detecting the impact of climate change on alpine mass movements in observational records from the European Alps.** Earth-Science Reviews. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104886

169. OcCC, ProClim (2007) **Klimaänderung und die Schweiz 2050: Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.** http://www.occc.ch/pdf/291.pdf

170. Eisenring S, Holzkämper A, Calanca P (2021) **Berechnung der Bewässerungsbedürfnisse unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen in der Schweiz.** https://doi.org/10.34776/as107g

171. Holzkämper A (2020) **Varietal adaptations matter for agricultural water use – a simulation study on grain maize in Western Switzerland.** Agricultural Water Management. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106202

172. Huss M, Linsbauer A, Naegeli K (2025) **Gletscher der Schweiz: Zustand, Prognosen und Bedeutung.** Swiss Academies Factsheets 20 (2). https://doi.org/10.5281/zenodo.14866766

173. Thornton P, Nelson G, Mayberry D, Herrero M (2021) **Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century.** Global Change Biology. https://doi.org/10.1111/gcb.15825

174. Grünig M, Calanca P, Mazzi D, Pellissier L (2020) **Inflection point in climatic suitability of insect pest species in Europe suggests non-linear responses to climate change.** Global Change Biology. https://doi.org/10.1111/gcb.15313

175. Grünig M, Mazzi D, Calanca P, Karger DN, Pellissier L (2020) **Crop and forest pest metawebs shift towards increased linkage and suitability overlap under climate change.** Communications Biology. https://doi.org/10.1038/s42003-020-0962-9

176. Stoeckli S, Felber R, Haye T (2020) **Current distribution and voltinism of the brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys, in Switzerland and its response to climate change using a high-resolution CLIMEX model.** International Journal of Biometeorology. https://doi.org/10.1007/s00484-020-01992-z

177. Maly P (2023) **Faktenblatt Klima – Landwirtschaft – Ernährung.** Vision Landwirtschaft. https://www.visionlandwirtschaft.ch/documents/98/VL_Faktenblatt_Klima_DE_20230530.pdf

178. Schweizerisches Gesundheitsobservatorium (Hrsg.) (2025) **Psychische Gesundheit in der Schweiz: Entwicklung, Förderung, Prävention und Versorgung. Nationaler Gesundheitsbericht 2025.** https://www.gesundheitsbericht2025.ch

179. Masselot P, Mistry MN, Rao S, Huber V, Monteiro A, Samoli E, Stafoggia M, de'Donato F, Garcia-Leon D, Ciscar J-C, Feyen L, Schneider A, Katsouyanni K, Vicedo-Cabrera AM, Aunan K, Gasparrini A (2025) **Estimating future heat-related and cold-related mortality under climate change, demographic and adaptation scenarios in 854 European cities.** Nature Medicine. https://doi.org/10.1038/s41591-024-03452-2

180. de Schrijver E, Sivaraj S, Raible CC, Franco OH, Chen K, Vicedo-Cabrera AM (2023) **Nationwide projections of heat- and cold-related mortality impacts under various climate change and population development scenarios in Switzerland.** Environmental Research Letters. https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ace7e1

181. Cattaneo P, Salvador E, Manica M, Barzon L, Castilletti C, Gennaro FD, Huits R, Merler S, Poletti P, Riccardo F, Saracino A, Segala F, Zammarchi L, Buonfrate D, Gobbi F (2025) **Transmission of autochthonous Aedes-borne arboviruses and related public health challenges in Europe 2007–2023: a systematic review and secondary analysis.** The Lancet Regional Health – Europe. https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2025.101231

182. Mutschler R, Rüdisüli M, Heer P, Eggimann S (2021) **Benchmarking cooling and heating energy demands considering climate change, population growth and cooling device uptake.** Applied Energy. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116636

183. Berger M, Worlitschek J (2019) **The link between climate and thermal energy demand on national level: A case study on Switzerland.** Energy and Buildings. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109372

184. Demiray T, Ingold T (2024) **Auswirkungen auf die Verteilnetze.** «Energiezukunft 2050». Wege in die Energie und Klimazukunft der Schweiz. Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE. https://www.strom.ch/de/media/14919/download

185. Salamanca F, Georgescu M, Mahalov A, Moustaoui M, Wang M (2014) **Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres. https://doi.org/10.1002/2013JD021225

186. Vöhringer F, Vielle M, Thalmann P, Frehner A, Knoke W, Stocker D, Thurm B (2019) **Costs and benefits of climate change in switzerland.** Climate Change Economics. https://doi.org/10.1142/S2010007819500052

187. Schaefli B, Manso P, Fischer M, Huss M, Farinotti D (2019) **The role of glacier retreat for Swiss hydropower production.** Renewable Energy. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.104

188. Boes R, Burlando P, Evers FM, Farinotti D, Felix D, Hohermuth B, Schmid M, Stähli M, Münch-Alligné C, Weigt H, Avellan F, Manso P (2021) **Swiss Potential for Hydropower Generation and Storage: Synthesis Report.** https://doi.org/10.3929/ethz-b-000517823

189. Bundesamt für Energie BFE (2021) **Energieperspektiven 2050+, Technischer Bericht.** https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html

190. Jaag C, Schnyder N (2019) **Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen in der Schweiz.** https://swiss-economics.ch/files/content/dokumente/publikationen/2019_JaagSchnyder_KlimawandelUndInfrastrukturen_UVEK_DE.pdf

191. EBP Schweiz AG, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (2021) **Auswirkungen des Klimawandels auf den Bevölkerungsschutz in der Schweiz.** https://www.babs.admin.ch/dam/de/sd-web/N7DJDgbpPEV9/AuswirkungenKlimawandelsaufdenBevS-de.pdf

192. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Klima-Risikoanalyse für die Schweiz.** Umwelt-Wissen UW Nr. 98. https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=74m-J2D7NNzh

193. Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU (2018) **Hitze in Städten: Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung.** https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/massnahmen/leitfaden/hitze_in_staedten.pdf

194. Kahn ME, Mohaddes K, Ng RNC, Pesaran M H, Raissi M, Yang J-C (2021) **Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis.** Energy Economics. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105624

195. United Nations Environment Programme UNEP (2025) **Emissions Gap Report 2025: Off Target – Continued Collective inaction puts Global Temperature Goal at Risk.** https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48854

196. Gisler M, Iten R, Weber F (2020) **Cleantech in der Schweiz – Eine Bestandesaufnahme.** Unternehmen Geschichte, INFRAS Zürich. https://www.infras.ch/media/filer_public/2f/2b/2f2b0f13-99b0-47b9-ba5a-6adbc08f346c/cleantech_in_der_schweiz_-_eine_bestandesaufnahme.pdf

197. Kotlarski S, Gobiet A, Morin S, Olefs M, Rajczak J, Samacoïts R (2023) **21st Century alpine climate change.** Climate Dynamics. https://doi.org/10.1007/s00382-022-06303-3

198. Serquet G, Rebetez M (2011) **Relationship between tourism demand in the Swiss Alps and hot summer air temperatures associated with climate change.** Climatic Change. https://doi.org/10.1007/s10584-010-0012-6

199. Bressan G, Đuranović A, Monasterolo I, Battiston S (2024) **Asset-level assessment of climate physical risk matters for adaptation finance.** Nature Communications. https://doi.org/10.1038/s41467-024-48820-1

200. BAK Economics AG (2023) **Volkswirtschaftliche Bedeutung des Schweizer Finanzsektors Studie im Auftrag der Schweizerischen Bankiervereinigung SBVg und des Schweizerischen Versicherungsverbandes SVV – Ergebnisse 2023.** https://www.bak-economics.com/studien-analysen/detail/volkswirtschaftliche-bedeutung-des-schweizer-finanzsektors-2023

201. Baur M, Bruchez P-A (2021) **Was bedeutet der Klimawandel fürs Bundesbudget?** https://dievolkswirtschaft.ch/de/2021/03/was-bedeutet-der-klimawandel-fuers-bundesbudget

202. Brändle T, Bruchez P-A, Colombier C, Baur M, Hohl L (2022) **Do the COVID-19 Crisis, Ageing and Climate Change Put Swiss Fiscal Sustainability at Risk?** Intereconomics. https://doi.org/10.1007/s10272-022-1027-8

203. Ecoplan (2023) **Auswirkungen des Netto-Null-Ziels in der Klimapolitik auf die öffentlichen Finanzen in der langen Frist.** Im Auftrag der Eidgenössischen Finanzverwaltung. https://www.efv.admin.ch/dam/de/sd-web/prAt6QkCa29h/Grundlagen-Klimaschutzmassnahmen-Offentliche-Finanzen-Schlussbericht.pdf

204. Andre P, Boneva T, Chopra F, Falk A (2024) **Globally representative evidence on the actual and perceived support for climate action.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/s41558-024-01925-3

205. Brink E, Falla A M V, Boyd E (2023) **Weapons of the vulnerable? A review of popular resistance to climate adaptation.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102656

206. Geels FW, Sovacool BK, Schwanen T, Sorrell S (2017) **Sociotechnical transitions for deep decarbonization.** Science. https://doi.org/10.1126/science.aao3760

207. Ulibarri N, Ajibade I, Galappaththi EK, Joe ET, Lesnikowski A, Mach KJ, Musah-Surugu JI, Nagle Alverio G, Segnon AC, Siders AR, Sotnik G, Campbell D, Chalastani VI, Jagannathan K, Khavhagali V, Reckien D, Shang Y, Singh C, Zommers Z (2022) **A global assessment of policy tools to support climate adaptation.** Climate Policy. https://doi.org/10.1080/14693062.2021.2002251

208. Owen G (2020) **What makes climate change adaptation effective? A systematic review of the literature.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102071

209. Limberg J, Steinebach Y, Nyrup J (2024) **Dedicated climate ministries help to reduce carbon emissions.** npj Climate Action. https://doi.org/10.1038/s44168-024-00147-9

210. Geddes A, Schmidt TS, Steffen B (2018) **The multiple roles of state investment banks in low-carbon energy finance: An analysis of Australia, the UK and Germany.** Energy Policy. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.009

211. IPCC (2023) **International Cooperation.** Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926.016

212. UNFCCC (2024) **COP29 UN Climate Conference Agrees to Triple Finance to Developing Countries, Protecting Lives and Livelihoods.** https://unfccc.int/news/cop29-un-climate-conference-agrees-to-triple-finance-to-developing-countries-protecting-lives-and

213. Michaelowa K, Michaelowa A (2017) **Transnational Climate Governance Initiatives: Designed for Effective Climate Change Mitigation?** International Interactions. https://doi.org/10.1080/03050629.2017.1256110

214. Rajamani L, Oberthür S, Guilanpour K (2022) **Designing a Meaningful Global Stocktake.** https://unfccc.int/sites/default/files/resource/202202281808_C2ES_Designing_A_Meaningful_Global_Stocktake_Under_the_Paris_Agreement.pdf

215. Andrade C (2025) **Using International Carbon Markets to Meet Paris Agreement Commitments.** https://www.clearbluemarkets.com/knowledge-base/using-international-carbon-markets-to-meet-paris-agreement-commitments

216. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Klima: Internationales.** https://www.bafu.admin.ch/de/internationale-klimapolitik

217. Creutzig F, Niamir L, Bai X, Callaghan M, Cullen J, Díaz-José J, Figueroa M, Grubler A, Lamb WF, Leip A, Masanet E, Mata É, Mattauch L, Minx JC, Mirasgedis S, Mulugetta Y, Nugroho SB, Pathak M, Perkins P, Roy J, de la Rue du Can S, Saheb Y, Some S, Steg L, Steinberger J, Ürge-Vorsatz D (2022) **Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. Nature Climate Change.** https://doi.org/10.1038/s41558-021-01219-y

218. Berger S, Kilchenmann A, Lenz O, Ockenfels A, Schlöder F, Wyss AM (2022) **Large but diminishing effects of climate action nudges under rising costs.** Nature Human Behaviour. https://doi.org/10.1038/s41562-022-01379-7

219. Liebe U, Gewinner J, Diekmann A (2021) **Large and persistent effects of green energy defaults in the household and business sectors.** Nature Human Behaviour. https://doi.org/10.1038/s41562-021-01070-3

220. Nielsen KS, Cologna V, Bauer JM, Berger S, Brick C, Dietz T, Hahnel UJJ, Henn L, Lange F, Stern PC, Wolske K S (2024) **Realizing the full potential of behavioural science for climate change mitigation.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/s41558-024-01951-1

221. Pham-Truffert M, Metz F, Fischer M, Rueff H, Messerli P (2020) **Interactions among Sustainable Development Goals: Knowledge for identifying multipliers and virtuous cycles.** Sustainable Development. https://doi.org/10.1002/sd.2073

222. Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General (2019) **Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development.** United Nations. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-07/24797GSDR_report_2019.pdf

223. United Nations (2023) **Global Sustainable Development Report 2023: Times of crisis, times of change: Science for accelerating transformations to sustainable development.** Global Sustainable Development Report 2023. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-09/FINAL%20GSDR%202023-Digital%20-110923_1.pdf

224. Pham-Truffert, M, Rueff H, Messerli P (2019) **Knowledge for Sustainable Development: Interactive repository of SDG interactions.** https://datablog.cde.unibe.ch/index.php/2019/08/29/sdg-interactions

225. Roser D (2016) **Klima und Umwelt.** In: Goppel A, Mieth C, Neuhäuser C (Hrsg.): Handbuch Gerechtigkeit. Stuttgart: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05345-9_66

226. Wallimann-Helmer I (2019) **Justice in managing global climate change.** University of Zurich. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814104-5.00026-0

227. Wallimann-Helmer I (2020) **Les différents domaines de l'action climatique et leurs principes de justice.** Ethica Volume 23, No 2 (Hiver 2020) 25-49.

228. Wallimann-Helmer I (2021) **Klimawandel.** Handbuch Liberalismus. Stuttgart: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05798-3_70

229. Chancel L, Bothe P, Voituriez T (2023) **Climate Inequality Report 2023: Fair taxes for a sustainable future in the Global South.** World Inequality Lab Study 2023. https://wid.world/www-site/uploads/2023/01/CBV2023-ClimateInequalityReport-2.pdf

230. Hansen G, Cramer W (2015) **Global distribution of observed climate change impacts.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate2529

231. Huggel C, Wallimann-Helmer I, Stone D, Cramer W (2016) **Reconciling justice and attribution research to advance climate policy.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate3104

232. Roser D, Seidel C (2017) **Climate Justice: An Introduction.** Abingdon and New York: Routledge. https://www.routledge.com/Climate-Justice-An-Introduction/Roser-Seidel/p/book/9781138845275

233. Caney S (2021) **Climate Justice.** In: Zalta, Edward N (Hrsg.): The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/justice-climate

234. Karlsson R, Symons J (2015) **Making Climate Leadership Meaningful: Energy Research as a Key to Global Decarbonisation.** Global Policy. https://doi.org/10.1111/1758-5899.12192

235. Heyward C (2017) **Ethics and Climate Adaptation.** In: Gardiner, Stephen M, Thompson A (Hrsg.): The Oxford Handbook of Environmental Ethics. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199941339.013.42

236. Wallimann-Helmer I (2016) **Differentiating responsibilities for climate change adaptation.** Archiv für Rechts- und Sozialphilosphie (ARSP). https://doi.org/10.5167/uzh-112531

237. Düvel E, García-Portela L (2024) **The ethics of climate change loss and damage.** WIREs Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.910

238. Lenzi D, Schübel H, Wallimann-Helmer I (2023) **Justice in benefitting from carbon removal.** Global Sustainability. https://doi.org/10.1017/sus.2023.22

239. Sakdapolrak P, Borderon M, Sterly H (2024) **The limits of migration as adaptation. A conceptual approach towards the role of immobility, disconnectedness and simultaneous exposure in translocal livelihoods systems.** Climate and Development. https://doi.org/10.1080/17565529.2023.2180318

240. IPCC (2022) **Technical Summary.** In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (P.Shukla PR, Skea J, Slade R, Al Khourdajie A, van Diemen R, D. McCollum D, M. Patha M, S. Some S, Vyas P, Fradera R, Belkacemi M, Hasija A, Lisboa G, Luz S, Malley J, [eds.]). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926.002

241. Brügge C, Gomm S, Quoss F, Wäger P, Wehrli S, Linder J, Maissen P, Walker L, Bernauer T (2024) **Schweizer Umweltpanel. Zehnte Basisbefragung: Umwelteinstellungen, Umweltverhalten und umweltpolitische Präferenzen in der Schweiz: Befragungszeitraum: November 2022 – Januar 2023.** https://doi.org/10.3929/ethz-b-000662383

242. Quoss F, Rudolph L, Gomm S, Wäger P, Bruker J, Walder C, Wehrli S, Bernauer T (2021) **Schweizer Umweltpanel. Vierte Erhebungswelle: Basisbefragung: Befragungszeitraum: November 2019 – Februar 2020.** https://doi.org/10.3929/ethz-b-000476515

243. Hagen B, Middel A, Pijawka D (2016) **European Climate Change Perceptions: Public support for mitigation and adaptation policies.** Environmental Policy and Governance. https://doi.org/10.1002/eet.1701

244. Maibach EW, Uppalapati SS, Orr M, Thaker J (2023) **Harnessing the Power of Communication and Behavior Science to Enhance Society's Response to Climate Change.** Annual Review of Earth and Planetary Sciences. https://doi.org/10.1146/annurev-earth-031621-114417

245. Corner A, Markowitz E, Pidgeon N (2014) **Public engagement with climate change: the role of human values.** WIREs Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.269

246. Corner A, Clarke J (2017) **Talking Climate: From Research to Practice in Public Engagement.** Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46744-3

247. Shaw C, Nerlich B (2015) **Metaphor as a mechanism of global climate change governance: A study of international policies, 1992–2012.** Ecological Economics. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.001

248. Chapman D A, Corner A, Webster R, Markowitz EM (2016) **Climate visuals: A mixed methods investigation of public perceptions of climate images in three countries.** Global Environmental Change. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.003

249. Metag J, Schäfer M S, Füchslin T, Barsuhn T, Kleinen-von Königslöw K (2016) **Perceptions of Climate Change Imagery: Evoked Salience and Self-Efficacy in Germany, Switzerland, and Austria.** Science Communication. https://doi.org/10.1177/1075547016635181

250. Hine D W, Reser J P, Morrison M, Phillips WJ, Nunn P, Cooksey R (2014) **Audience segmentation and climate change communication: conceptual and methodological considerations.** WIREs Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.279

251. Schäfer M S, Füchslin T, Metag J, Kristiansen S, Rauchfleisch A (2018) **The different audiences of science communication: A segmentation analysis of the Swiss population's perceptions of science and their information and media use patterns.** Public Understanding of Science. https://doi.org/10.1177/0963662517752886

252. Schäfer M S, Metag J (2021) **Audiences of science communication between pluralisation, fragmentation and polarisation.** In: Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology. Abingdon and New York: Routledge. https://www.routledge.com/Routledge-Handbook-of-Public-Communication-of-Science-and-Technology/Bucchi-Trench/p/book/9780367702946

253. Biresselioglu ME, Solak B, Savas ZF (2024) **Unveiling resistance and opposition against low-carbon energy transitions: A comprehensive review.** Energy Research & Social Science. https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103354

254. Zell-Ziegler C, Thema J, Best B, Wiese F, Lage J, Schmidt A, Toulouse E, Stagl S (2021) **Enough? The role of sufficiency in European energy and climate plans.** Energy Policy. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112483

255. Golinucci N, Rocco MV, Prina M G, Beltrami F, Rinaldi L, Schau EM, Sparber W (2025) **The role of sufficiency measures in a decarbonizing Europe.** Ecological Economics. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108645

256. Schweizer Bundesbehörden (2025) **SR 814.310 – Bundesgesetz vom 30. September 2022 über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG).** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/de

257. UN Climate Change (2021) **The Explainer: The Paris Agreement.** https://unfccc.int/news/the-explainer-the-paris-agreement

258. Bundesamt für Umwelt BAFU (2024) **Erläuternder Bericht zur Änderung der Verordnung über die Reduktion der CO_2-Emissionen (CO_2-Verordnung, SR 641.711).** https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/88454.pdf

259. Probst BS, Toetzke M, Kontoleon A, Díaz Anadón L, Minx JC, Haya BK, Schneider L, Trotter P A, West TAP, Gill-Wiehl A, Hoffmann VH (2024) **Systematic assessment of the achieved emission reductions of carbon crediting projects.** Nature Communications. https://doi.org/10.1038/s41467-024-53645-z

260. Deutsche Energie-Agentur dena, BAK Economics AG (2023) **Carbon Capture & Storage (CCS) Kostenschätzung für ein CCS-System für die Schweiz bis 2050.** Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=70789&Load=true

261. Schweizerischer Bundesrat (2022) **CO_2-Abscheidung und Speicherung (CCS) und Negativemissionstechnologien (NET).** https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/71551.pdf

262. Schweizerische Eidgenossenschaft (2025) **Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG).** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/655/de

263. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **«Netzwerk Anpassung an den Klimawandel».** https://www.bafu.admin.ch/de/netzwerk-anpassung

264. Bundesamt für Umwelt BAFU (2020) **Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2020–2025.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=gLxWN9EL7ejl

265. Bundesamt für Umwelt BAFU (2012) **Adaptation to climate change in Switzerland Goals, challenges and fields of action First part of the Federal Council's strategy Adopted on 2 March 2012.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=RZ7HTchQoLVu

266. Braunschweiger D, Pütz M, Heidmann F, Bludau M-J (2018) **Mapping governance of adaptation to climate change in Switzerland.** Regional Studies, Regional Science. https://doi.org/10.1080/21681376.2018.1549507

267. Brönnimann S, Appenzeller C, Croci-Maspoli M, Fuhrer J, Grosjean M, Hohmann R, Ingold K, Knutti R, Liniger MA, Raible CC, Röthlisberger R, Schär C, Scherrer SC, Strassmann K, Thalmann P (2014) **Climate change in Switzerland: a review of physical, institutional, and political aspects.** WIREs Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.280

268. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Förderprogramm Adapt+ im Detail.** https://www.bafu.admin.ch/de/adaptplus-im-detail

269. IPCC (Hrsg.) (2023) **Europe.** Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.015

270. Brunner MI, Björnsen Gurung A, Zappa M, Zekollari H, Farinotti D, Stähli M (2019) **Present and future water scarcity in Switzerland: Potential for alleviation through reservoirs and lakes.** Science of The Total Environment. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.169

271. Huggel C (2024) **Naturgefahren im Zusammenhang mit Gletscherschmelze und Klimawandel.** aqua viva. https://www.aquaviva.ch/de/aktuelles/naturgefahren-gletscherschmelze-klimawandel

272. Klein T, Holzkämper A, Calanca P, Fuhrer J (2014) **Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland.** Regional Environmental Change. https://doi.org/10.1007/s10113-013-0470-2

273. Finger R, Lehmann N (2012) **Policy reforms to promote efficient and sustainable water use in Swiss agriculture.** Water Policy. https://doi.org/10.2166/wp.2012.152

274. Bundesamt für Umwelt BAFU (2023) **Umgang mit dem Klimawandel im Bereich gravitative Naturgefahren in der Schweiz.** https://www.bafu.admin.ch/de/auswirkungen-des-klimawandels-auf-naturgefahren

275. Shipley JR, Frei ER, Bergamini A, Boch S, Schulz T, Ginzler C, Barandun M, Bebi P, Bolliger J, Bollmann K, Delpouve N, Gossner MM, Graham C, Krumm F, Marty M, Pichon N, Rigling A, Rixen C (2024) **Agricultural practices and biodiversity: Conservation policies for semi-natural grasslands in Europe.** Current Biology. https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.06.062

276. Joosten H (2015) **Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation An issue brief on the importance of peatlands for carbon and biodiversity conservation and the role of drained peatlands as greenhouse gas emission hotspots.** http://dx.doi.org/10.6027/ANP2015-727

277. Nick S, Guisan A, Morán Ordóñez A, Ballif C (2024) **RE-BD AR2024. Accelerating renewable energy development while enhancing biodiversity protection in Switzerland.** https://doi.org/10.5075/epfl.20.500.14299/241642

278. Wang Y, Klaus VH, Gilgen AK, Buchmann N (2025) **Temperate grasslands under climate extremes: Effects of plant diversity on ecosystem services.** Agriculture, Ecosystems & Environment. https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109372

279. Bundesamt für Umwelt (2024) **Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz, Phase 2 2025 – 2030.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=H2cDklfpnDpw

280. de la Riva EG, Ulrich W, Batáry P, Baudry J, Beaumelle L, Bucher R, Čerevková A, Felipe-Lucia MR, Gallé R, Kesse-Guyot E, Rembiałkowska E, Rusch A, Seufert V, Stanley D, Birkhofer K (2023) **From functional diversity to human well-being: A conceptual framework for agroecosystem sustainability.** Agricultural Systems. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103659

281. Nagy L, Grabherr G, Koerner C, Thompson D B A (2003) **Alpine biodiversity in Europe.** Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-18967-8

282. Slodowicz D, Durbecq A, Ladouceur E, Eschen R, Humbert J-Y, Arlettaz R (2023) **The relative effectiveness of different grassland restoration methods: A systematic literature search and meta-analysis.** Ecological Solutions and Evidence. https://doi.org/10.1002/2688-8319.12221

283. Suding K, Higgs E, Palmer M, Callicott JB, Anderson CB, Baker M, Gutrich JJ, Hondula KL, LaFevor MC, Larson BMH, Randall A, Ruhl JB, Schwartz KZS (2015) **Committing to ecological restoration.** Science. https://doi.org/10.1126/science.aaa4216

284. Bundesamt für Umwelt BAFU (2021) **Ressourcenpolitik Holz 2030.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=LDSZ8epwb-FuG

285. Ghazoul J, Bugmann H, Burgert I, Hellweg S, Schweier J, Weinand Y, Rigling A (2023) **Maximierung der Verwendung von Holz im Bauwesen als Beitrag zu Netto-Null – das Forschungsprojekt «MainWood».** Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen. https://doi.org/10.3188/szf.2023.0384

286. Huber N, Bugmann H, Cailleret M, Bircher N, Lafond V (2021) **Stand-scale climate change impacts on forests over large areas: transient responses and projection uncertainties.** Ecological Applications. https://doi.org/10.1002/eap.2313

287. Krumm F, Schuck A, Rigling A (2020) **How to balance forestry and biodiversity conservation? – A view across Europe.** https://envidat.ch/#/metadata/how-to-balance-forestry-and-biodiversity-conservation-a-view-across-europe

288. Willibald F, Kotlarski S, Ebner P P, Bavay M, Marty C, Trentini F V, Ludwig R, Grêt-Regamey A (2021) **Vulnerability of ski tourism towards internal climate variability and climate change in the Swiss Alps.** Science of The Total Environment. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147054

289. Bundesamt für Umwelt BAFU (2020) **Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz.** https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=fcRtjkofTE8J

290. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2023) **Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung 2050 1.Teil.** https://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/05_Themen/Klimawandel/BLW_BAFU_BLV_2023_Klimastrategie_Landwirtschaft_und_Ernaehrung.pdf

291. Bretscher D, Ammann C, Wüst C, Nyfeler A, Felder D (2018) **Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung.** Agrarforschung Schweiz. https://link.ira.agroscope.ch/de-CH/publication/40154

292. Bretscher D (2025) **Schweizer Agrarpolitik und ihr Einfluss auf Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft.** Agrarforschung Schweiz. https://www.agrarforschungschweiz.ch/2025/05/schweizer-agrarpolitik-und-ihr-einfluss-auf-treibhausgasemissionen-in-der-landwirtschaft

293. Schori F, Kasper-Völkl C, Münger A (2025) **Ration protein content affects intake, production, efficiency and methane emission of dairy cows.** Book of Abstracts of the 74th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Hrsg. European Federation of Animal Science, Wageningen Academic Publishers, the Netherlands. 2023. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/54053

294. Schlegel P, Girard M, Lautrou M (2024) **Optimierung von Mischfutterrezepturen auf Nährstoffeintrag oder -Ausscheidung für Monogastrier.** Agroscope Merkblatt. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/58319

295. Expert Panel on Livestock Methane (2024) **Potential of animal feed additives for methane mitigation.** https://livestockmethane.com/wp-content/uploads/2024/05/2024-03-Animal-feed-supplements-.pdf

296. Bieber A, Lozano-Jaramillo M, Walkenhorst M, Eppenstein RC (2024) **Comparison of fertility traits, health traits and health-related management routines of Swiss dairy farms with long vs. short productive lifespan profiles.** Journal of Dairy Research. https://doi.org/10.1017/s0022029925000032

297. Burg V, Bowman G, Thees O, Baier U, Biollaz S, Damartzis T, Hersener J-L, Luterbacher J, Madi H, Maréchal F, Moioli E, Rüsch F, Studer M, van Herle J, Vogel F, Kröcher O (2021) **Biogas from animal manure in Switzerland.** EnviDat. https://www.envidat.ch/dataset/6953e3a1-32db-403c-ac4d-4a592a75783c

298. Grossrieder J, Ringger C, Argento F, Grandgirard R, Anken T, Liebisch F (2022) **Standortangepasste Stickstoffdüngung: aktuelle Methoden und Erfahrungen.** Agrarforschung Schweiz. https://doi.org/10.34776/afs13-103g

299. Nemecek T, Hayer F, Bonnin E, Carrouée B, Schneider A, Vivier C (2015) **Designing eco-efficient crop rotations using life cycle assessment of crop combinations.** European Journal of Agronomy. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.01.005

300. Keller B, Oppliger C, Chassot M, Ammann J, Hund A, Walter A (2024) **Swiss agriculture can become more sustainable and self-sufficient by shifting from forage to grain legume production.** Communications Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43247-023-01139-z

301. Nemecek T, von Richthofen J-S, Dubois G, Casta P, Charles R, Pahl H (2008) **Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations.** European Journal of Agronomy. https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.004

302. Keel S G, Johannes A, Boivin P, Burgos S, Charles R, Hagedorn F, Kulli B, Leifeld J, Saluz A, Zimmermann S (2021) **Soil carbon sequestration in Switzerland: analysis of potentials and measures (Postulate Bourgeois 19.3639).** Bundesamt für Umwelt BAFU. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/53606

303. Keel SG, Ammann C, Bretscher D, Gross T, Guillaume T, Huguenin-Elie O, Moll-Mielewczik J, Nemecek T, Roesch A, Volk M, Wüst-Galley C, Leifeld J (2024) **Dauergrünlandböden der Schweiz: Quelle oder Senke von Kohlendioxid?** Agroscope Science, 189. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/57065

304. Rodrigues L, Budai A, Elsgaard L, Hardy B, Keel SG, Mondini C, Plaza C, Leifeld J (2023) **The importance of biochar quality and pyrolysis yield for soil carbon sequestration in practice.** European Journal of Soil Science. https://doi.org/10.1111/ejss.13396

305. Roberti G, Herzog F, Jäger M, Kay S (2025) **Temperate agroforestry for tree carbon storage in Switzerland: 10 years of biophysical and social monitoring.** Climate Smart Agriculture. https://doi.org/10.1016/j.csag.2025.100055

306. Hao Z, Bretscher D, Keel S (2024) **Costs of greenhouse gas mitigation measures applicable to the Swiss agricultural sector.** International Research Symposium on Agricultural Greenhouse Gas Mitigation From Research to Implementation. https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/57683

307. Kreft C, Huber R, Wuepper D, Finger R (2021) **The role of non-cognitive skills in farmers' adoption of climate change mitigation measures.** Ecological Economics. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107169

308. Kreft C, Finger R, Huber R (2024) **Action- versus results-based policy designs for agricultural climate change mitigation.** Applied Economic Perspectives and Policy. https://doi.org/10.1002/aepp.13376

309. Beretta C, Hellweg S (2019) **Lebensmittelverluste in der Schweiz: Mengen und Umweltbelastung. Wissenschaftlicher Schlussbericht.** ETH Zürich. https://www.infothek-biomasse.ch/images//417_2019_Beretta_Lebensmittelverluste_in_der_Schweiz_Umweltbelastung_und_Vermeidungspotenzial.pdf

310. Liechti C, Mack G, Ammann J (2024) **A systematic literature review of impactful food waste interventions at the consumer level.** Sustainable Production and Consumption. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.11.023

311. Keel SG, Bretscher D, Leifeld J, Von Ow A, Wüst-Galley C (2023) **Soil carbon sequestration potential bounded by population growth, land availability, food production, and climate change.** Carbon Management. https://doi.org/10.1080/17583004.2023.2244456

312. Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2015) **Agrarbericht 2015.** https://2015.agrarbericht.ch/de

313. Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2023) **Agrarbericht 2022.** https://2022.agrarbericht.ch/de/produktion/standortangepasste-produktion-neu/flaechen-und-nahrungsmittelkonkurrenz

314. Fesenfeld L, Mann S, Meier M, Nemecek T, Scharrer B, Bornemann B, Brombach C, Beretta C, Bürgi E, Grabs J, Ingold K, Jeanneret P, Kislig S, Lieberherr E, Müller A, Pfister S, Schader C, Schönberg S, Sonnevelt M, Barjolle D, Boivin P, Brunner T, Contzen S, Espa I, Estève M, Forney J, Häberli C, Hediger W, Kopainsky B, Lehmann B, Mack G, Markoni E, Meier B, Paccaud F, Rohrmann S, Schindler M, Schwab CN, Tribaldos T, Waibel P, Zähringer J (2023) **Wege in die Ernährungszukunft der Schweiz – Leitfaden zu den grössten Hebeln und politischen Pfaden für ein nachhaltiges Ernährungssystem.** https://doi.org/10.5281/zenodo.7543576

315. Ineichen S M, Zumwald J, Reidy B, Nemecek T (2023) **Feed-food and land use competition of lowland and mountain dairy cow farms.** animal. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101028

316. Bystricky M, Bretscher D, Schori F, Mack G (2023) **Reducing feed-food competition with direct payments? An ex-ante assessment of economic and environmental impacts.** Q Open. https://doi.org/10.1093/qopen/qoad002

317. Mottet A, de Haan C, Falcucci A, Tempio G, Opio C, Gerber P (2017) **Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate.** Global Food Security. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001

318. von Ow A (2024) **Selbstversorgungsgrad und Versorgungssicherheit.** E-Agil. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/58439

319. Ammann J, Arbenz A, Mack G, Nemecek T, El Benni N (2023) **Politikmassnahmen für eine nachhaltige Ernährung. Agrarforschung Schweiz.** https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/52448

320. Fesenfeld LP, Wicki M, Sun Y, Bernauer T (2020) **Policy packaging can make food system transformation feasible.** Nature Food. https://doi.org/10.1038/s43016-020-0047-4

321. Perotti A (2020) **Moving Towards a Sustainable Swiss Food System: An Estimation of the True Cost of Food in Switzerland and Implications for Stakeholders.** ETH Zurich. https://doi.org/10.3929/ethz-b-000473289

322. Schweizerischer Bundesrat (2022) **Zukünftige Ausrichtung der Agrarpolitik:** Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 20.3931 der WAK-S vom 20. August 2020 und 21.3015 der WAK- vom 2. Februar 2021. https://www.parlament.ch/centers/eparl/curia/2020/20203931/Bericht%20BR%20D.pdf

323. Wuyts N, Baux A, Bragazza L, Calanca P, Chalhoub B, Dupuis B, Herrera JM, Hiltbrunner J, Levy Häner L, Pellet D, Toschini T, Carlen C (2023) **Klimaresilienter Ackerbau 2035.** Agroscope Science. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/55258

324. Wittwer RA, Klaus VH, Miranda Oliveira E, Sun Q, Liu Y, Gilgen AK, Buchmann N, van der Heijden MGA (2023) **Limited capability of organic farming and conservation tillage to enhance agroecosystem resilience to severe drought.** Agricultural Systems. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103721

325. Wuyts N, Baux A, Bragazza L, Calanca P, Chalhoub B, Dupuis B, Herrera JM, Hiltbrunner J, Levy Häner L, Pellet D, Toschini T, Carlen C (2023) **Klimaresilienter Ackerbau 2035.** Agroscope. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/55258

326. Heinz M, Galetti V, Holzkämper A (2024) **How to find alternative crops for climate-resilient regional food production.** Agricultural Systems. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103793

327. von Ow A, Waldvogel T, Nemecek T (2020) **Environmental optimization of the Swiss population's diet using domestic production resources.** Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119241

328. Mermillod B, Tornare R, Jochum B, Ray N, Flahault A (2024) **Estimating the Carbon Footprint of Healthcare in the Canton of Geneva and Reduction Scenarios for 2030 and 2040.** International Journal of Environmental Research and Public Health. https://doi.org/10.3390/ijerph21060690

329. Health Care Without Harm, ARUP (2019) **Healthcare's climate footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action.** Green Paper. https://www.arup.com/insights/healthcares-climate-footprint

330. Andrieu B, Marrauld L, Vidal O, Egnell M, Boyer L, Fond G (2023) **Health-care systems' resource footprints and their access and quality in 49 regions between 1995 and 2015: an input–output analysis.** The Lancet Planetary Health. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00169-9

331. The Shift Project (2023) **Décarboner la santé pour soigner durablement – Résumé aux décideurs.** https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/01/180423-TSP-PTEF-Synthese-Sante_v2.pdf

332. Kluge H, Forman R, Muscat N A, Berdzuli N, Mossialos E (2023) **Environmental sustainability of health systems: time to act.** The Lancet. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00730-4

333. Eckelman M J, Weisz U, Pichler P-P, Sherman J D, Weisz H (2024) **Guiding principles for the next generation of health-care sustainability metrics.** The Lancet Planetary Health. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00159-1

334. Tennison I, Roschnik S, Ashby B, Boyd R, Hamilton I, Oreszczyn T, Owen A, Romanello M, Ruyssevelt P, Sherman J D, Smith AZP, Steele K, Watts N, Eckelman MJ (2021) **Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England.** The Lancet Planetary Health. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30271-0

335. Hough E, Cohen Tanugi-Carresse A (2024) **Supporting Decarbonization of Health Systems — A Review of International Policy and Practice on Health Care and Climate Change.** Current Environmental Health Reports. https://doi.org/10.1007/s40572-024-00434-x

336. Gonzalez Holguera J, Senn N (2022) **Pour des services de santé suisses durables dans les limites planétaires.** https://doi.org/10.5281/zenodo.6513484

337. Martucci C, Röösli M, Ragettli M (2024) **Stand der Umsetzung von Gesundheitlichen Hitzeschutzmassnahmen in der Schweiz Erhebung 1 – Hitzekompetenz der Bevölkerung 50+: Wissen, Betroffenheit, Handeln.** Im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG) und des Bundesamts für Umwelt (BAFU). https://www.nccs.admin.ch/content/dam/nccs/de/dokumente/website/sektoren/gesundheit/bericht-hitzekompetenz-bevoelkerung50.pdf

338. Ragettli M, Luyten A, Martucci C (2025) **Stand der Umsetzung von gesundheitlichen Hitzeschutzmassnahmen in der Schweiz. Befragung 2 – Hitzeaktionspläne und Engagement der Gesundheitsbehörden. Befragung der Gesundheitsdepartemente der Kantone und ausgewählten Städten in 2024.** Im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG) und des Bundesamts für Umwelt (BAFU). https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/sektoren/gesundheit/hitzeschutzmassnahmen-kantone-staedte-2024.pdf

339. Bundesamt für Gesundheit BAG (2023) **Vektorübertragene Krankheiten.** https://www.bag.admin.ch/de/vektoruebertragene-krankheiten

340. Workman A, Blashki G, Bowen K J, Karoly DJ, Wiseman J (2018) **The Political Economy of Health Co-Benefits: Embedding Health in the Climate Change Agenda.** International Journal of Environmental Research and Public Health. https://doi.org/10.3390/ijerph15040674

341. BAFU (2025) **Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Schweiz seit 1990 (April 2025).** https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/C71YhQGTyfR7/THG_Inventar_Daten.xlsx

342. Bundesamt für Statistik BFS (2025) **Medienmitteilung – 2024 heizte jeder fünfte Haushalt mit einer Wärmepumpe.** Bundesamt für Statistik BFS. https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.36141947.html

343. Bundesamt für Statistik BFS (2025) **Strassenfahrzeuge – Bestand, Motorisierungsgrad.** https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.html

344. Der Bundesrat (2023) **Der Bundesrat schafft die Grundlage für den Export von CO_2 zur Speicherung im Meeresboden.** https://www.news.admin.ch/de/nsb?id=98800

345. UVEK (2025) **Joint press release – signing of Agreement between Norway and Switzerland on cross-border cooperation on Carbon Capture, Utilisation and Storage and Carbon Dioxide Removal.** https://www.uvek.admin.ch/dam/de/sd-web/UfCXEMFX-Cl-Z/20250617-%20common-press-release-norway-switzerland.pdf

346. Panos E, Kober T, Ramachandran K, Hirschberg S (2021) **Long-term energy transformation pathways Integrated scenario analysis with the Swiss TIMES energy systems model. JASM final report.** https://sccer-jasm.ch/JASMpapers/JASM_results_stem.pdf

347. Marti T, Sulzer M, Rüdisüli M (2022) **Energieversorgung der Schweiz bis 2050. Zusammenfassung von Ergebnissen und Grundlagen (Studienbericht).** Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, «Energiezukunft 2050». Wege in die Energie und Klimazukunft der Schweiz. https://www.strom.ch/de/media/13957/download

348. Guidati G, Marcucci A (2023) **Net-zero scenarios 2050, Deliverable report D1.4.1, SWEET Call 1–2021: DeCarbCH.** Swiss Federal Office of Energy SFOE. https://www.aramis.admin.ch/Dokument.aspx?DocumentID=72609

349. Wang Z, Trutnevyte E (2025) **Demand-side flexibility of electric vehicles and heat pumps in the Swiss electricity system with high shares of renewable generation.** Energy. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.138903

350. VSE (2025) **Energiezukunft 2050 – Resiliente Stromversorgung: Gesamtsystem fit machen für neue Realitäten (Update EZ2050 – Erläuterungsbericht).** www.energiezukunft2050.ch

351. Nöthiger J, Neu U (2025) **Saisonale Energiespeicherung im Überblick.** http://doi.org/10.5281/zenodo.17301218

352. VSE (2025) **Energiezukunft 2050 – Resiliente Stromversorgung: Gesamtsystem fit machen für neue Realitäten (Update EZ2050 – Erläuterungsbericht).** www.energiezukunft2050.ch

353. Neu U, Markard J, Betz R, Boulouchos K, Pautz A, Stadelmann I (2025) **Perspektiven für die Kernenergie in der Schweiz.** https://doi.org/10.5281/zenodo.15599182

354. Klute S, Budt M, Van Beek M, Doetsch C (2024) **Steam generating heat pumps – Overview, classification, economics, and basic modeling principles.** Energy Conversion and Management. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117882

355. IEA (2025) **Policy Toolbox for Industrial Decarbonisation.** https://www.iea.org/reports/policy-toolbox-for-industrial-decarbonisation

356. Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL (2022) **Bericht des BAZL betreffend die Förderung der Entwicklung und des Einsatzes von nachhaltigen Flugtreibstoffen: Im Rahmen der Massnahme 5 des Aktionsplans 2021–2023 zur Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030.** https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/74504.pdf

357. UVEK (2024) **Verordnung des UVEK über den Herkunftsnachweis für Brenn- und Treibstoffe.** https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2024/690/de

358. Schweizerische Regierung (2023) **reFuel.ch-Konsortium gestartet: Nachhaltige Kraftstoffe und Grundchemikalien für die Schweiz.** https://www.news.admin.ch/de/nsb?id=99332

359. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Dekarbonisierung der Industrie.** https://www.bafu.admin.ch/de/dekarbonisierung-der-industrie

360. Bundesamt für Umwelt BAFU (2025) **Emissionshandelssystem für Luftfahrzeugbetreiber.** https://www.bafu.admin.ch/de/ehs-luftfahrt

361. Maksim H, Muralti J-L, Siegenthaler C, Popović J, Balmer M, Danalet A (2023) **Mobilitätsverhalten der Bevölkerung – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021.** https://www.bfs.admin.ch/asset/de/24165261

362. Swiss Competence Center for Energy Research Efficient Technologies and Systems for Mobility (2021) **Pathways to a net zero CO_2 Swiss mobility system: White Paper.** https://doi.org/10.3929/ethz-b-000481510

363. Schläpfer J, Kunz M, Meier S (2020) **Studie zur Kreislaufwirtschaft: Strategien im Umgang mit Bestandsbauten.** https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/2NnkkftHFMiZ/studie-zur-kreislaufwirtschaft-strategien-im-umgang-mit-bestandsbauten.pdf

364. Steger S, Wilts H, Bergs L, Bergmann L (2022) **Energetische Sanierung von Bestandsgebäuden oder Neubau : ökologische Bewertung hinsichtlich Materialbedarf, Primärenergieverbrauch und damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen ; Endbericht.** https://doi.org/10.48506/opus-7989

365. Küpfer C M, Bertola N J, Fivet C (2024) **Reuse of cut concrete slabs in new buildings for circular ultra-low-carbon floor designs.** https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141566

366. Schmid C, Wegmüller F, Mahler M, Bufler R, Seithel S, Furrer J, Glaus L, Kellenberger D (2023) **Sanieren beschleunigen Leitfaden für eine höhere Sanierungsrate.** https://intep.com/wp-content/uploads/2024/08/BFE-intep_SAN-CH_Sanieren-beschleunigen_Leitfaden-Gemeinden-und-Staedte.pdf

367. Der Bundesrat (2024) **Umsetzungs- und Forschungsstrategie zur Dekarbonisierung des Infrastrukturbaus mit Fokus auf Holz.** Der Bundesrat. https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/91009.pdf

368. Vuille F, Baldini L, Balif C, Cappezzali M, Häberle A, Patel M, Patzke G, Vezzini A (2023) **Die richtige Ressource am richtigen Ort für den richtigen Zweck – Leitlinien für mehr Unabhängigkeit in der Energieversorgung.** https://aeesuisse.ch/wp-content/uploads/2023/03/aeesuisse_WiBe_Ressourcen_Position_230302.pdf

369. Müller A (2022) **Energieperspektiven 2050+ Volkswirtschaftliche Auswirkungen.** https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11132

370. Eidgenössische Finanzkontrolle (2024) **Subventionsprüfung des Gebäudeprogramms.** https://www.efk.admin.ch/wp-content/uploads/publikationen/berichte/sicherheit_und_umwelt/energie_und_kommunikation/23316/23316_endgueltige_version_v04.pdf

371. BVU Aargau (2021) **Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung – Leitfaden für Gemeinden.** Kanton Aargau. https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/klima/siedlung/leitfaden-hitzeangepasste-siedlungsentwicklung-aargau-rz.pdf

372. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2022) **Regenwasser im Siedlungsraum. Starkniederschlag und Regenwasserbewirtschaftung in der klimaangepassten Siedlungsentwicklung.** Umwelt-Wissen. https://www.bafu.admin.ch/de/publication?id=YF2h0utjutOQ

373. Bocken NMP, de Pauw I, Bakker V, van der Grinten B (2016) **Product design and business model strategies for a circular economy.** Journal of Industrial and Production Engineering. https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124

374. Stahel WR (2019) **The Circular Economy: A User's Guide.** London: Routledge. http://www.routledge.com/9780367200176

375. Stucki T, Woerter M, Loumeau N (2023) **Clearing the fog: How circular economy transition can be measured at the company level.** Journal of Environmental Management. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116749

376. Meili R, Spescha A, Stucki T, Wörter M (2025) **Statusbericht der Schweizer Kreislaufwirtschaft 2024.** Zurich: KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/dual/kof-dam/documents/Medienmitteilungen/Sonstige/Statusbericht_Kreislaufwirtschaft_2024.pdf

377. Spörri A, Zweidler R, von Felten N, O'Connor I, Stucki T, Kissling I, Frecè J (2021) **Die Hürden gegen Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft abbauen. Studie zum gleichnamigen Postulat 18.3509 von Ständerat Ruedi Noser. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt.** EBP Schweiz AG, Berner Fachhochschule. https://www.bafu.admin.ch/dam/it/sd-web/DxU5r7o0Jzdb/Schlussbericht_EBP_Po_Noser.pdf

378. Alario G, Bordes C, Germann G, Meili R, Kissling-Näf I, Stucki T, Widmer N (2025) **Ein starkes Fundament für die Schweizer Kreislaufwirtschaft: Auswirkungen der Revision des Umweltschutzgesetzes auf die Kreislaufwirtschaft.** https://www.swisscleantech.ch/files/Whitepaper-Kreislaufwirtschaft-Revision-Umweltschutzgesetz.pdf

379. Ozkan A, Temiz H, Yildiz Y (2023) **Climate Risk, Corporate Social Responsibility, and Firm Performance.** British Journal of Management. https://doi.org/10.1111/1467-8551.12665

380. Perch-Nielsen S, Sesartic A, Stucki M (2010) **The greenhouse gas intensity of the tourism sector: The case of Switzerland.** Environmental Science & Policy. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.12.002

381. Salim E, Loloum T, Bonnemains A (2024) **Towards decarbonisation plans for ski tourism: examples from the Swiss and French Alps.** Handbook on Managing Nature-Based Tourism Destinations Amid Climate Change. Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781035311255.00015

382. Clivaz C, Doctor M, Gessner S, Ketterer L, Luthe T, Schluckert M, Siegrist D, Wyss R (2012) **Adaption des Tourismus an den Klimawandel in den Alpen: Ergebnisse des Alpine Space – Projekts ClimAlpTour in der Schweiz.** Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und Freiraum. https://www.ost.ch/fileadmin/dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/ilf/publikationen/schriftenreihe/ilf_sr_08_bericht_adaptionsstrategien_tourismus_klimawandel_alpen.pdf

383. Wattin Håkansson V, Meiler S, Hülsen S, Villiger L, Bossut M, McCaughey JW, Kropf CM, Bresch D N (2025) **Beyond single company climate risk disclosure: event-based physical risk reporting.** Environmental Research: Climate. https://doi.org/10.1088/2752-5295/adf912

384. Schweizerischer Bundesrat (2022) **AS 2022 747 – Verordnung vom 23. November 2022 die Berichterstattung über Klimabelange | Fedlex.** https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2022/747/de

385. Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA (2022) **FINMA-Aufsichtsmitteilung 03/2022: Umsetzung der Klimarisiko-Offenlegung durch Kategorie 1–2 Institute.** https://www.finma.ch/de/~/media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/4dokumentation/finma-aufsichtsmitteilungen/20221129-finma-aufsichtsmitteilung-03-2022.pdf

386. Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA (2024) **Medienmitteilung: Ex-post-Evaluation der Offenlegungsanforderungen zu Klimarisiken: vorerst keine Anpassungen.** https://www.finma.ch/de/news/2024/07/20240711-ex-post-evaluation-offenlegung

387. Kölbel JF, Heeb F, Paetzold F, Busch T (2020) **Can Sustainable Investing Save the World? Reviewing the Mechanisms of Investor Impact.** Organization & Environment. https://doi.org/10.1177/1086026620919202

388. Whelan T, Atz U, Holt T V, Clark C (2021) **ESG and financial performance: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1,000 Plus Studies Published between 2015 – 2020.** https://api.semanticscholar.org/CorpusID:232216565

389. Damodaran A (2023) **Sounding good or doing good: A skeptical look at ESG.** https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/country/ESG.pdf

390. Grewal J, Serafeim G (2020) **Research on Corporate Sustainability: Review and Directions for Future Research.** Foundations and Trends in Accounting. https://doi.org/10.1561/1400000061

391. Porter M E (2019) **Where ESG Fails.** https://www.institutionalinvestor.com/article/2bswdin8nvg922puxdzwg/opinion/where-esg-fails

392. Marquis C, Toffel M W, Zhou Y (2016) **Scrutiny, Norms, and Selective Disclosure: A Global Study of Greenwashing.** Organization Science. https://doi.org/10.1287/orsc.2015.1039

393. LaBella MJ, Sullivan L, Russell J, Novikov D (2019) **The Devil is in the Details: The Divergence in ESG Data and Implications for Sustainable Investing.** https://www.firstlinks.com.au/uploads/Whitepapers/lm-qs-the-devil-is-in-the-details-0919.pdf

394. Christensen DM, Serafeim G, Sikochi A (2022) **Why is Corporate Virtue in the Eye of The Beholder? The Case of ESG Ratings.** The Accounting Review. https://doi.org/10.2308/TAR-2019-0506

395. Thalmann A, Thalmann P (2024) **Climate impact of tax reliefs in Switzerland.** École Politechnique Fédérale de Lausanne, Université de Lausanne. https://www.epfl.ch/labs/leure/wp-content/uploads/2024/12/Climate-impact-of-tax-reliefs.pdf

396. IPCC (2019) **Autoren und Experten-Gutachter Glossar Abkürzungen, Akronyme, Einheiten.** https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/IPCC2007-Annex_german.pdf

397. BAFU (2020) **Glossar Klima.** https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/SCtEFm6MhfCL/glossar_klima.pdf

398. Sun J W (2005) **The decrease of CO_2 emission intensity is decarbonization at national and global levels.** Energy Policy. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.023

399. Dow K, Berkhout F, Preston B L, Klein RJT, Midgley G, Shaw MR (2013) **Limits to adaptation.** Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate1847

400. Climate ADAPT (2025) **Klimadienstleistungen.** https://climate-adapt.eea.europa.eu/de/knowledge/adaptation-information/climate-services

401. MeteoSchweiz (2025) **Klimaindikator.** https://www.meteoschweiz.admin.ch/wetter/wetter-und-klima-von-a-bis-z/klimaindikator.html

402. SEI (2019) **Estimating consumption- based greenhouse gas emissions at the city scale.** https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/03/estimating-consumption-based-greenhouse-gas-emissions.pdf

403. UN (2025) **Nationally Determined Contributions (NDCs).** https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs

404. Eurostat **Glossary: Ecosystems and their services.** https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Ecosystems_and_their_services

405. Jakob M, Steckel JC, Edenhofer O (2014) **Consumption- Versus Production-Based Emission Policies.** Annual Review of Resource Economics. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012342

406. Bundesamt für Gesundheit BAG (2026) **Hitze – Risikopersonen.** https://www.bag.admin.ch/de/hitze#Risikopersonen

407. Greenhouse Gas Protocol (2011) **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.** Greenhouse Gas Protocol. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporing-Standard_041613_2.pdf

408. Climate Action Tracker (2025) **Country Assessment Switzerland.** https://climateactiontracker.org/countries/switzerlandWalter F, Amann F, Kos A, Kenner R, Phillips M, de Preux A, Huss M, Tognacca C, Clinton J, Diehl T, Bonanomi Y (2020) **Direct observations of a three million cubic meter rock-slope collapse with almost immediate initiation of ensuing debris flows.** Geomorphology. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106933

409. Pierhöfer L, Bartelt P, Bühler Y, Hafner E, Kenner R, Walter F, Phillips M (2025) **Bergsturz vom 14. April 2024 am Piz Scerscen, Graubünden.** Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL. https://doi.org/10.55419/wsl:38392

410. Pielmeier C, Zweifel B, Techel F, Marty C, Grüter S, Stucki T (2024). **Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen.** Hydrologisches Jahr 2022/23. WSL Berichte. https://doi.org/10.55419/wsl:36046

411. Bundesamt für Statistik (2025) **Treibhausgas-Fussabdruck – Tausend Tonnen CO_2-Äquivalente.** https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/emissionen-und-abfaelle/treibhausgasemissionen.assetdetail.36327079.html

5 Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandprodukt
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism (Grenzausgleichsmechanismus)
CH-EHS	Schweizerisches Emissionshandelssystem
Ch.	Chapter (Kapitel)
ESG	Umwelt (Environment), Soziales (Social) und Unternehmensführung (Governance)
EU-ETS	Europäisches Emissionshandelssystem (engl. «Emissions Trading Scheme»)
EUA	EU Allowances (Klimakompensationskredit im EU-EHS)
Gt	Gigatonnen (Milliarden Tonnen)
HKN	Herkunftsnachweise
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change (Weltklimarat)
KIG	Klima- und Innovationsgesetz
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
MuKEn	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
NDCs	Nationally Determined Contributions (National festgelegte [Klima]Beiträge)
SAF	Nachhaltiger Flugtreibstoff (engl. «Sustainable Aviation Fuel»)
SDGs	Sustainable Development Goals (Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention)

Glossar

Anpassung
Anpassung umfasst Initiativen und Massnahmen, um die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung zu verringern.[396]

Biodiversität, Biologische Vielfalt
Biologische Vielfalt oder Biodiversität bezeichnet die Variabilität unter Lebewesen jeglicher Herkunft, unter anderem aus Land-, Meeres- und anderen aquatischen Ökosystemen, sowie die ökologischen Komplexe, deren Teil sie sind. Dies schliesst die Vielfalt innerhalb von Arten, unter verschiedenen Arten und von Ökosystemen mit ein.[396]

CO_2-Äquivalente
Einheit zur vergleichbaren Darstellung der Klimawirkung verschiedener Treibhausgase, angegeben als Menge an CO_2 mit gleicher Treibhauswirkung über einen definierten Zeitraum (meist 100 Jahre).[396, 397]

CO_2-Entnahme und -Speicherung
Überbegriff für Carbon Dioxide Removal (CDR), Carbon Capture and Storage (CCS) und Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS). CDR bezeichnet allgemein die Entfernung von CO_2 aus der Atmosphäre und nachfolgender dauerhafter Speicherung. CCS bezeichnet den Prozess der CO_2-Abscheidung an einer Punktquelle und die darauffolgende Speicherung. CCUS bezeichnet die CO_2-Abscheidung, gefolgt von einer Verwendung (z. B. in einem chemischen Prozess) oder der dauerhaften Speicherung des CO_2.

Dekarbonisierung
Dekarbonisierung bezeichnet die im Laufe der Zeit abnehmende durchschnittliche Kohlendioxidintensität der genutzten Primärenergie. Langfristiges Ziel ist der vollständige Verzicht auf fossile Kohlenstoffe unter anderem in der Energieversorgung und der Mobilität.[397, 398]

Effizienzbasierte Massnahmen
Massnahmen, die darauf abzielen, den Energie- und Ressourcenverbrauch durch technologische Verbesserungen oder optimierte Prozesse zu verringern – beispielsweise durch effizientere Geräte, Fahrzeuge oder Gebäude, ohne dabei das Nutzungsniveau zu verändern.

Emissionshandel
Ein marktkonformer Ansatz zur Erreichung von klimapolitischen Zielen. Er besteht darin, dass diejenigen Parteien, die ihre Treibhausgasemissionen unter das vorgeschriebene Niveau senken, ihre «überschüssigen» Rechte auf Emissionen handeln können, sodass damit Emissionen aus einer anderen Quelle im In- oder Ausland ausgeglichen werden können.[396]

Emissionsszenario
Emissionsszenario im Klimakontext ist ein prognostisches Modell, das unterschiedliche mögliche Zukunftsentwicklungen der Treibhausgasemissionen beschreibt, basierend auf verschiedenen Annahmen über wirtschaftliches Wachstum, technologische Entwicklungen, Energieverbrauch und politische Massnahmen.[396]

Extremereignis
Ein Extremereignis im Klimakontext bezeichnet aussergewöhnlich starke Wetter- oder Klimaphänomene, wie Hitzewellen, Starkregen, Dürren oder Stürme, die deutlich über den normalen Schwankungen bzw. dem Erwartungswert liegen.[396]

Fehlanpassung
Fehlanpassung beschreibt Situationen, in denen Anpassungsmassnahmen nicht wirksam sind oder unbeabsichtigte negative Folgen haben, wodurch sie das Risiko und die Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel erhöhen.[396]

Fussabdruck
Der CO_2- bzw. Treibhausgasfussabdruck ist ein Mass für die Gesamtemissionen von CO_2 bzw. Treibhausgasen, die direkt oder indirekt durch eine Person, ein Unternehmen, ein Produkt oder eine Aktivität verursacht werden.[397]

Globales Erwärmungsniveau, Global warming levels
Das globale Erwärmungsniveau beschreibt den Anstieg der durchschnittlichen weltweiten Temperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau (1850–1900).

Gouvernanz, Gouvernance
Gesamtheit von Institutionen, Regeln und Prozessen, die kollektives Handeln, Steuerung und Kontrolle in Organisationen und Systemen ermöglichen.

Gravitative Naturgefahren
Gravitative Naturgefahren werden durch die Schwerkraft beeinflusst und entstehen durch Fliess-, Rutsch- oder Sturzbewegungen von Wasser, Erdmassen, Steinen oder Schnee.

Grenzen der Anpassung
Der Punkt, ab dem ein System oder ein Akteur trotz Anpassungsmassnahmen nicht mehr vor unzumutbaren Risiken geschützt werden kann.[399]

Importbasierte Emissionen
Importbasierte Emissionen sind Treibhausgasemissionen, die im Ausland entstehen, um Güter oder Dienstleistungen herzustellen, die anschliessend importiert und im Inland konsumiert werden.

IPCC, Weltklimarat
Der Weltklimarat (engl. «Intergovernmental Panel on Climate Change», IPCC) ist ein wissenschaftliches Gremium der Vereinten Nationen, das 1988 gegründet wurde, um umfassende Berichte über den Klimawandel, seine Ursachen, Auswirkungen und mögliche Massnahmen zu erstellen. Er bewertet den Stand der Forschung zum Klimawandel, indem er Studien aus verschiedenen Disziplinen zusammenfasst, führt aber selbst keine eigenen Forschungsarbeiten durch.[397]

IPCC-Bericht
Der IPCC-Bericht ist eine detaillierte wissenschaftliche Bewertung des aktuellen Wissensstands über den Klimawandel. Diese Berichte, die alle 5–7 Jahre veröffentlicht werden, analysieren Klimaveränderungen, deren Risiken und mögliche Strategien zur Anpassung und Minderung. Sie dienen als wichtige Grundlage für politische Entscheidungen im Klimaschutz.

Kaskadennutzung
Mehrfache, aufeinanderfolgende Nutzung von Biomasse oder Materialien mit abnehmender Wertschöpfung, um die Ressourceneffizienz zu maximieren.[396]

Kipppunkte
Als Kipppunkte werden kritische Schwellen im Klimasystem bezeichnet. Werden diese überschritten, verändert sich ein bestimmter Zustand abrupt und oft irreversibel und es wird ein neuer stabiler Zustand eingenommen. Diese Veränderungen bleiben auch dann bestehen, wenn die ursprünglichen Bedingungen wiederhergestellt werden.[4 (Ch. 6)]

Klimadienste
Klimadienste sind spezialisierte Dienstleistungen, die Daten, Informationen und Analysen über Klima- und Wetterbedingungen bereitstellen. Sie unterstützen Entscheidungstragende in verschiedenen Sektoren, wie Landwirtschaft, Gesundheitswesen oder Stadtplanung, bei der Anpassung an den Klimawandel und der Minderung seiner Auswirkungen. Klimadienste umfassen Prognosen, Risikobewertungen und Hilfestellungen zur Entwicklung nachhaltiger Strategien.[400]

Klimaerwärmung
Klimaerwärmung bezeichnet den langfristigen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur der Erde, hauptsächlich als Folge von menschlichen Aktivitäten, die Treibhausgase wie CO_2 und Methan in die Atmosphäre freisetzen.[396]

Klimaneutral
Als klimaneutral werden Handlungen oder Prozesse bezeichnet, wenn sie keinen Einfluss auf das Klima haben. Das heisst hauptsächlich, dass verbleibende Treibhausgasemissionen durch CO_2-Entnahme und Speicherung ausgeglichen werden.[397]

Klimaresilienz
Resilienz im Klimakontext bezeichnet die Fähigkeit von Ökosystemen, Gemeinschaften oder Infrastrukturen, sich von den Auswirkungen des Klimawandels und von Extremereignissen zu erholen und sich an veränderte Bedingungen anzupassen.

Klimaresistenz
Resistenz im Klimakontext bezeichnet die Fähigkeit von Ökosystemen, Arten oder Gemeinschaften, Veränderungen und Störungen, wie extreme Wetterereignisse oder Klimaveränderungen, standzuhalten, ohne ihre grundlegenden Funktionen oder Strukturen zu verlieren.

Klimarückkopplung
Ein Prozess im Klimasystem, bei dem eine anfängliche Veränderung (z. B. Erwärmung) weitere Veränderungen auslöst, die den ursprünglichen Effekt entweder verstärken (positive Rückkopplung) oder abschächen (negative Rückkopplung). Beispiele sind das Schmelzen von Eisflächen (positive Rückkopplung) oder verstärkte Wolkenbildung (negative Rückkopplung).[396]

Klimaindikatoren
Klimaindikatoren sind messbare Grössen, die verwendet werden, um den Zustand und die Veränderungen des Klimas zu bewerten. Sie umfassen Daten wie Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Meeresspiegelanstieg und Extremwetterereignisse.[401]

Kohlenstoffbudget
Die maximale Menge der kumulativen globalen, von Menschen verursachten CO_2-Emissionen, die zu einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit führen würde.[4 (Glossar)]

Kohlenstoffsenke
Ein natürliches oder technisches System, das mehr Kohlendioxid (CO_2) aus der Atmosphäre aufnimmt, als es abgibt. Wichtige natürliche Senken sind Wälder, Böden und Ozeane. Technische Senken entstehen durch Verfahren wie Carbon Dioxide Removal (CDR) oder Carbon Capture and Storage (CCS).

Konsumbasierte Emissionen
Konsumbasierte bzw. verbrauchsbasierte Emissionen können durch ein verbrauchsbasiertes Emissionsinventar (CBEI) ermittelt werden. Dieses Inventar ist eine Berechnung aller Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung, dem Transport, der Nutzung und der Entsorgung von Produkten und Dienstleistungen verbunden sind, die von einer bestimmten Gruppe von Menschen oder Organisation in einem bestimmten Zeitraum (in der Regel einem Jahr) verbraucht werden.[396, 402]

Kryosphäre
Die Kryosphäre umfasst alle gefrorenen Wasserreserven der Erde, einschliesslich Gletscher, Eisschilde, Schnee, Permafrost und Meereis.[396]

Minderung
Minderung oder Mitigation im Klimakontext bezieht sich auf Massnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen, um den Klimawandel zu verlangsamen oder zu stoppen.[396]

Nachhaltigkeit
Nachhaltigkeit ist die Fähigkeit, die Bedürfnisse der heutigen Generation zu erfüllen, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Sie beinhaltet ein Gleichgewicht zwischen den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Dimensionen, um langfristig Stabilität und Wohlstand zu gewährleisten.[396]

Nationally Determined Contributions (NDCs)
Von den Vertragsstaaten des Übereinkommens von Paris festgelegte nationale Klimaschutzbeiträge, die ihre Ziele zur Minderung von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel definieren.[403]

Netto-negative Emissionen
Eine Situation von netto-negativen CO_2- bzw. Treibhausgasemissionen ist erreicht, wenn infolge menschlicher Aktivitäten mehr CO_2 bzw. Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernt werden, als in sie emittiert werden.[134 (Glossar)]

Netto-Null-Emissionen
Eine Situation von Netto-Null-CO_2-Emissionen bzw. Netto-Null-Treibhausgasemissionen ist erreicht, wenn infolge menschlicher Aktivitäten kein CO_2 bzw. keine Treibhausgase mehr in die Atmosphäre gelangen bzw. wenn nicht mehr CO_2 bzw. Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert werden, als aus ihr entfernt werden.[397] Zu beachten ist, dass Nicht-CO_2-Treibhausgase, die noch emittiert werden, nur mit der Entfernung von einer entsprechenden Menge CO_2 ausgeglichen werden können.

Ökosystemleistungen
Ökosystemleistungen sind die vielfältigen Vorteile, die gesunde Ökosysteme den Menschen bieten. Zu diesen Leistungen zählen die Bereitstellung von Ressourcen (z. B. Nahrung und Holz), die Regulierung (z. B. des Klimas, von Überschwemmungen und des Wasserhaushalts) sowie kulturelle Leistungen (z. B. spirituelle, Erholungs- und Bildungsleistungen).[404]

Permafrost
Untergrund (Boden oder Fels einschliesslich Eis und organisches Material), der über mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre bei oder unter 0 °C bleibt.[396]

Produktionsbasierte Emissionen
Produktionsbasierte Emissionsbilanzierung (engl. «production-based accounting») umfasst alle Emissionen, die bei der inländischen Produktion von Gütern und Dienstleistungen entstehen, unabhängig davon, ob diese Güter im Inland verbraucht oder exportiert werden.[405]

Schwammstadt, Green Sponge City
Schwammstadt ist ein urbanes Konzept, das darauf abzielt, Städte so zu gestalten, dass sie Wasser effizient speichern, ableiten und nutzen können. Diese Städte integrieren grüne Infrastruktur, wie Pflanzen, Regenwasserspeicher und durchlässige Oberflächen, um Niederschläge zu absorbieren und Überflutungen zu reduzieren.[73]

Scope 1, 2 und 3 Emissionen
Die Einteilung der Treibhausgasemissionen in drei «Scopes» dient der systematischen Erfassung von Emissionsquellen entlang der Wertschöpfungskette:[407]

- **Scope 1:** Direkte Emissionen aus eigenen oder kontrollierten Quellen, z. B. durch Verbrennung fossiler Brennstoffe in Anlagen oder Fahrzeugen.

- **Scope 2:** Indirekte Emissionen aus der Erzeugung von eingekaufter Energie (z. B. Strom, Wärme oder Dampf), die das Unternehmen verbraucht.

- **Scope 3:** Weitere indirekte Emissionen, die entlang der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette entstehen, z. B. durch die Herstellung eingekaufter Güter, Geschäftsreisen, Nutzung und Entsorgung von Produkten.

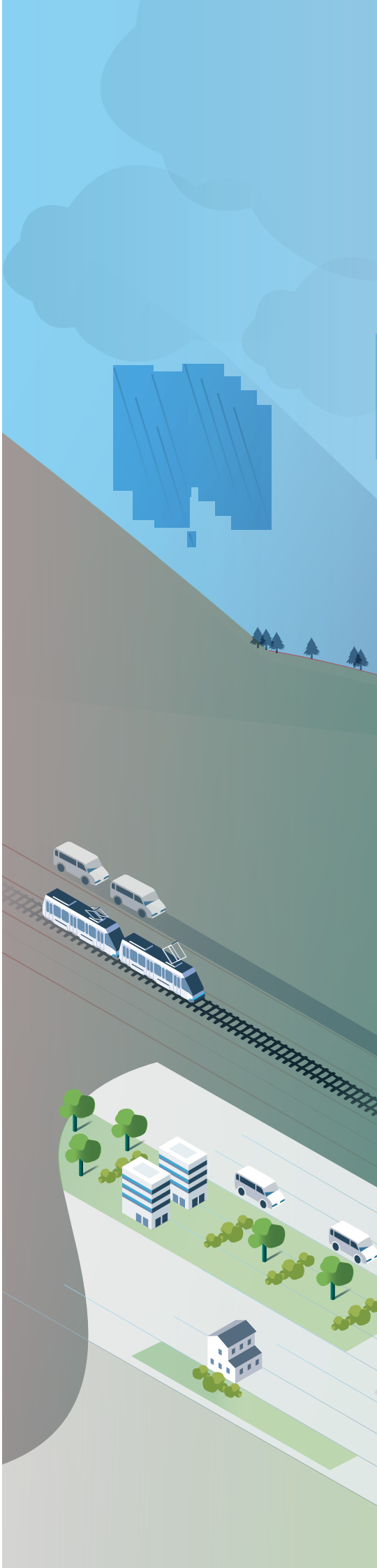
Sustainable Development Goals, SDGs
Die 17 Sustainable Development Goals (SDGs) sind die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen, die mit ihren 169 Unterzielen (Targets) in der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung verankert sind. Sie sollen weltweit eine nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, sozialer und ökologischer Ebene fördern.

Suffizienzbasierte Massnahmen
Massnahmen, die auf eine Veränderung von Lebens- und Konsummustern abzielen, um den absoluten Energie- und Ressourcenverbrauch zu senken – etwa durch weniger oder bewussteren Konsum, verändertes Mobilitätsverhalten oder geringeren Flächenbedarf.

Territorialprinzip, Territoriale Emissionen
Treibhausgasemissionen, die innerhalb der geografischen Grenzen eines Landes freigesetzt werden.

Treibhausgase
Treibhausgase sind Gase in der Atmosphäre, welche die Wärmestrahlung der Erde einfangen und wieder abstrahlen und somit zum Treibhauseffekt beitragen. Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf (H_2O), Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), Ozon (O3) und Fluorkohlenwasserstoffe (FKW). Wasserdampf und Ozon werden nicht emittiert; die Wasserdampfkonzentration ist abhängig von der Lufttemperatur, die Ozonkonzentration u. a. von der Konzentration anderer Gase (z. B. Stickoxide oder Kohlenwasserstoffe wie Methan).

SCNAT – Vernetztes Wissen im Dienste der Gesellschaft

Die **Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT**) engagiert sich regional, national und international für die Zukunft von Wissenschaft und Gesellschaft. Sie stärkt das Bewusstsein für die Naturwissenschaften als zentralen Pfeiler der kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung. Ihre breite Abstützung macht sie zu einem repräsentativen Partner für die Politik. Die SCNAT vernetzt die Naturwissenschaften, liefert Expertise, fördert den Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft, identifiziert und bewertet wissenschaftliche Entwicklungen und legt die Basis für die nächste Generation von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern. Sie ist Teil des Verbundes der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

ProClim ist das **Forum für Klima und globalen Wandel** der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). ProClim dient in diesen Themenbereichen als Schnittstelle zwischen Wissenschaft einerseits, und öffentlicher Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit andererseits und fördert die Kommunikation zwischen diesen Kreisen.