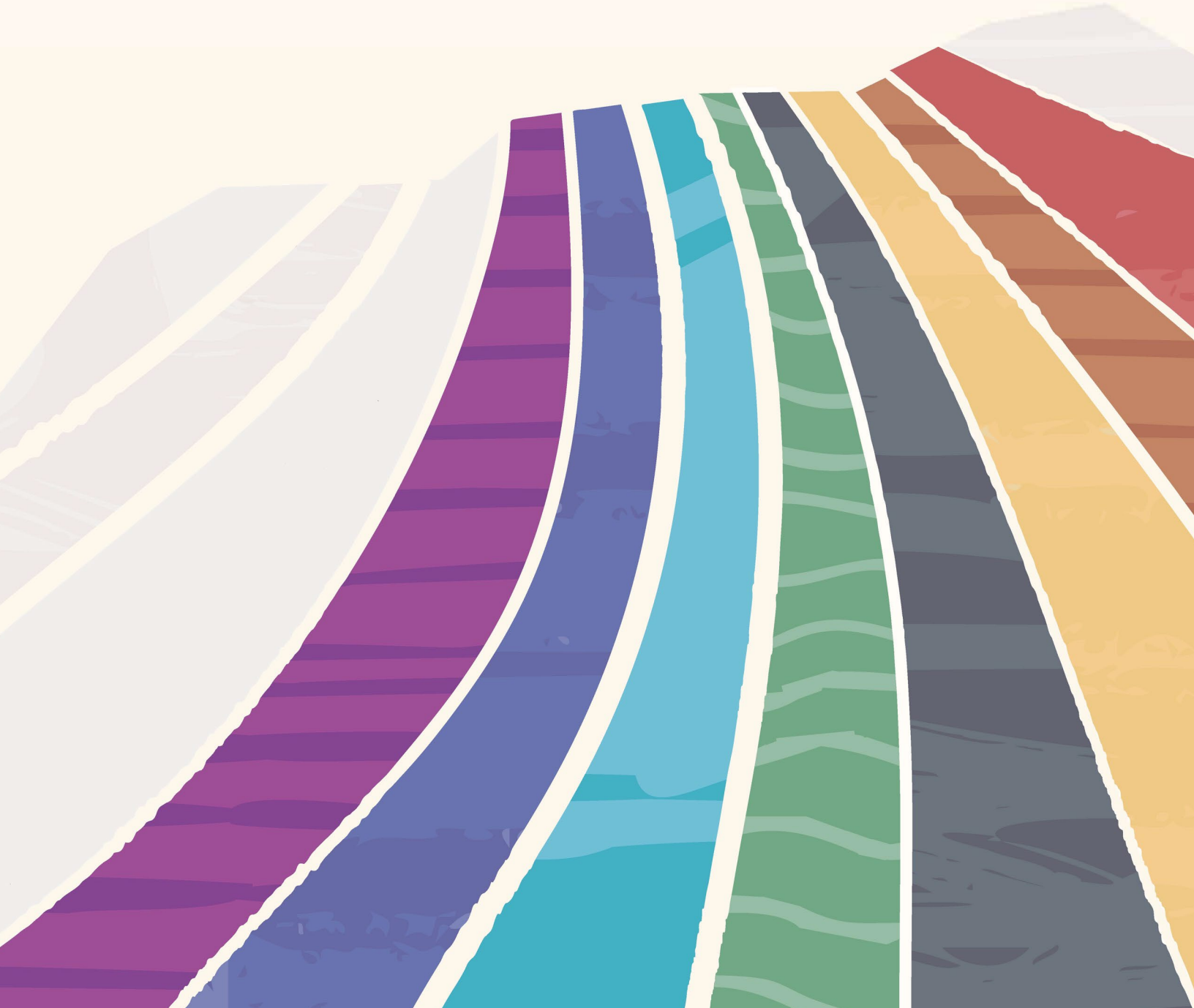
Austrian Panel on Climate Change | APCC | 2025

Zweiter Österreichischer Sachstandsbericht zum Klimawandel | AAR2

Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung



Zweiter Österreichischer Sachstandsbericht zum Klimawandel | AAR2

Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung (SPM)

Diese Veröffentlichung wurde einem anonymen internationalen Peer-Review-Verfahren unterzogen, das von mehreren Review-Editoren, den AAR2-Ko-Vorsitzenden und dem APCC-Lenkungsausschuss koordiniert wurde.

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten oder Meinungen sind nicht unbedingt die der Institutionen, mit deren Unterstützung diese Arbeit durchgeführt wurde. Das APCC, der Verlag und die beteiligten Institutionen übernehmen keine Garantie für die Richtigkeit oder ständige Verfügbarkeit der in dieser Publikation erwähnten Links zu externen Websites oder Websites Dritter und übernehmen keine Verantwortung für die Richtigkeit oder Angemessenheit der darin enthaltenen Inhalte.

Empfohlene Zitierweise

D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder et al. (2025): Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung (SPM).
In "Second Austrian Assessment Report on Climate Change (AAR2) of the Austrian Panel on Climate Change (APCC)".
[D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder (eds.)]. Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria | doi: doi.org/10.1553/aar2-spm-de

Sie können die empfohlene Zitierweise in den Formaten Endnote (.ris) und BibTex (.bib) auf aar2.ccca.ac.at/citation herunterladen.

Wien, Juni 2025
ISBN: 978-3-7001-5110-4 | austriaca.at/5110-4 (Gesamtbericht)
ISBN: 978-3-7001-5113-5 | austriaca.at/5113-5

Umsetzung und Gestaltung

Verlag: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien
Satz: Crossdesign Werbeagentur GmbH, Graz
Deckblatt: paulaidaanton | Agentur für digiloges Design
Grafiken: paulaidaanton | Agentur für digiloges Design, David Jablonski | Klimadashboard
Die deutsche Fassung basiert auf der Übersetzung aus dem Englischen von Simone Kellner und wurde von D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder et al. bearbeitet und adaptiert.
Für die sprachliche Überarbeitung wurden KI-gestützte Tools wie DeepL verwendet.

Kontaktadresse für Produktsicherheit:
Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2
A-1010 Wien
Tel.: +43-1-51581-3420
E-Mail: verlag@oeaw.ac.at

Finanzierung

Der AAR2 wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des 14. „Austrian Climate Research Programme" (ACRP) durchgeführt.

Rechte und Lizenz

© 2025 Austrian Panel on Climate Change (APCC)
Dieser Bericht ist unter einer Creative Commons CC-BY 4.0-Lizenz veröffentlicht.
creativecommons.org/licenses/by/4.0

Koordination

universität innsbruck

International Institute for Applied Systems Analysis
IIASA www.iiasa.ac.at

BOKU UNIVERSITY

Unterstützung

Climate Change Centre AUSTRIA

Verlag

VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Der AAR2 ist ein Bericht des Austrian Panel on Climate Change (APCC).
https://aar2.ccca.ac.at/de

Autor:innen

Daniel Huppmann	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA
Margreth Keiler	Universität Innsbruck | UIBK & Österreichische Akademie der Wissenschaften | ÖAW
Keywan Riahi	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA
Harald Rieder	BOKU University
Alina Brad	Universität Wien
Herbert Formayer	BOKU University
Sven Fuchs	BOKU University
Claudia Kettner	Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung | WIFO
Lukas Kranzl	Technische Universität Wien | TU Wien
Andreas Novy	Wirtschaftsuniversität Wien | WU Wien
Gustav Resch	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Thomas Schinko	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA
Johannes Schmidt	BOKU University
Franziska Schöniger	Austrian Institute of Technology GmbH | AIT & BOKU University
Karl Steininger	Universität Graz
Nathalie Spittler	BOKU University
Anika Donner	Universität Innsbruck | UIBK
Maria Holzinger	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA
Eva-Maria Hummel	Universität Innsbruck | UIBK
Monika Mayer	BOKU University
Verena Rauchenwald	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA
Karl Scheifinger	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse | IIASA

Inhaltsverzeichnis

Einleitung ... **V**

A. Ist Österreich auf Kurs zur Klimaneutralität?
Aktuelle und künftige Treibhausgasemissionen ... **1**
Emissionsreduktionen der vergangenen Jahre und Ausblick ... 1
Überblick der sektoralen Emissionen ... 3
Hürden für wirksame Klimaschutzpolitik ... 4

B. Wie wirkt sich die Erderhitzung in Österreich aus?
Klimafolgen, Risiken und Anpassungsstrategien ... **6**
Ausprägung des anthropogenen Klimawandels ... 6
Auswirkungen und Schlüsselrisiken ... 10
Anpassungsmaßnahmen und Herausforderungen ... 16

C. Welche Optionen stehen zur Vermeidung von Emissionen zur Verfügung?
Potenziale, Kosten, Synergien und Zielkonflikte ... **19**
Möglichkeiten der Emissionsreduktion in einzelnen Sektoren ... 19
Synergien und Zielkonflikte in Bezug auf die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) ... 22

D. Wie kann Österreich die Emissionsreduktionsziele erreichen?
Szenarien und Transformationspfade ... **25**
Quantitative Szenarien zur Erreichung von Netto-Null-CO_2-Emissionen ... 25
Politische, wirtschaftliche, soziokulturelle und technische Rahmenbedingungen ... 29
Klimafreundliche Transformationspfade ... 32

E. Welche Politikmaßnahmen können effektive und sozial ausgewogene Klima-Governance unterstützen?
Institutionelle und gesellschaftliche Rahmenbedingungen ... **34**
Abbau struktureller Hürden für eine wirksame Klimapolitik ... 34
Gesellschaftliche Dimension des Klimawandels und der Klimaschutzpolitik ... 38
Umsetzbarkeit und Vorteile der klimafreundlichen Transformation ... 39

Referenzen ... **41**

Glossar ... aar2.ccca.ac.at/glossar
Abkürzungen ... aar2.ccca.ac.at/abkuerzungen
Gesamtbericht ... aar2.ccca.ac.at/bericht

Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Österreich deutlich spürbar. Die jüngsten Häufungen von Extremereignissen wie längere Trockenperioden, Hitzewellen und Überschwemmungen decken sich mit den durch den Klimawandel verursachten globalen Trends. Die globale Erwärmung ist auf die vom Menschen im letzten Jahrhundert emittierten Treibhausgase zurückzuführen. Unter Beibehaltung der aktuell umgesetzten politischen Maßnahmen wird die globale Durchschnittstemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Zeitraum (1850–1900) bis Ende des 21. Jahrhunderts um etwa 2,7°C (2,2–3,4°C) steigen. Wir werden die Schwelle einer durchschnittlichen globalen Erwärmung von 1,5°C (GWL 1,5°C) innerhalb des nächsten Jahrzehnts überschreiten.

Die Treibhausgasemissionen in Österreich sind in den letzten Jahren zurückgegangen, aber im internationalen Pro-Kopf-Vergleich sind die nationalen Emissionen nach wie vor hoch. Das Bewusstsein steigt, dass sowohl ehrgeizige Emissionsreduktionen als auch erhebliche Investitionen in Anpassung und Klimaresilienz erforderlich sind, um den Wohlstand und die hohe Lebensqualität in Österreich vor negativen Auswirkungen der Erderhitzung zu schützen. Trotzdem sind die derzeit umgesetzten Maßnahmen nicht ausreichend, um die langfristigen Klimaziele zu erreichen.

Diese *Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung* (SPM) präsentiert die wichtigsten Ergebnisse des *Zweiten Österreichischen Sachstandsberichts zum Klimawandel* (AAR2). Der AAR2 bietet eine umfassende, interdisziplinäre Aufbereitung der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel und den damit verbundenen Risiken für Österreich. Er veranschaulicht die Bandbreite der Auswirkungen bei unterschiedlichen Erderwärmungsgraden und zeigt mögliche Emissionsreduktionsstrategien, Anpassungsmaßnahmen und Transformationspfade auf. Der Bericht orientiert sich eng an der Struktur, den Abläufen und den Methoden des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, Weltklimarat).

Diese Zusammenfassung ist nach fünf politikrelevanten Leitfragen gegliedert:

A. Ist Österreich auf Kurs zur Klimaneutralität?
B. Wie wirkt sich die Erderhitzung in Österreich aus?
C. Welche Optionen stehen zur Vermeidung von Emissionen zur Verfügung?
D. Wie kann Österreich die Emissionsreduktionsziele erreichen?
E. Welche Politikmaßnahmen können effektive und gerechte sozial ausgewogene Klima-Governance unterstützen?

Mehr als 200 Wissenschaftler:innen haben an diesem Bericht mitgearbeitet und über 100 externe Gutachter:innen haben an der mehrstufigen wissenschaftlichen Evaluierung mitgewirkt. Der AAR2 baut auf dem ersten österreichischen Sachstandsbericht zum Klimawandel aus dem Jahr 2014 und einer Reihe von nachfolgenden Sonderberichten auf, die vom *Austrian Panel on Climate Change* (APCC) und dem *Climate Change Centre Austria* (CCCA) koordiniert wurden.

Die wissenschaftliche Evidenz für die *Zusammenfassung die politische Entscheidungsfindung* stammt aus den acht Kapiteln des AAR2. In Anlehnung an die kalibrierte Sprache des IPCC wird jeder Aussage ein Konfidenzniveau zugeordnet, um die Stärke und den Umfang der wissenschaftlichen Literatur und den Grad der Übereinstimmung anzugeben.

Ähnlich wie die Berichte des Weltklimarats (IPCC) formuliert der AAR2 keine spezifischen politischen Handlungsempfehlungen. Stattdessen werden in dem Bericht alternative Optionen für die Reduktion von Treibhausgasemissionen und Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels verglichen. Dabei werden insbesondere Synergien und Zielkonflikte konkreter Maßnahmen mit anderen gesellschaftlichen Prioritäten wie der Erreichung der *Ziele für nachhaltige Entwicklung* (SDGs) dargestellt. Der AAR2 ist sich der Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Klimaschutz, Anpassung, menschlichem Wohlergehen und nachhaltiger Entwicklung sowie der damit verbundenen Zielkonflikte bewusst.

Ziel dieses Berichts ist es, einen relevanten Beitrag zu einer breiten Diskussion über eine effektive und sozial ausgewogene Transformation zu einer klimaresistenten Gesellschaft zu leisten und eine faktenbasierte Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Bewertung der Belastbarkeit von Aussagen des Sachstandsberichts

Wissenschaft ist ein fortlaufender Erkenntnisprozess und Unsicherheit ist ein wesentlicher Bestandteil der Forschung. Klare Aussagen zur Belastbarkeit von wissenschaftlichen Erkenntnissen ist eine Voraussetzung dafür, den aktuellen Stand unseres Wissens zu definieren und Bereiche zu identifizieren, die weiterer Forschung bedürfen. Dies ist relevant für die Klimawissenschaft, da zukünftige Bedingungen von vielen Faktoren abhängen – dazu gehören die natürliche Variabilität des Wetters, komplexe Wechselwirkungen im Klimasystem, die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und individuelle Entscheidungen.

Der **Zweite Österreichische Sachstandbericht zum Klimawandel (AAR2)** liefert eine umfassende Aufbereitung und Bewertung des Wissensstands zum Klimawandel in Österreich. Um Klarheit und Transparenz der Kernaussagen sicherzustellen, folgt der Bericht den Methoden des **Weltklimarats (IPCC)** zur Bewertung und Darstellung der Belastbarkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse. Diese Methoden bewerten den Umfang der wissenschaftlichen Literatur und den Grad der Übereinstimmung, um das Vertrauensniveau von Aussagen zu bestimmen.

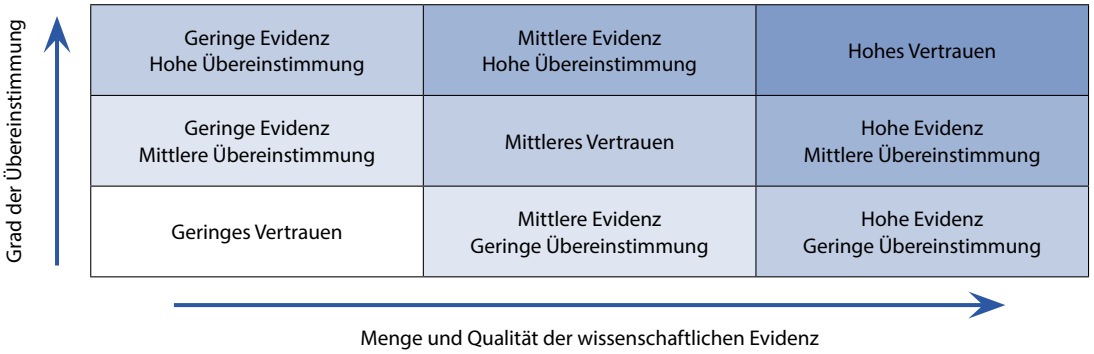
Warum sind Vertrauensniveaus wichtig?

Zur Bewertung der Belastbarkeit aller Kernaussagen evaluiert der Bericht die wissenschaftlichen Erkenntnisse in zwei Dimensionen: Die **Evidenz** ***(Evidence)*** beschreibt die Anzahl der verfügbaren Studien und Qualität der wissenschaftlichen Literatur, die eine Schlussfolgerung stützen – dazu gehören Beobachtungen, Experimente, Modelle und Einschätzung von Expert:innen. Der Grad der **Übereinstimmung** ***(Agreement)*** beschreibt, inwieweit die wissenschaftliche Literatur die Forschungsergebnisse auf ähnliche Weise interpretiert. Wenn der Umfang der Evidenz und der Grad der Übereinstimmung gleich sind (hoch/mittel/gering), wird der Begriff **Vertrauen** ***(Confidence)*** verwendet; andernfalls werden die beiden Dimensionen separat genannt.

Durch die Berücksichtigung beider Dimensionen kann der Bericht die Belastbarkeit der jeweiligen Aussagen bewerten und so sowohl fundierte Erkenntnisse als auch Forschungsbedarf sichtbar machen. Der Sachstandsbericht fokussiert auf Österreich, um konkrete und politikrelevante Erkenntnisse zu ermöglichen. In jenen Fragen, für die regionale Daten nur begrenzt oder nicht verfügbar sind, werden Ergebnisse aus anderen Ländern oder vergleichbaren Regionen herangezogen, sofern sie relevant und übertragbar sind.

Wie werden Vertrauensniveaus dargestellt?

Die folgende Tabelle zeigt, wie verschiedene Kombinationen aus Evidenz und Übereinstimmung zur Vertrauensbewertung führen:



Wenn Evidenz und Übereinstimmung gleich bewertet werden, wird das **Vertrauen** als *gering*, *mittel* oder *hoch* angegeben. Bei abweichender Einschätzung werden **Evidenz** und **Übereinstimmung** separat genannt (z. B. „*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*“).

Warum ist das für Sie wichtig?

Das Verständnis der Belastbarkeit der Kernaussagen des Sachstandsberichts hilft politischen Entscheidungsträger:innen, Organisationen und Einzelpersonen, **fundierte Entscheidungen** zu treffen. Es macht deutlich, welche Aussagen wissenschaftlich stark bzw. weniger stark abgesichert sind. Dieser Ansatz gewährleistet, dass Maßnahmen zur Emissionsreduktion und Anpassung **auf dem besten verfügbaren Wissen basieren** und gleichzeitig Unsicherheiten transparent kommuniziert werden.

Ein Leitfaden zum Lesen der Kernaussagen im Sachstandsbericht

B.8 Die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf den Niederschlag in Österreich unterscheiden sich regional sowie saisonal und auch nach Aggregationsebene (d. h. saisonale oder jährliche Summenwerte) und einzelnen Niederschlagsereignissen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Das saisonale Niederschlagsmittel in Österreich nimmt laut Projektionen im Winter zu (*hohes Vertrauen*) und im Sommer ab (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Das tägliche Niederschlagsmaximum (10-jähliches Ereignis) wird im Vergleich zum aktuellen Klima um 10 % bei einem globalen Erwärmungsniveau von 2,0°C und bis zu 23 % bei einem globalen Erwärmungsniveau von 4,0°C steigen (*mittleres Vertrauen*). {1.2.2, 1.4, Abbildung SPM.3}

Jede Kernaussage beginnt mit einem fett gedruckten Teil, der die wesentlichen Aspekte zusammenfasst.

Der zweite Teil der Kernaussage liefert Kontext und weitere relevante Informationen.

Am Ende jeder Kernaussage stehen Verweise auf Abbildungen & Abschnitte des Sachstandsberichts, auf denen die Aussage beruht.

Die Bewertung des Vertrauensniveaus zeigt die Belastbarkeit der wissenschaftlichen Aussage. Wenn verschiedene Teile des Absatzes eine unterschiedliche Bewertung haben, wird dies explizit an den relevanten Stellen gezeigt.

A. Ist Österreich auf Kurs zur Klimaneutralität? Aktuelle und künftige Treibhausgasemissionen

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Entwicklung der sektoralen Treibhausgasemissionen in Österreich. In den letzten Jahren hat Österreich deutliche Emissionsreduktionen erzielt, insbesondere durch den Ausbau der erneuerbaren Energie, Anreize für die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und die Einführung einer CO_2-Bepreisung. Dennoch sind die aktuellen Maßnahmen und Governance-Strukturen nach wie vor unzureichend, um die EU-Ziele und Österreichs Beitrag zum Pariser Abkommen zu erfüllen: Strukturelle Hürden wie Zersiedelung und eine hohe Importabhängigkeit bei fossilen Brennstoffen, die durch klimaschädliche Subventionen gefördert wird, stellen hierbei wesentliche Herausforderungen dar.

Emissionsreduktionen der vergangenen Jahre und Ausblick

A.1 Die Treibhausgasemissionen in Österreich sind in den Jahren 2022 und 2023 deutlich gesunken. Diese Entwicklung ist größtenteils auf klimapolitische Maßnahmen sowie auf den Anstieg der Energiepreise in Vorbereitung auf und während des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine zurückzuführen (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Zu den umgesetzten Maßnahmen gehören Investitionen in erneuerbare Energie, Anreize zum schrittweisen Ausstieg aus fossilen Heizsystemen, der Ausbau und die Steigerung der Attraktivität von öffentlichen Verkehrsmitteln (z. B. durch die Einführung der Jahreskarte „KlimaTicket“) und die Umsetzung einer ökosozialen Steuerreform einschließlich einer CO_2-Bepreisung für Sektoren, die nicht unter das EU-Emissionshandelssystem (EHS) fallen. Relativ warme Winter haben in den letzten Jahren nur eine untergeordnete Rolle bei der Senkung der Emissionen gespielt. {4.1, 6.3}

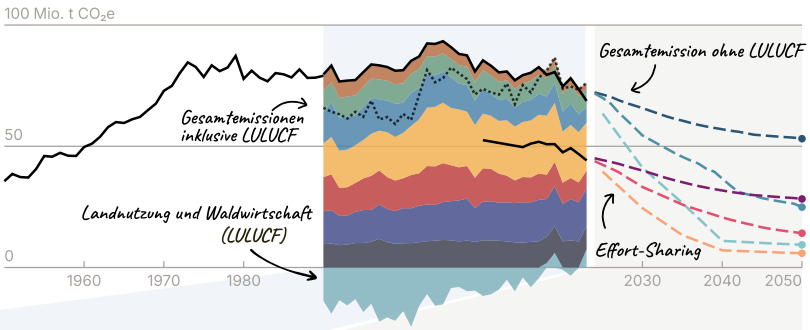
A.2 Die EU-Ziele für die Emissionsreduktion bis 2030 können mit Maßnahmen, die über die bereits umgesetzten Instrumente hinausgehen, erreicht werden. Diese Maßnahmen sind jedoch politisch umstritten und deren effektive sowie zeitgerechte Umsetzung ist unsicher (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Lastenteilungsverordnung (Effort-Sharing-Regulation, ESR) verpflichtet Österreich dazu, jene Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 48 % gegenüber dem Jahr 2005 zu reduzieren, die nicht durch das EU-Emissionshandelssystems (EHS) erfasst werden. Das betrifft insbesondere die Emissionen der Sektoren Verkehr und Gebäude. Der Nationale Energie- und Klimaplan (NEKP, BMK 2024) zeigt, dass dieses Ziel erreicht werden kann, wenn ein breites Bündel an zusätzlichen Maßnahmen und Instrumenten umgesetzt wird (Szenario „With Additional Measures“, WAM, Umweltbundesamt, 2024a). Im Gegensatz dazu werden bei ausschließlicher Fortschreibung der aktuellen Maßnahmen und Instrumente die EU-Ziele nicht erreicht (Szenario „With Existing Measures“, WEM, Umweltbundesamt, 2024a). In einem solchen Szenario bleibt eine Lücke bei der Reduktion der Treibhausgasemissionen von 10,4 Mio. t CO_2e im Jahr 2030 bestehen im Vergleich zum nationalen Emissionsziel der Lastenteilungsverordnung. {6.3, Abbildung SPM.1}

A.3 Die Klima-Governance in Österreich umfasst viele verschiedene Instrumente für eine wirksame Senkung der Treibhausgasemissionen. Allerdings reichen die derzeit umgesetzten und vorgeschlagenen Maßnahmen nicht aus, um die Reduktionsziele bis zur Mitte des Jahrhunderts in Übereinstimmung mit dem österreichischen Beitrag zum Pariser Abkommen zu erreichen (*hohes Vertrauen*). Unterschiedliche politische und sozioökonomische Interessen begrenzen die Wirksamkeit der Klima-Governance. Die derzeit eingesetzten Instrumente verändern weder bestehende Strukturen noch die Wachstumslogik oder Produktions- und Lebensweise, die auf sehr hohem Ressourcenverbrauch basieren. Dies spiegelt sich in einer einseitigen Ausrichtung auf Subventionen und marktbasierte Instrumente sowie geringer Verwendung von suffizienzorientierten Maßnahmen, die den Verbrauch von Energie, Ressourcen und Land deutlich reduzieren können. {6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 8.4, 8.6, Abbildung SPM.1}

Entwicklung der Emissionen in Österreich

Die Treibhausgasemissionen in Österreich waren über die vergangenen 50 Jahre stabil, aber sind in den letzten Jahren gesunken. Szenarien des Umweltbundesamts zeigen Pfade mit moderatem Emissionsrückgang im Vergleich zu ambitioniertem Klimaschutz.

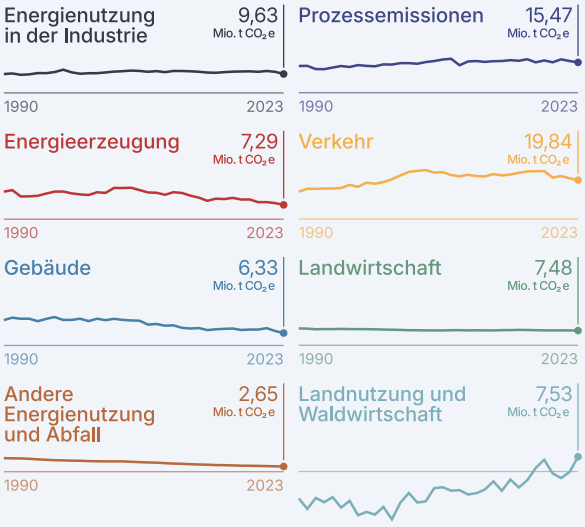
(a) **Übersicht über die Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen**



1990-2023: Historische Entwicklung

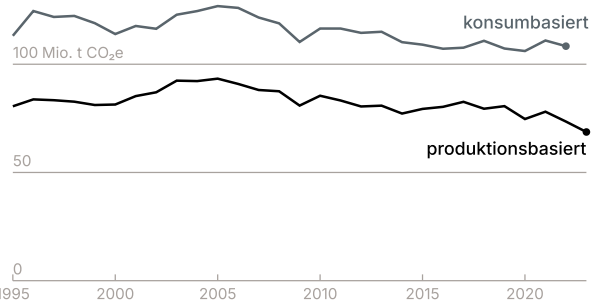
(b) **Sektorale Treibhausgasemissionen:**

Energienutzung in der Industrie, Prozessemissionen und Verkehr sind die größten Verursachen von Treibhausgasen in Österreich. Landnutzung und Waldwirtschaft wurden von einer Kohlenstoffsenke zu einer Netto-Kohlenstoffquelle.



(c) **Nationale vs. konsumbasierte Emissionen:**

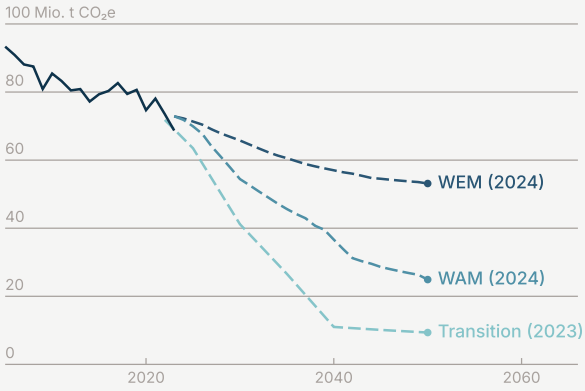
Die „konsumbasierten" Treibhausgasemissionen, die durch die heimische Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette verursacht werden, sind ca. 40 % höher als die nationalen, „produktionsbasierten" Emissionen.



2024-2050: Emissionsszenarien

(d) **Entwicklung der Gesamtemissionen (ohne Landnutzung und Waldwirtschaft, LULUCF):**

Die derzeitigen Maßnahmen – wie sie im Szenario „With Existing Measures" (WEM) modelliert werden – und in der Politik diskutierte Maßnahmen – abgebildet im Szenario „With Additional Measures" (WAM) – reichen nicht aus, um Netto-Null-Emissionen in Österreich zu erreichen. Das Szenario „Transition" zeigt ambitionierte Strategien zur Emissionsreduktion bis zum Jahr 2040.



(e) **Entwicklung der "Effort-Sharing"-Emissionen:**

Die EU-Lastenteilungsverordnung sieht für Österreich eine Reduktion der Nicht-EHS-Emissionen um 48 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2005 vor. Das Szenario „With Existing Measures" (WEM) zeigt eine Reduktionslücke von 10,4 Mio. t CO_2e im Jahr 2030.

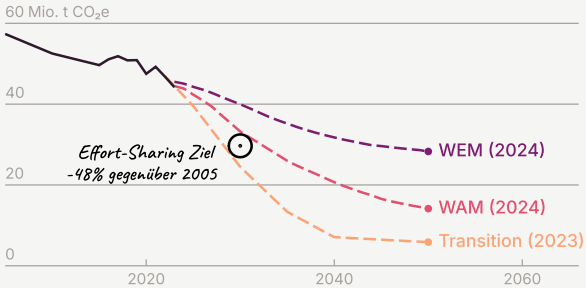


Abbildung SPM.1 | Entwicklung der Treibhausgasemissionen. Historische Entwicklung der Gesamtemissionen ohne Landnutzung und Forstwirtschaft („*Land Use and Land-Use Change*", LULUCF) von 1950 bis 1990 (Gütschow et al., 2016, 2024, Teilgraphik a) sowie Entwicklung der Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2023 (Umweltbundesamt, 2025, alle Teilgraphiken). Nationale „produktionsbasierte" vs. „konsumbasierte" Treibhausgasemissionen (Dorninger et al., 2025, Teilgraphik c). Szenarien der Gesamtemissionen ohne LULUCF (Teilgraphik d) sowie Emissionen, die der Lastenteilungsverordnung („Effort Sharing Regulation", ESR) unterliegen (Teilgraphik e) (Umweltbundesamt, 2024a, 2024b).

A.4 Derzeit bestehen auf nationaler Ebene keine verbindlichen sektorspezifischen Reduktionsziele, die über die EU-Ziele für 2030 hinausgehen. Die österreichische Bundesregierung, mehrere Bundesländer und die drei bevölkerungsreichsten Städte (Wien, Graz und Linz) haben sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Die derzeit umgesetzten Maßnahmen sind dafür jedoch nicht ausreichend. Die im nationalen Klimaschutzgesetz (KSG) festgelegten Emissionsminderungsziele sind 2020 ausgelaufen. Eine Novellierung war im Regierungsprogramm der letzten Koalition (2020–2025, ÖVP und Die Grünen) geplant, wurde aber nicht verabschiedet. Wirksame Klimaschutzgesetzgebung in Österreich wird größtenteils durch die EU-Gesetzgebung angestoßen. Langfristig gibt das Europäische Klimagesetz (Verordnung (EU) 2021/1119) das verbindliche Ziel vor bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. {6.3, 6.5, 8.4}

A.5 Österreichs verbleibendes Kohlenstoff-Budget, das sich aus den Zielen des Pariser Abkommens einer Stabilisierung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur nahe bei 1,5°C bzw. deutlich unter 2°C ergibt, ist beinahe ausgeschöpft. Bei Berücksichtigung verschiedener Konzepte der historischen Verantwortung oder der Leistungsfähigkeit ist das für Österreich berechnete Kohlenstoff-Budget bereits überschritten (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Zur Erfüllung der völkerrechtlichen Verpflichtungen ist es erforderlich, dass in Österreich ein sukzessiver Ausstieg aus Erdöl, Erdgas und Kohle erfolgt und alle notwendigen Maßnahmen zur Erreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen so rasch als möglich umgesetzt werden. {8.2, 8.4, Abbildung 8.18}

Überblick der sektoralen Emissionen

A.6 Das österreichische Energiesystem basiert überwiegend auf fossilen Energieträgern und ist daher ein wesentlicher Verursacher von Treibhausgasemissionen (*hohes Vertrauen*). Im Jahr 2023 war der Energieverbrauch für 70 % (44,5 Mio. t CO_2e) der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich und fossile Brennstoffe hatten einen Anteil von 62 % am Bruttoinlandsenergieverbrauch. Ein großer Teil der fossilen Energieträger wird importiert (96 %), wodurch sich hohe Importabhängigkeit, niedrige Versorgungssicherheit und starke Anfälligkeit für Preisschocks aufgrund globaler Angebotsengpässe ergibt. {4.5.1}

A.7 Der Sektor Industrie und produzierendes Gewerbe ist besonders emissionsintensiv: Im Jahr 2023 betrug der Anteil dieses Sektors am Bruttoinlandsprodukt (BIP) 16 %, der Anteil an den Treibhausgasemissionen hingegen 39 % (25,1 Mio. t CO_2e) (*hohes Vertrauen*). Die Emissionen konzentrieren sich auf die Eisen- und Stahlproduktion, die chemische Industrie, die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Erzeugung nichtmetallischer Mineralien, auf die 82 % (21 Mio. t CO_2e) der Emissionen des Industriesektors und 29 % der nationalen Emissionen entfallen (laut Daten für 2020). Von 2014 bis 2020 sind die Emissionen um 1 % pro Jahr gesunken, während die Wertschöpfung (d. h. der Beitrag zum BIP) um 2 % pro Jahr gestiegen ist. {4.4.1}

A.8 Die Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Verkehr waren im Jahr 2023 um 42 % höher als im Jahr 1990 und für 29 % (19,8 Mio. t CO_2e) der nationalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Der Anteil der Emissionen des Güterverkehrs an den Verkehrsemissionen stieg von 30 % im Jahr 1990 auf 35 % im Jahr 2023 (*hohes Vertrauen*). Dieser Anstieg wird unter anderem durch den „Tanktourismus" erklärt: Aufgrund des Preisgefälles im Vergleich zu den Nachbarländern insbesondere beim Diesel wird vermehrt in Österreich getankt, obwohl die Fahrleistung im Ausland stattfindet; die zugehörigen Emissionen werden aber der österreichischen Treibhausgasinventur zugerechnet. Nennenswerte Emissionsrückgänge gab es nur in Perioden, die von besonderen externen Faktoren geprägt waren, wodurch die Nachfrage im Güter- bzw. Personenverkehr kurzfristig zurückging. Diese Rückgänge erfolgten insbesondere während der Finanzkrise im Jahr 2008, der COVID-19-Pandemie und des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine sowie aufgrund der daraus resultierenden Preissteigerungen bei fossilen Energieträgern. Der langfristige Trend der steigenden Nachfrage im Güter- und Personenverkehr stellt eine beträchtliche Hürde bei der Dekarbonisierung des Verkehrssektors und somit für das gesamte Versorgungssystem von Gütern und Dienstleistungen in den nächsten zwei Jahrzehnten dar. {3.4}

A.9 Die direkte Energienutzung in Gebäuden war im Jahr 2023 für 36 % des Energieverbrauchs in Österreich verantwortlich und hat einen Anteil von 9 % an den gesamten Treibhausgasemission (*hohes Vertrauen*). Der letztgenannte Anteil wäre höher, wenn man auch die Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die bei der Erzeugung von Strom und Fernwärme entstehen. Die dementsprechenden indirekten Emissionen im Zusammenhang mit Gebäuden waren im Jahr 2022 für 3,4 % der nationalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. {3.3.3}

A.10 Die Treibhausgasemissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) betrugen im Durchschnitt in den letzten fünf Jahren (2019–2023) 1,8 Mio. t CO_2e pro Jahr, mit einer Bandbreite von einer Senke von -3,4 Mio. t CO_2e pro Jahr bis zu einer Quelle von 7,5 Mio. t CO_2e pro Jahr (*hohes Vertrauen*). Diese traditionelle Senkenwirkung, zuletzt jedoch als Quelle fungierend, entspricht im Zeitraum 2019–2023 einem Anteil von 2,5 % an den Netto-Treibhausgasemissionen (ausgenommen LULUCF). Die Wälder haben in der Vergangenheit als Kohlenstoffsenke fungiert, die aber von Jahr zu Jahr starke Schwankungen aufweist: Die mittlere jährliche Netto-Senke betrug im Zeitraum von 2005 bis 2015 9,2 Mio. t CO_2e pro Jahr und bewegt sich in einer Bandbreite von 15,2 Mio. t CO_2e und 4,1 Mio. t CO_2e pro Jahr. Seit den frühen 2000er Jahren zeichnet sich ein beträchtlicher Rückgang der Senkenwirkung ab, wodurch dieser Sektor in den letzten Jahren zu einer Netto-Kohlenstoffquelle geworden ist. Die Emissionen aus der Landwirtschaft zeigen einen leicht rückläufigen Trend von 8,0 Mio. t CO_2e pro Jahr im Jahr 2000 auf 7,6 Mio. t CO_2e pro Jahr im Jahr 2023. {2.1.1, Abbildung SPM.1}

A.11 Österreichs „konsumbasierte Treibhausgasemissionen" – Emissionen, die durch die heimische Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette verursacht werden – sind ca. 40 % höher als die auf österreichischem Staatsgebiet entstehenden Treibhausgasemissionen (nach UN-Klimarahmenkonvention „produktionsbasierte Emissionen") (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Größenordnung dieser Differenz liegt seit 1995 zwischen 30 % und 50 %. Die österreichische Politik verfügt über Instrumente, um gegen beide Emissionsarten – die hohen produktionsbasierten und die wesentlich größeren konsumbasierten Emissionen – vorzugehen. Verordnungen wie Normen für graue Emissionen in Baustoffen, die auch die CO_2-Intensität von Importen betreffen, sind ein Beispiel für ein wichtiges Instrument zur Reduktion konsumbasierter Emission. {4.1, Abbildung SPM.1}

A.12 Die Berücksichtigung von produktionsbasierten und konsumbasierten Emissionen verhindert unerwünschte klimapolitische Auswirkungen wie eine Verlagerung von Emissionen in andere Länder (*hohes Vertrauen*). Eine derartige Verlagerung könnte dazu führen, dass mehr emissionsintensive Produkte importiert werden und sich dadurch der CO_2-Fußabdruck insgesamt nicht verringert, sodass weder ein Nutzen für die Umwelt noch für die Wirtschaft erzielt wird. Es gibt politische Instrumente auf nationaler und EU-Ebene, womit solche schädlichen Folgen vermieden werden können, beispielsweise das Europäische CO_2-Grenzausgleichssystem (CBAM). {4.1}

Hürden für wirksame Klimaschutzpolitik

A.13 Das Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen in Österreich stellt angesichts bestehender Siedlungsstrukturen, Verkehrsinfrastruktur und Wirtschaftstätigkeit eine Herausforderung dar (*hohes Vertrauen*). Hohe Bodenversiegelung und Zersiedelung führen zu einer Abhängigkeit von Autos und einem großen Fußabdruck an Ressourcen und Emissionen. Das Steuersystem weist klimaschädliche Förderungen in einer Höhe von EUR_{2019} 4,1–5,7 Milliarden pro Jahr (Schätzung aus 2020) auf. Bei diesen Subventionen werden öffentliche Gelder zur Aufrechterhaltung wirtschaftlicher Tätigkeiten und Verhalten verwendet, die insgesamt einen Wohlfahrtsverlust für die Gesellschaft verursachen (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). {3.2, 3.4, 6.2, 6.4, 8.4, 8.6}

A.14 Laut österreichischer Verfassung teilen sich der Bund, die Länder sowie die Städte und Gemeinden die Verantwortung für die Reduktion der Treibhausgasemissionen und Anpassung an den Klimawandel. Die Notwendigkeit einer Zweidrittelmehrheit im Nationalrat bei der Klimaschutzgesetzgebung hat in einigen Fällen zu einer politischen Blockade geführt. Das betrifft beispielsweise Zuständigkeiten in der Raumplanung, durch die der Ausbau erneuerbarer Energien behindert

und ein hohes Ausmaß an Bodenversiegelung und Zersiedelung gefördert wird. Diese Entwicklung wiederum erschwert die Erreichung der Klimaziele. Eine Neuregelung wurde im Jahr 2008 in Betracht gezogen, wurde aber in der politischen Entscheidungsfindung nicht weiterverfolgt. {6.3.3}

A.15 Die Struktur der österreichischen Governance und der Föderalismus ist bei der Umsetzung von ambitionierter Klimapolitik auf Bundes- und Landesebene eher hinderlich als förderlich (*hohes Vertrauen*). Widersprüchliche Interessen zwischen der Bundes- und Landesebene führen mitunter zu unklaren Zuständigkeiten, Vereinbarungen mit wenig ambitionierten Zielen und ineffektiven Sanktionsmechanismen oder sogar dazu, dass überhaupt keine Vereinbarung getroffen wird. Die Gebäuderichtlinie ist ein Beispiel für diese nicht abgestimmte Kompetenzteilung: Die Umsetzung liegt zwar in der Zuständigkeit der Landesverwaltung, die Konsequenzen für das Verfehlen von Klimazielen werden jedoch auf Bundesebene angesiedelt. {6.4.1}

A.16 Österreich hat sich das Ziel gesetzt, den Strombedarf bis 2030 bilanziell zu 100 % aus erneuerbaren Energien zu decken, doch die derzeitigen Investitionen in Windkraftanlagen reichen nicht aus, um dieses Ziel zu erreichen (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Der Kapazitätszuwachs bei Photovoltaik (PV) übersteigt aktuell zwar die Ziele des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG), wird aber nicht ausreichen, um den zu geringen Ausbau der Windkraft zu kompensieren. {4.5}

A.17 Die Anpassungsbemühungen in Österreich sind in Umfang, Ausrichtung und Tempo unzureichend, um den zunehmenden Klimarisiken zu begegnen (*hohes Vertrauen*). Österreich hat eine nationale Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (2012, aktualisiert 2024) entwickelt, die 14 Aktivitätsfelder priorisiert. Dadurch wurden Fortschritte bei der Ausarbeitung von Anpassungsmaßnahmen in einzelnen Sektoren erzielt. Es dominieren inkrementelle Maßnahmen wie Sensibilisierungskampagnen und Kapazitätsaufbau, während sich transformative Änderungen nach wie vor in Grenzen halten. Lücken bestehen bei der rechtlichen Durchsetzbarkeit, der finanziellen Ausstattung für die Umsetzung und der langfristigen Planung. Umfassende und transformative Anpassungsmaßnahmen, unterstützt von stärkeren Governance-Rahmenbedingungen, sind unerlässlich, um diese Lücken zu schließen und die Resilienz in allen Sektoren zu verbessern. {6.5.2, 7.5, 8.5.5}

A.18 Österreich erreicht bei den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (*Sustainable Development Goals*, SDGs) zwar einen hohen Rang im Ländervergleich, jedoch einen niedrigen Wert in Bezug auf den Beitrag zur Erreichung der Ziele auf globaler Ebene (*hohes Vertrauen*). Der österreichische SDG-Index beträgt 82,3 Punkte (von 100) bei der Erreichung der nationalen Nachhaltigkeitsziele, aber nur 59,9 Punkte beim Spillover-Index, der den Beitrag zur Erreichung der SDGs auf globaler Ebene bewertet. Die historische Entwicklung des Wirtschaftssystems und des Sozialstaats führen zu einem hohen Wert bei vielen sozioökonomisch relevanten SDGs in Österreich, gleichzeitig sind die Werte der umweltrelevanten Indikatoren niedrig. In den letzten Jahren hat Österreich im SDG-Ranking keine wesentlichen Fortschritte erzielt. {8.3.1, 8.4}

B. Wie wirkt sich die Erderhitzung in Österreich aus? Klimafolgen, Risiken und Anpassungsstrategien

Dieser Abschnitt zeigt die aktuellen und zukünftigen Auswirkungen sowie klimabedingte Risiken, einschließlich Veränderungen der Risikokomponenten Gefahr, Exposition und Vulnerabilität. Österreich erfährt eine zunehmende Erwärmung, wobei im Jahr 2024 die durchschnittliche Lufttemperatur um 3,1°C über dem vorindustriellen Niveau lag. Dies führt zu häufigeren und intensiveren Hitzewellen, einer Abnahme der Schneedecke und dem Rückgang von Gletschern. Zukünftige Klimaprojektionen weisen auf eine Zunahme der Risiken von Dürren, Überschwemmungen sowie auf den Verlust der Biodiversität hin. Diese Entwicklungen stellen Herausforderungen für Infrastruktur, Energiesysteme, Land- und Forstwirtschaft sowie den Tourismus dar. Um langfristige negative Folgen zu reduzieren, sind umfassende Risikoanalysen und die Umsetzung von Anpassungsstrategien entscheidend – unter Einbeziehung naturbasierter Lösungen, resilienter Infrastruktur und einer gestärkten Governance.

Ausprägung des anthropogenen Klimawandels

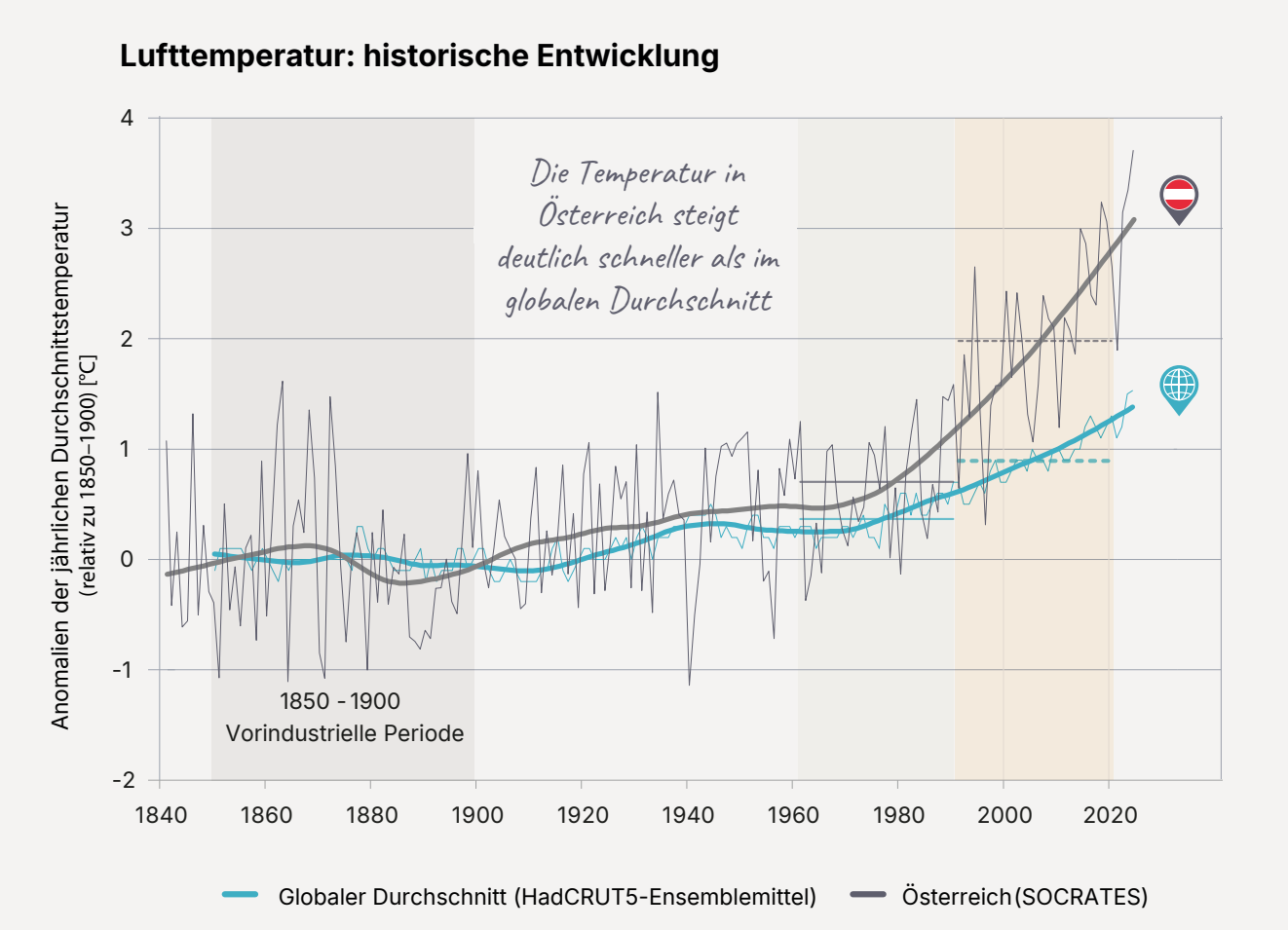


Abbildung SPM.2 | Anomalien der mittleren jährlichen Lufttemperatur vom vorindustriellen Niveau. Zeitreihen der Anomalien der jährlichen mittleren Lufttemperatur vom vorindustriellen Mittel für den globalen Mittelwert (Morice et al., 2021) und Österreich (Auer et al., 2007; Chimani et al., 2024) für den Zeitraum 1841–2024. Dicke Linien sind mit einem 42-jährigen LOESS-Filter geglättet. Horizontale Linien zeigen die Mittelwerte der 30-jährigen Klimanormalperioden (1961–1990, durchgezogen; 1991–2020, gestrichelt). Dünne Linien zeigen die einzelnen Jahreswerte. Hinweis: Die globalen Datensätze beginnen erst ab 1850.

B.1 In Österreich ist sowohl bei den mittleren als auch bei den extremen Temperaturen ein Anstieg nachweisbar. Besonders seit den 1980er Jahren hat sich diese Temperaturzunahme beschleunigt (*hohes Vertrauen*). Im Jahr 2024 lag die durchschnittliche jährliche Lufttemperatur 3,1°C über dem vorindustriellen Niveau (1850–1900). Seit den 1980er Jahren betrug die Erwärmung in Österreich und anderen Teilen Europas +0,5°C pro Jahrzehnt. {1.2.1, Abbildung SPM.2}

B.2 Temperaturextreme wie Hitzetage (Tageshöchsttemperatur ≥30°C) oder Tropennächte (Temperatur fällt nachts nicht unter 20°C) sowie der damit verbundene Hitzestress haben in den Monaten von April bis September (1991–2020 vs. 1961–1990) deutlich zugenommen. Dieser Anstieg ist in urbanen Räumen aufgrund des „Städtischen Wärmeinseleffekts" besonders stark ausgeprägt (*hohes Vertrauen*). In vielen österreichischen Städten treten Hitzewellen im Vergleich zur Klimaperiode 1961–1990 um 50 % häufiger auf und dauern um 1 bis 4 Tage länger (*hohes Vertrauen*). Die Anzahl von Hitzetagen in sehr heißen Jahren (mit einer statistischen Wiederkehrperiode von 10 Jahren) hat sich in Österreich im Durchschnitt verdreifacht im Vergleich der Klimanormalperioden 1961–1990 und 1991–2020. {1.2.1, 3.2.1, 3.2.3}

B.3. Alle verfügbaren Klimaprojektionen zeigen mindestens bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts einen weiteren Anstieg der globalen und regionalen Durchschnittstemperaturen. In Österreich wird dieser Anstieg stärker ausfallen als im globalen Durchschnitt, da sich Landoberflächen schneller als Ozeane aufheizen. Hitzeextreme werden sich verstärken und hohe Temperaturen werden häufiger auftreten (*hohes Vertrauen*). Selbst wenn die Ziele des Pariser Abkommens erreicht werden, mit einer Stabilisierung der globalen Erwärmung bei 2,0°C (GWL von 2,0°C), werden sehr heiße Jahre, die in der Vergangenheit einmal in 10 Jahren auftraten (Klimaperiode 1961–1990), künftig 4,3-mal in 10 Jahren auftreten. Bei Überschreiten eines globalen Erwärmungsniveaus von 4,0°C (GWL von 4,0°C) würden sich Extreme weiter verstärken und 8,1 sehr heiße Jahre in 10 Jahren auftreten und die Durchschnittstemperaturen während Hitzewellen um 6,6°C zunehmen. {1.1, 1.2.2, Abbildung SPM.3}

B.4 Mit fortschreitendem Klimawandel werden langanhaltende Trockenperioden und Dürren schwerwiegender (höhere Verdunstung infolge höherer Temperaturen) und an Intensität gewinnen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Langanhaltende Trockenperioden (3 Monate) im Sommerhalbjahr (April bis September), die mit landwirtschaftlichen und ökologischen Dürren verbunden sind, haben seit dem Referenzzeitraum 1961–1990 zugenommen. Bei einem globalen Erwärmungsniveau von 4,0°C wird sich der Schweregrad dieser Ereignisse in etwa verdoppeln (im Vergleich zum aktuellen Dürreindikator „Standardized Precipitation Evapotranspiration Index" (SPEI) von -0,58). {1.2.1, 1.2.2, Abbildung SPM.3}

B.5 Höhere Verdunstung und steigende Wasseroberflächentemperaturen von Seen in Österreich stehen in direktem Zusammenhang mit den beobachteten und zukünftigen Temperaturänderungen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*) und wirken sich auf die hydrologischen Bedingungen aus (*hohes Vertrauen*). Die durchschnittliche Verdunstung ist in den letzten 35 Jahren insgesamt um ca. 110 mm pro Jahr gestiegen (entspricht ~5 % Zunahme pro Jahrzehnt) und wird bei zunehmender Erwärmung weiter ansteigen (*hohes Vertrauen*). Eine erhöhte Verdunstung trägt wesentlich zu Niedrigwasserbedingungen in Flüssen und zu Schwankungen im Wasserstand des Neusiedler Sees bei (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Die Oberflächentemperatur ausgewählter Seen in Österreich ist parallel zu den steigenden Lufttemperaturen durchschnittlich zwischen 1,5°C (in den letzten 40 Jahren) und 2,5°C (in den letzten 15 Jahren) gestiegen (*hohes Vertrauen*). Es wird erwartet, dass die Wasseroberflächentemperatur von Seen in Zukunft weiter zunehmen wird. Höhere Wassertemperaturen erhöhen den Stoffkreislauf in Seen, was zu einer höheren Respiration führt und dadurch bedingt zu höheren Emissionen von Treibhausgasen wie CO_2 und möglicherweise auch Lachgas (N_2O) und Methan (CH_4) (*hohes Vertrauen*). {1.4.1, 1.4.2}

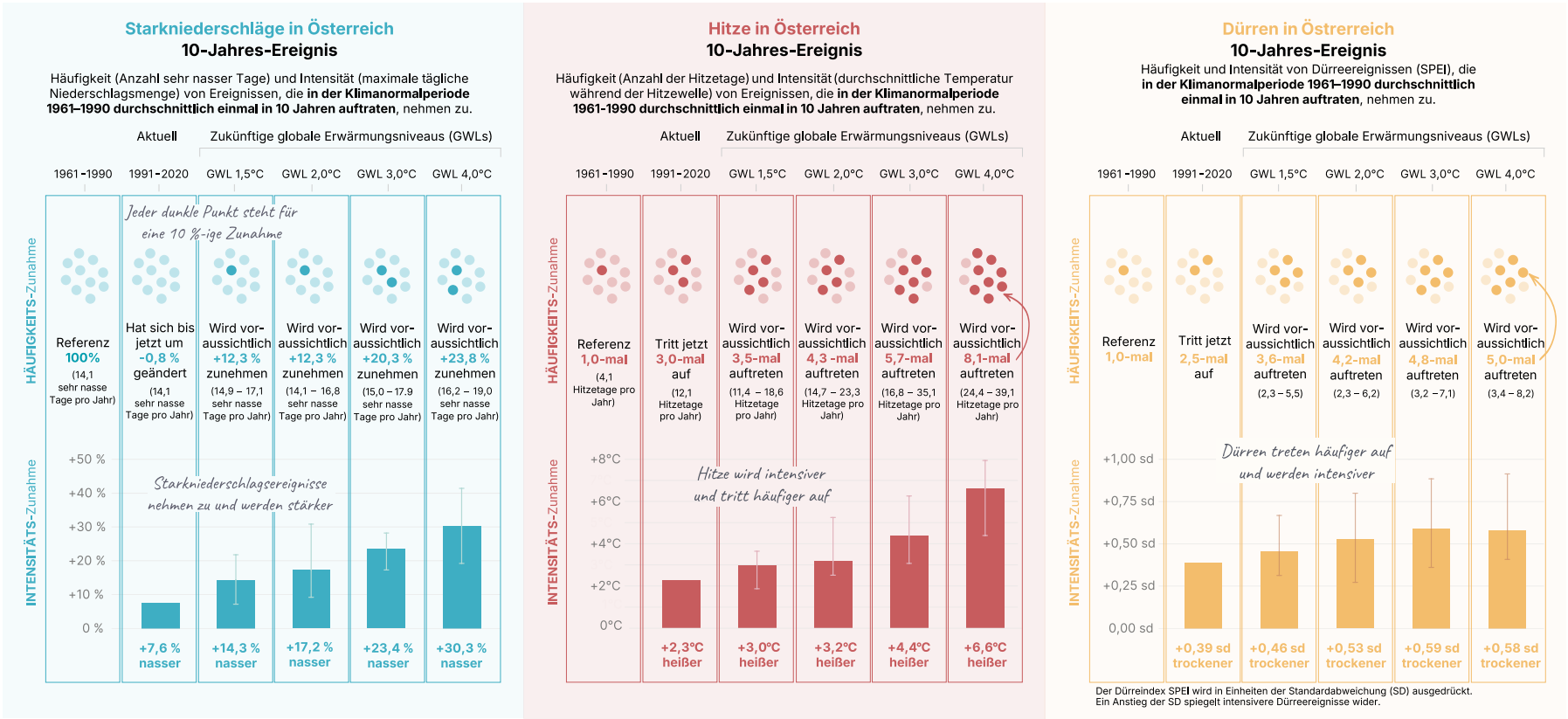


Abbildung SPM.3 | Aktuelle Ausprägung und künftige Veränderung in der Häufigkeit und Intensität von Niederschlags- und Hitzeextremen sowie Dürren in Österreich. Die Extremereignisse sind als 10-jährliche Ereignisse definiert. Die projizierten Veränderungen sind für globale Erwärmungsniveaus (GWLs) von 1,5°C, 2,0°C, 3,0°C and 4,0°C (Becsi and Formayer, 2024) dargestellt und als Veränderung relativ zur Klimanormalperiode 1961–1990 für Österreich berechnet. Die Häufigkeit von Starkniederschlägen ist definiert als die jährliche Anzahl von Tagen mit mehr als 20 mm Tagesniederschlag. Die Intensität von Starkniederschlägen ist definiert als der jährliche maximale Tagesniederschlag. Die Häufigkeit von Hitzeextremen ist definiert als die jährliche Anzahl an Tagen mit ≥30°C Tageshöchsttemperatur. Die Intensität von Hitzeextremen ist definiert als das klimatologische Mittel des jährlichen Höchstwerts der mittleren gleitenden 5-tägigen Tageshöchsttemperatur. Die Häufigkeit von Dürren ist definiert als mittlere Anzahl an Jahren, in denen ein festgelegter Schwellwert des Trockenheitsindex SPEI (Standardized Precipitation Evaporation Index) während des Sommerhalbjahres (April bis September) in den jeweiligen Perioden unterschritten wird. Dieser Schwellwert ist das 10-jährliche Ereignis des trockensten Sommermonats in der jeweiligen Region während der Referenzperiode. Die Intensität der Dürren wird durch die Änderung des SPEI Wertes eines 10-jährlichen Ereignisses in den jeweiligen Vergleichsperioden relativ zur Referenzperiode bewertet. Hinweis: Die Basis der Trockenheitsbewertung ist der SPEI, welcher sowohl die Niederschlags- als auch die Verdunstungsverhältnisse berücksichtigt. Der SPEI ist standardisiert und kann dadurch über verschiedene Klimazonen und Zeitperioden verglichen werden. Die Berechnungen für die Beobachtungszeiträume basieren auf GeoSphere Austria (2020), jene für die Projektionen auf den österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15, Chimani et al., 2016).

B.6 Die beobachteten und zukünftigen Temperaturänderungen in Österreich haben weitreichende Folgen auf schneebezogene klimatologische Variablen (Schneefall, Schneebedeckung, Schneeschmelze oder Schneehöhe) und die kryosphärischen Eigenschaften im Hochgebirge (Gletscher oder Permafrost) (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Die Dauer der Schneebedeckung hängt stark von der Höhenlage ab und reicht von ~40 Tagen pro Jahr in den Niederungen bis hin zu über 200 Tagen in Lagen über 2000 m Seehöhe. Die Dauer der Schneebedeckung hat in Österreich in allen Höhenlagen im Vergleich zum Zeitraum 1961–1990 um 5 bis 10 Tage pro Jahrzehnt abgenommen. Sie wird sich durchschnittlich bis 2050 um mindestens 5 Tage pro Jahrzehnt weiter verkürzen (*hohes Vertrauen*), und bei einem globalen Erwärmungsniveau von 4,0°C wird die Abnahme 60–80 Tage betragen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). {1.3.1, 7.4.1}

B.7 Alle Gletscher in Österreich haben in den letzten Jahren an Masse verloren und schrumpfen immer schneller (*hohes Vertrauen*). Viele Gletscher werden in den nächsten paar Jahrzehnten abschmelzen und alle österreichischen Gletscher werden noch vor Ende des Jahrhunderts verschwunden sein (*mittleres Vertrauen*). Die Permafrosttemperatur hat seit 2016 in einer Tiefe von 3 Metern um +0.1°C pro Jahr zugenommen und ein weiterer Temperaturanstieg wird zu einem weitverbreiteten Abtauen von Permafrost führen (*geringes Vertrauen*). {1.2.1, 7.4.1}

B.8 Die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf den Niederschlag in Österreich unterscheiden sich regional sowie saisonal und auch nach Aggregationsebene (d. h. saisonale oder jährliche Summenwerte) und einzelnen Niederschlagsereignissen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Das saisonale Niederschlagsmittel in Österreich nimmt laut Projektionen im Winter zu (*hohes Vertrauen*) und im Sommer ab (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Das tägliche Niederschlagsmaximum (10-jährliches Ereignis) wird im Vergleich zum aktuellen Klima um 10 % bei einem globalen Erwärmungsniveau von 2,0°C und bis zu 23 % bei einem globalen Erwärmungsniveau von 4,0°C steigen (*mittleres Vertrauen*). {1.2.2, 1.4, Abbildung SPM.3}

B.9 Es besteht ein West-Ost-Gradient, bei dem die Grundwasseranreicherung im westlichen Teil Österreichs verglichen mit dem östlichen bzw. südöstlichen Teil generell höherer ist (*hohes Vertrauen*). Saisonale Veränderungen bei der Grundwasseranreicherung werden in Zukunft erwartet, wobei das Ausmaß stark vom jeweiligen Szenario abhängt (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Die verfügbaren Grundwasserressourcen können bis zum Jahr 2050 um bis zu 23 %, regional sogar um bis zu 30 %, sinken (*mittleres Vertrauen*). {1.4.3}

B.10 Flusshochwasser und Überschwemmungen durch Starkregen (Sturzfluten) haben in Teilen der österreichischen Einzugsgebiete zugenommen (*mittleres Vertrauen*). Bei Flusshochwasser ist dieser Trend in kleineren Einzugsgebieten ausgeprägter als in größeren. Eine eindeutige saisonale Verschiebung von Winter- und Frühjahrshochwasser zu Sommerhochwasser ist nachweisbar, sodass der Sommer jetzt die vorherrschende Hochwassersaison im Osten von Österreich ist {1.4.1}. Andererseits verschiebt sich in Gebirgsregionen das Auftreten von Hochwasserereignissen, die durch starke Frühjahrsschneeschmelzen verursacht werden, zunehmend in den Winter (*hohes Vertrauen*). {7.4.1}

B.11 Klimaprojektionen weisen auf eine mögliche Zunahme von Hochwasserereignissen in Österreich hin, dies betrifft vor allem Sommerhochwasser in kleinen Einzugsgebieten infolge extremer Niederschläge (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Klimaszenarien deuten auf eine merkbare Verschiebung von saisonalen Hochwassermustern hin, wobei sich Sommerhochwasser infolge intensiverer und lokal auftretender Extremniederschläge vor allem in den Alpen und kleineren Einzugsgebieten häufen werden. Diese Verschiebung geht mit einem Rückgang der Frühjahrshochwasser einher, was primär mit einem geringeren Schmelzwasserabfluss verbunden ist. Trotz dieser Veränderungen bleibt die natürliche Variabilität hinsichtlich des Ausmaßes und der Häufigkeit dominant, was bedeutet, dass der anthropogene Klimawandel in naher Zukunft kaum die bestehende Variabilität übersteigen wird. {1.4.1, 7.4.1}

B.12 Der Klimawandel verändert die Artenzusammensetzung von Ökosystemen, weil sich Verbreitungsgebiete von Arten in höhere Lagen verschieben, kälteangepasste Arten durch wärmeangepasste Arten ersetzt werden und sich die Auswirkungen anderer Stressfaktoren (wie z. B. Intensivierung der Landwirtschaft) in sensiblen Ökosystemen wie Feuchtgebieten, Grünland und Wäldern verstärken (*hohes Vertrauen*). Diese Veränderungen führen trotz des relativ stabilen Artenreichtums in den letzten Jahrzehnten zu einem Wechsel in der Artenzusammensetzung, wobei sich ein genereller Trend in Richtung Homogenisierung abzeichnet, wo spezialisierte Arten durch generalistische Arten ersetzt werden. Neobiota, die in wärmeren Klimazonen beheimatet sind, und manche land- und forstwirtschaftliche Schädlinge können hingegen möglicherweise davon profitieren. In Wäldern hat die Schadholzmenge wegen Borkenkäferbefalls zugenommen. Holzentnahmen aufgrund großer Schäden durch Stürme oder Borkenkäfer gepaart mit geringem Wachstum übersteigen teils den Zuwachs. {1.6.1, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4}

Auswirkungen und Schlüsselrisiken

B.13 Beobachtete Verluste und Schäden im Zusammenhang mit dem Klimawandel und extremen Wetterereignissen belaufen sich in Österreich derzeit auf durchschnittlich EUR_{2019} 2 Milliarden pro Jahr und werden laut Projektionen bis 2030 auf EUR_{2019} 2,5–5,2 Milliarden und bis 2050 auf EUR_{2019} 4,3–10,8 Milliarden ansteigen (Schätzung aus 2020) (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Österreich ist bereits von klimabedingten Verlusten und Schäden betroffen. Der fortschreitende Klimawandel und mit ihm verbundene sozioökonomische Entwicklungen werden diese Auswirkungen noch verstärken. Quantitative Belege aus österreichischen Studien sind begrenzt, weswegen eine standardisierte Dokumentation von Verlusten und Schäden sowie weitere Forschungsarbeiten für belastbare Aussagen erforderlich sind. {6.7.2}

Methoden-Box 1: Risiko

Im AAR2 bildet „Risiko" einen grundlegenden Rahmen für die wissenschaftliche Bewertung der Folgen des Klimawandels in Österreich. Laut IPCC-Rahmenwerk entsteht **Risiko – definiert als nachteilige Auswirkungen/möglicher Schaden in der Zukunft** – aus den Wechselwirkungen zwischen klimabedingten Gefahren und deren Eintrittswahrscheinlichkeit, der Exposition von gefährdeten Elementen im Laufe der Zeit und der Vulnerabilität des betroffenen Systems (siehe Abbildung SPM.4). Der AAR2 bewertet Risiken, indem Veränderungen der Gefahr, Exposition und Vulnerabilität analysiert werden, unter Berücksichtigung ihrer Unsicherheiten und Variabilität. Dynamische Wechselwirkungen zwischen diesen Komponenten beeinflussen das Gesamtrisiko im Laufe der Zeit. Diese Risiken werden dann nach **Schweregrad und Dringlichkeit zur Identifizierung von Schlüsselrisiken** bewertet. Schlüsselrisiken entwickeln sich gravierender aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels und der damit zusammenhängenden Veränderungen bei Gefahren, Exposition beziehungsweise Vulnerabilitäten (z. B. Ausmaß und Wahrscheinlichkeit negativer Auswirkungen: Ausmaß der Verbreitung der Auswirkungen, Grad der Veränderung, Unumkehrbarkeit der Auswirkungen, Potenzial für Erreichung von Schwellenwerten hinsichtlich Auswirkungen oder Kipppunkten, Potenzial für Kaskadeneffekte über die Systemgrenzen hinaus) oder aufgrund von Änderungen durch Anpassungsmaßnahmen. **Die Anpassung und das Risikomanagement sind von zentraler Bedeutung, stoßen jedoch an Grenzen** – entweder weiche Grenzen (Optionen zur Vermeidung untragbarer Risiken durch Anpassungsmaßnahmen sind aus sozioökonomischen oder kulturellen Gründen derzeit nicht verfügbar) oder harte Grenzen (es sind keine Anpassungsmaßnahmen zur Vermeidung untragbarer Risiken möglich), welche sich auf Verluste und Schäden auswirken. Die Schlüsselrisiken müssen im Hinblick auf Maßnahmen auf der Grundlage der gesellschaftlichen Risikotoleranz und der Anpassungsgrenzen priorisiert werden. {Abbildung SPM.4}

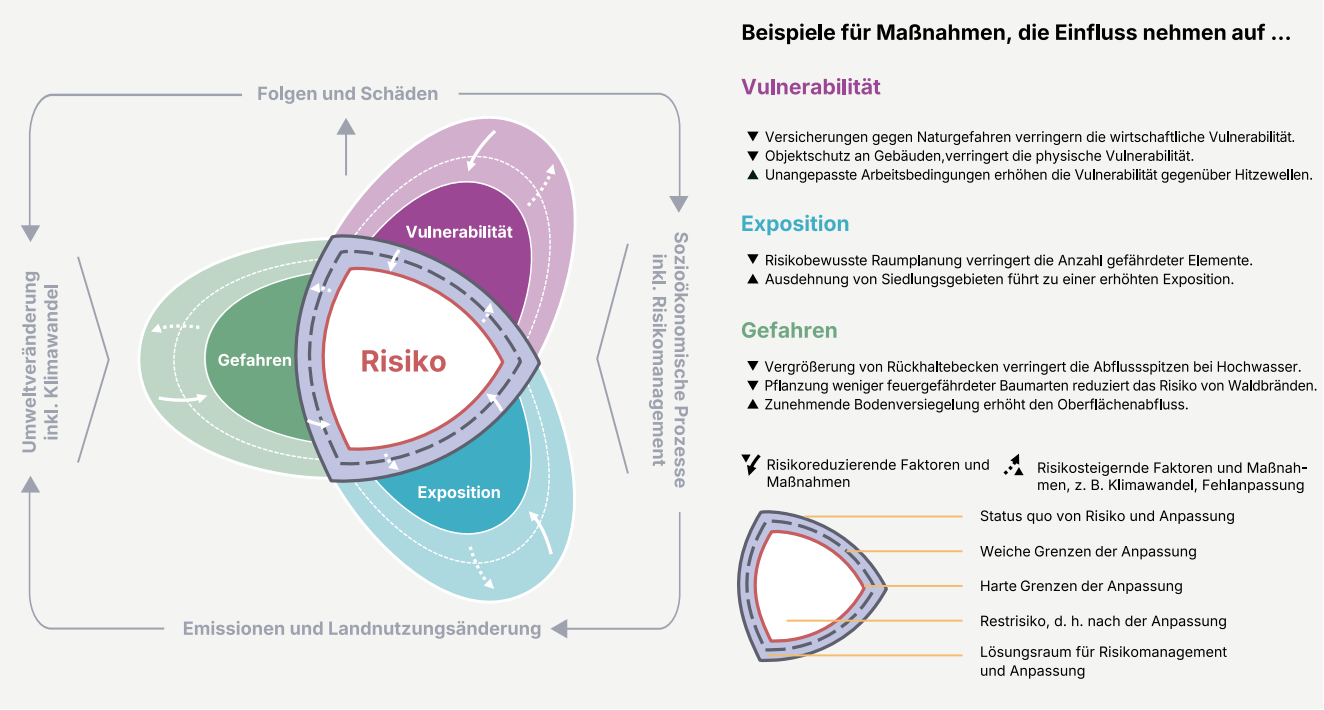


Abbildung SPM.4 | Komponenten des Risikos und verwandte Begriffe (siehe Definition in SPM Methoden-Box 1, Cross-Chapter Box 1 Abbildung 1). Diese Abbildung wurde auf der Grundlage der ursprünglichen IPCC-Risiko-Abbildung (Garschagen et al., 2019) erstellt und wurde für den AAR2 geringfügig angepasst (Fuchs et al., 2024). Die weißen Pfeile stellen die Wirkung von Maßnahmen auf die Komponenten Gefahr, Exposition und Vulnerabilität dar, welche das Risiko im Laufe der Zeit beeinflussen (erhöhen, verringern). Die rote Linie in der Mitte stellt die harten Anpassungsgrenzen dar, während die äußere durchgezogene dunkelgraue Linie den Status quo des Risikos veranschaulicht. Die gestrichelte dunkelgraue Linie stellt die weichen Anpassungsgrenzen dar. Der Bereich zwischen roter und blauer Linie (fliederfarbener Bereich) ist folglich der Lösungsraum. Das verbleibende Restrisiko ist der innere Kern der Risiko-Abbildung (weiß), der durch die rote Linie abgegrenzt ist. Anschauliche Beispiele von Risikomanagementmaßnahmen in Bezug auf jede der drei Risikokomponenten sind angeführt.

Methoden-Box 2: Burning Embers

Das Tool namens Burning Embers veranschaulicht Klimarisiken und wird verwendet, um Gründe zur Besorgnis (*Reasons For Concern*) darzustellen, indem klimabedingte Auswirkungen und Risiken für verschiedene Systeme und Sektoren zusammengefasst werden. Burning-Embers-Diagramme verwenden Farbverläufe, um Veränderungen des bewerteten Risikoniveaus in Bezug auf Sektoren und Ökosysteme in Abhängigkeit der globalen Erwärmungsniveaus (GWLs) darzustellen, ohne jedoch Veränderungen in der Exposition und Vulnerabilität zu berücksichtigen, siehe Abbildung SPM.5. Beim aktuellen globalen Erwärmungsniveau von 1,4°C, was einer mittleren Temperaturänderung von 3,1°C in Österreich entspricht, wurden bereits moderate Risikoniveaus nachgewiesen und anhand einer Reihe von Schlüsselrisiken dem Klimawandel zugeordnet, unter anderem hitzebedingte Sterblichkeit, Ernteverluste in der Landwirtschaft aufgrund von Dürre, Störungen der Ökosysteme (wie Änderungen bei der Artenanzahl und -zusammensetzung, Ökosystemfunktionen oder Verlagerung des Verbreitungsgebietes) und Verluste und Schäden aufgrund von Flusshochwasser, Wildbachereignissen sowie Überschwemmungen nach Starkregen. In Bezug auf Grünlanderträge, Wasserknappheit und den Skitourismus wurden in manchen Regionen moderate Risikoniveaus beobachtet (Dürrerisiko und Wasserknappheit in manchen Regionen und manchen Jahren; Skitourismus in niedrigeren Höhenlagen). Laut Projektionen werden sich diese Risiken verstärken und auf weitere Regionen und höhere Lagen ausweiten. Die meisten Schlüsselrisiken weisen ein hohes Risikoniveau um ein globales Erwärmungsniveau von 3,0°C auf, was auf die größere Ausdehnung der vom Risiko betroffenen Gebiete, die Fortdauer der Auswirkungen und die Schwere der Auswirkungen zurückzuführen ist. Für einige Schlüsselrisiken wie die Sterblichkeit, Ernteerträge aus Land- und Forstwirtschaft, Ökosysteme, Wasserversorgung und den Skitourismus können bei den derzeitigen Anpassungsmaßnahmen sehr hohe Risiken nicht ausgeschlossen werden.

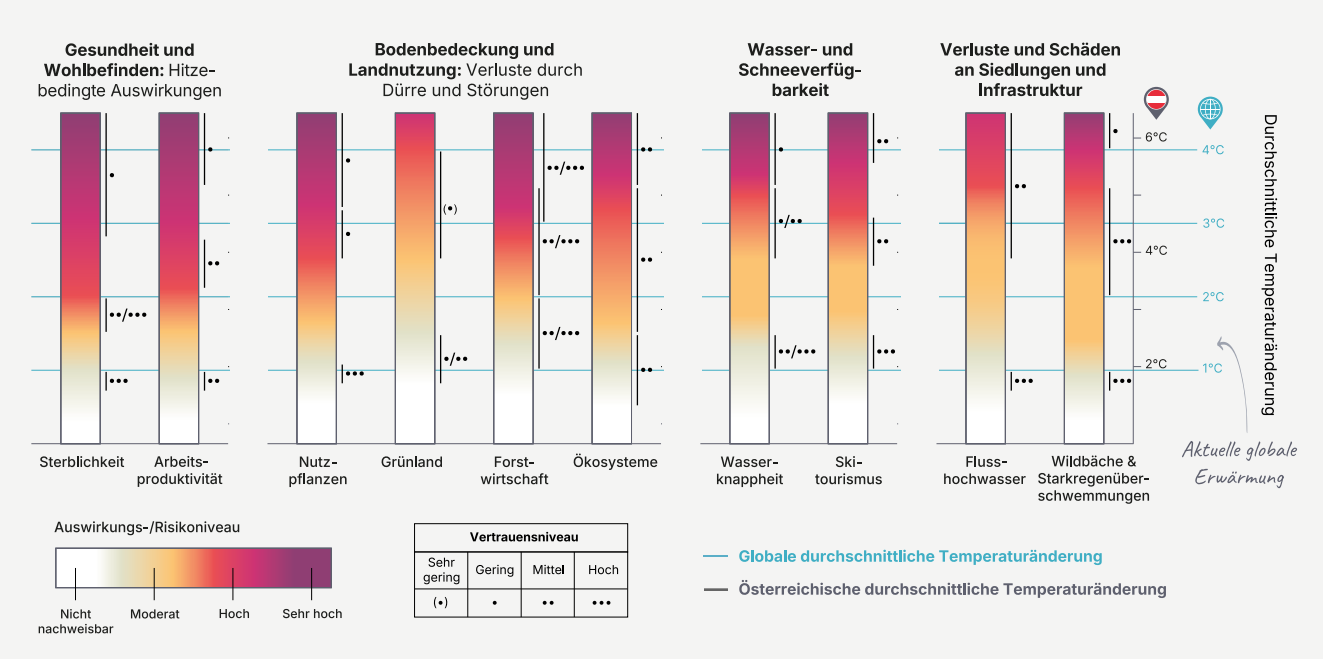


Abbildung SPM.5 | Burning-Embers-Diagramm zu ausgewählten Schlüsselrisiken für Österreich, nach gefährdeten Sektoren bzw. Systemen gruppiert (siehe Cross-Chapter Box 1 Abbildung 3). Die Diagramme zeigen die Veränderung der Folgen- und Risikoniveaus für eine globale Erwärmung von 0–4,5°C globaler Lufttemperatur gegenüber dem vorindustriellen Zeitraum (1850–1900). Die globale Erwärmung wird auch in eine mittlere Temperaturänderung für Österreich umgerechnet. Für alle dargestellten Schlüsselrisiken werden Vertrauensniveaus angegeben, um darauf hinzuweisen, dass der Risikoübergang in manchen Regionen oder Höhenlagen bei einem niedrigeren globalen Erwärmungsniveau (GWL) und in anderen bei einem höheren globalen Erwärmungsniveau liegt. Vertrauensniveau: Hoch (•••), mittel (••), gering (•), sehr gering ((•)). Die Methode basiert auf O'Neill et al. (2022, Seite 2481ff).

B.14 Unter den aktuellen klimatischen Bedingungen wurden in Österreich bereits moderate klimabedingte Risiken beobachtet, welche sich laut Projektionen in Regionen mit steigenden Temperaturen verstärken und ausweiten werden (*hohes Vertrauen*). Das Burning-Embers-Diagramm (siehe SPM Methoden-Box 2; Abbildung SPM.5) zeigt zunehmende Risikoschweregrade für menschliche und ökologische Systeme entsprechend der globalen Erwärmungsniveaus, wobei die meisten Schlüsselrisiken um ein globales Erwärmungsniveau von 3,0°C hohe Werte erreichen. Ohne eine verstärkte Anpassung werden sehr hohe Risiken, wie beispielsweise jene in Bezug auf Sterblichkeit, Ökosysteme und die Wasserversorgung, unter Umständen unvermeidbar. Es ist mit sehr hohen Risiken in Bezug auf Ernteerträge aus Land- und Forstwirtschaft sowie den Skitourismus zu rechnen. Die Zunahme der Risiken verdeutlicht, dass sowohl Emissionsreduktion als auch Maßnahmen zur Anpassung dringend erforderlich sind. {Cross-Chapter Box 2, Abbildung SPM.5}

B.15 Steigende Temperaturen führen zu erhöhten Gesundheitsrisiken, insbesondere im städtischen Raum, und zu geringerer Arbeitsproduktivität (*hohes Vertrauen*). Die Zunahme von Hitzewellen und Tropennächten in Österreich, insbesondere im städtischen Raum, stellt ein erhebliches Gesundheitsrisiko dar, weil die Erkrankungshäufigkeit und Sterblichkeit hitzebedingt steigen und die Lebensqualität sowie die Arbeitsproduktivität dadurch beeinträchtigt werden. Zu den vulnerablen Gruppen gehören Menschen, die im Freien arbeiten, ältere Menschen und jene mit niedrigem sozioökonomischem Status. Demografische Entwicklungen überlagern und verstärken die Erwärmungseffekte lokal. Zu den Anpassungsmaßnahmen in Reaktion auf diese zunehmende Hitzebelastung gehören die Schaffung von mehr Grünflächen, die Verbesserung der Gebäudequalität und die Anpassung der Arbeitszeiten. Weiche Grenzen der Anpassung werden möglicherweise für einkommensschwache Bevölkerungsgruppen erreicht. {3.2, 4.4.3, Cross-Chapter Box 2, Abbildung SPM.6}

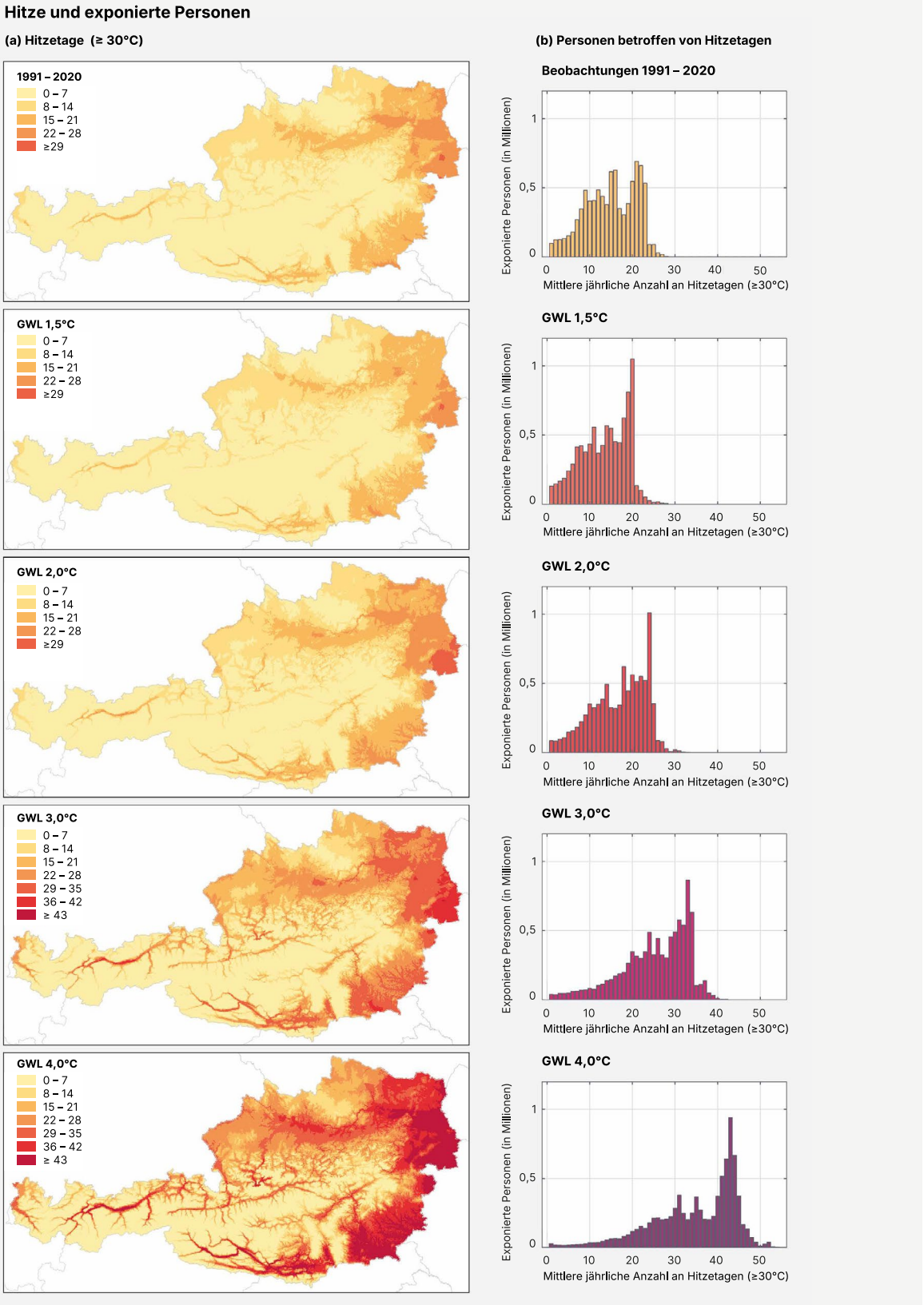


Abbildung SPM.6 | Hitze und exponierte Personen: (a) Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen (≥30°C) in Österreich für das aktuelle (1991–2020) Klima und Zukunftsprojektionen folgend für verschiedene globale Erwärmungsniveaus (GWLs) (Becsi and Formayer, 2024; Chimani et al., 2016; GeoSphere Austria, 2020), (b) Anteil der Bevölkerung, der durch Hitzetage im aktuellen und künftigen Klima betroffen ist, basierend auf der Bevölkerungsentwicklung für 2050 unter SSP 2 (Gemeinsam Genutzter Sozioökonomischer Pfad (Shared Socioeconomic Pathway, SSP)) (Riahi et al., 2017; Wang et al., 2022; Daten für Österreich aus Marbler, 2024).

B.16 Das Dürrerisiko wird in Österreich steigen (*hohes Vertrauen*). Die Zunahme von Evapotranspiration und Niederschlagsvariabilität erhöhen das Dürrerisiko, was sich auf die landwirtschaftliche Produktion und sensible Ökosysteme in Österreich, insbesondere im Osten, auswirken wird. Dies führt zu einem erhöhten Bewässerungsbedarf und möglicherweise zu einer Beeinträchtigung von Ökosystemen und der Wasserversorgung (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Haushalte und Betriebe werden häufiger mit Wasserknappheit konfrontiert sein. Zu den Anpassungsoptionen gehören trockenheitstolerante Nutzpflanzen, nachhaltige Bodenbewirtschaftung und angepasste Wasserversorgungsnetze. {1.2.2, 1.6, 1.8, 2.2.1, Abbildung SPM.3}

B.17 Das Risiko von Überschwemmungen nach Starkregen und Flusshochwasser wird in Österreich steigen (*mittleres Vertrauen*). Überschwemmungen nach Starkregen und Flusshochwasser werden in Österreich häufiger und intensiver werden, was zu Schäden an Gebäuden und größeren wirtschaftlichen Verlusten, insbesondere in Gebieten mit großflächiger Bodenversiegelung, führen wird. Überschwemmungen wirken sich auf die Verkehrsinfrastruktur und die Erreichbarkeit von Gemeinden aus, wobei der Vulnerabilitätsgrad variiert. Die Tatsache, dass keine Versicherungspflicht für Gebäude besteht, verstärkt die wirtschaftliche Vulnerabilität. Zu den wirksamen Anpassungsoptionen gehören bessere Raumplanung, Entwässerungs- und Kanalsysteme und Monitoring. {1.4, 1.8, 3.2.3, 3.4.5, 7.4.1}

B.18 Das Risiko von Überschwemmungen oder Vermurungen durch Wildbäche wird in Tälern steigen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). In der österreichischen Alpenregion werden Wildbachereignisse aufgrund intensiverer Niederschläge und höherer Sedimentverfügbarkeit durch den Rückzug von Gletschern und Permafrost sowie stärkerer Verwitterung zunehmen. Dies wird zu größeren wirtschaftlichen Verlusten führen, die Verkehrsinfrastruktur beeinflussen und die Erreichbarkeit von Gemeinden beeinträchtigen. Zu den Anpassungsmaßnahmen gehören strengere Landnutzungsvorschriften, verpflichtende Gebäudeversicherungen und gebündelte Präventionsfonds für den Schutz auf lokaler Ebene. {1.4, 1.8, 3.4.4, 7.4.1}

B.19 Das Wald- und Flurbrandrisiko wird in Österreich steigen (*hohes Vertrauen*). Durch den Klimawandel werden Hitzewellen zunehmen und Niederschlagsmuster sich verändern, weshalb das Risiko von Wald- und Flurbränden in Österreich steigen wird. Dies wird zu lokalen wirtschaftlichen Verlusten führen und die Infrastruktur beeinträchtigen, insbesondere in expandierenden Siedlungen und am Übergangsbereich von Waldrand und Freiland zum Siedlungsraum (*Wildland-Urban Interface*). Zu den Anpassungsmaßnahmen gehören die Verwendung von weniger feueranfälligen Baumarten, die Verbesserung der organisatorischen Katastrophenvorsorge und die Aufklärung der Öffentlichkeit, da 85 % der Waldbrände durch menschliche Aktivitäten verursacht werden. {1.7, 2.2.2, 7.4.1}

B.20 Es besteht ein Risiko für den Verlust der biologischen Vielfalt und der damit verbundenen Ökosystemleistungen (*hohes Vertrauen*). In Verbindung mit anthropogenen Stressfaktoren wie Landnutzungsänderungen werden sensible Ökosysteme, wie Feuchtgebiete, wichtige Ökosystemfunktionen und -leistungen, z. B. die Speicherung von Kohlenstoff, verlieren. Die wärmeren Bedingungen bewirken zum einem eine Höhenverlagerung vieler Arten in den Alpen, zum anderem eine Verkleinerung der kalten Lebensräume oberhalb der Baumgrenze, was zu einem Verlust der Biodiversität in den Alpen führt. Wärmeliebende Arten verdrängen endemische kälteangepasste Arten oberhalb von 2.600 Metern Seehöhe. Wälder werden unter einer eingeschränkten Wasserversorgung und verstärkten Störungsregimen leiden, wodurch die Baumvitalität geschwächt wird, Störungsregime zunehmen (z. B. Anfälligkeit für Borkenkäfer) und ihre Ökosystemleistungen und Schutzfunktion abnehmen. Die weitverbreiteten, irreversiblen Folgen, einschließlich Verlust der genetischen Vielfalt und Artensterben, erfordern mehr Sensibilisierung der Öffentlichkeit und Bemühungen zum Naturschutz, um den Druck durch menschlichen Landnutzung zu mindern. {1.6.1, 1.6.2, 1.6.4, 2.2.1, 2.2.2, 7.4.1}

B.21 Es besteht das Risiko für eine abnehmende Quantität und Qualität von Schutzwäldern (*hohes Vertrauen*). Steigende Temperaturen und ausgeprägte Dürreperioden werden zu Veränderungen in der Baumarten- und Waldzusammensetzung führen, wodurch die Schutzwirkung der Wälder unterhalb von 1.000 Metern Seehöhe abnimmt. Natürliche Störungen wie Wind, Feuer und Schädlinge werden die Schutzwirkung weiter verringern, insbesondere in Monokulturen. Dies erhöht die Häufigkeit und Intensität von Naturgefahren (Lawinen sowie Muren) und gefährdet Siedlungen und Infrastruktur in Tal-

lagen. Anpassungsmaßnahmen umfassen die Erhaltung artenreicher und vielschichtiger Wälder mit ausreichendem Baumkronendach und Naturverjüngung. Totholz kann dazu beitragen, den Schutz nach einer Störung aufrechtzuerhalten. {1.6.2, 2.2.2, 7.4.2}

B.22 Der Klimawandel bedroht den Umfang und die Qualität von Ökosystemleistungen (*mittleres Vertrauen*). Neben den Versorgungs- und Regulierungsdienstleistungen in der Land- und Forstwirtschaft sind auch kulturelle Ökosystemleistungen betroffen. Dazu gehören Auswirkungen auf bestimmte Freizeitaktivitäten durch geringeren Schneefall, vermehrten Steinschlag und verminderte Wasserqualität. Jedoch schaffen wärmere Temperaturen auch Möglichkeiten für Badeaktivitäten und den Sommertourismus, um zwei Beispiele zu nennen. {2.2.2, 2.2.3}

B.23 Die Gesundheit der Menschen ist in hohem Maße auf funktionierende Bereitstellungssysteme angewiesen, zu denen globale Lieferketten, die lokale Infrastruktur und viele Ökosystemleistungen gehören. Diese werden durch den fortschreitenden Klimawandel bedroht (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Sowohl langfristige Veränderungen als auch akute Extremereignisse können langanhaltende negative Konsequenzen für die körperliche und mentale Gesundheit sowie für das soziale Wohlergehen haben. Durch den Klimawandel erzeugte Belastungen in anderen Teilen der Welt könnten auch die Gesundheit und das Gesundheitswesen in Österreich beeinträchtigen. Chronische Auswirkungen, insbesondere auf die mentale Gesundheit, infolge von Extremereignissen und Klimawandel, sind international dokumentiert, jedoch in Österreich bislang unzureichend erforscht. Das Zusammenspiel von Ökosystemen und menschlicher Gesundheit sowie Tiergesundheit ist ein wesentlicher Aspekt von One Health. {2.2, 2.3, Chapter Box 2.1, Cross-Chapter Box 3}

B.24 Klimabedingte Auswirkungen stellen ein Risiko für die Energieinfrastruktur dar und schränken die Energiesicherheit in Österreich ein (*hohes Vertrauen*). Die zunehmende Elektrifizierung impliziert eine noch stärkere Abhängigkeit vom Energieversorgungsnetz, das durch klimabedingte Extremereignisse einem erhöhten Risiko ausgesetzt ist. Mögliche Auswirkungen sind Schäden an der Energieerzeugungs- und Übertragungsinfrastruktur sowie Störungen in der Versorgung von Haushalten, der Industrie und der Infrastruktur. Zu den Anpassungsmaßnahmen gehören resilient gestaltete Infrastrukturen, diversifizierte Energiequellen, verbesserte Vernetzung europäischer Energiesysteme, geringerer Energieverbrauch, dezentrale Energielösungen und klimaangepasste Netzplanung, um kaskadenartige Störungen abzufedern. {4.5.2}

B.25 Kombinierte Wetterereignisse erhöhen das Risiko von Stromengpässen (*hohes Vertrauen*). Wetterereignisse wie europaweite Kältewellen und eine damit verbundene geringe Wasserführung von Flüssen im Winter könnten das auf erneuerbare Energien ausgerichtete Stromsystem Österreichs belasten und Stromengpässe hervorrufen. Schwankungen bei Angebot und Nachfrage können das Stromnetz destabilisieren, wobei der steigende Kühlbedarf im Sommer die Situation noch verschärft. Zu den Anpassungen gehören die Verbesserung bei der Vernetzung europäischer Energiesysteme, die Senkung der Energienachfrage, die Diversifizierung von Energiequellen und die Erhöhung von Reservekapazitäten, um wirtschaftliche Verluste abzufedern und die Netzstabilität aufrechtzuerhalten. {4.5.2}

B.26 Der Klimawandel führt zu Wettbewerbsnachteilen im österreichischen Tourismussektor, insbesondere bei Schnee- und Eissportarten (*hohes Vertrauen*). Eine Abnahme der Schneefälle und der Schneedecke in tieferen Lagen durch höhere Temperaturen gefährdet die Wettbewerbsfähigkeit des Schnee- und Eistourismus in Österreich. Die natürliche Schneesaison verkürzt sich zusehends, was sich auf Wintersportorte wirtschaftlich negativ auswirkt. Zu den Anpassungsoptionen gehört die Diversifizierung des Tourismusangebots, um weniger von schneebedingten Aktivitäten abhängig zu sein. {1.3, 4.3.3, 4.3.4, 7.4.2}

B.27 Wirksame Katastrophen- und Krisenmanagementpläne und weitere Maßnahmen reduzieren klimabedingte Risiken als auch deren Auswirkungen – gleichsam können diese verstärkt werden, wenn die Koordination und Kommunikation zwischen Institutionen und der Öffentlichkeit versagen (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Bewältigung von Engpässen in der Energieversorgung, Ressourcenknappheit und extremen Wetter- und Gefahrenereignissen ist entscheidend, um Auswirkungen abzufedern. Kommunikations- und Compliance-Strategien, die das Verhalten Einzelner berücksichtigen

– wie voreingestellte Notfallbenachrichtigungen oder Unterstützung durch gesellschaftliche Vorbilder – erhöhen die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen (*hohes Vertrauen*). Die Integration in bestehende Risikomanagementstrukturen, einschließlich Schulungen zur Reaktion auf Klimawandelfolgen, verbessert die Vorsorge. {Chapter Box 5.1}

Anpassungsmaßnahmen und Herausforderungen

B.28 Es bedarf umfassender und koordinierter Anpassungsmaßnahmen, um Österreichs Wirtschaft, Infrastruktur und Gesellschaft vor den steigenden klimabedingten Auswirkungen in den kommenden Jahrzehnten zu schützen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Für eine Anpassung sind sowohl sektorspezifische als auch sektorübergreifende Maßnahmen notwendig, um eine langfristige Resilienz zu schaffen. Bei höherer Erwärmung können lokale Anpassungsgrenzen auftreten (*geringes Vertrauen*). Die Integration von Anpassungsmaßnahmen in sektorale Strategien und Planungen ist wesentlich, um Resilienz zu gewährleisten und Fehlanpassungen zu vermeiden (*hohes Vertrauen*). Die Einbindung klimabezogener Risikobetrachtungen in Strategien für das Gesundheitswesen, den Verkehr, die Stadtplanung, den Tourismus, die Energiesysteme, die Forst- und Landwirtschaft sowie das Wassermanagement ist entscheidend, um Vulnerabilitäten zu verringern und die Anpassungsfähigkeit in allen Sektoren zu stärken. {2.3, 3.2.3, 3.4.4, 7.5.4, 8.5.5}

B.29 Mit zunehmenden klimabedingten Auswirkungen werden inkrementelle Anpassungen nicht mehr länger ausreichen und bei höherer Erwärmung werden wahrscheinlich Anpassungsgrenzen erreicht, was gesellschaftliche Ziele und kritische Ökosysteme gefährdet (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Selbst bei sofortigen und großen Anstrengungen für den Klimaschutz wird der Anpassungsbedarf aufgrund der immer stärkeren Auswirkungen des Klimawandels kurz- bis mittelfristig weiter steigen. Beim Überschreiten der globalen Erwärmung von 3°C (GWL von 3,0°C) sind wesentliche Grenzen in sensiblen Ökosystemen, wie Alpenregionen und überschwemmungsgefährdete Gebiete, sowie in Gebieten mit Wasserknappheit und Landmangel für Anpassungsmaßnahmen zu erwarten. Die bestehenden Strategien und Risikomanagementsysteme sind unzureichend, um kombinierte, sich gegenseitig verstärkende und kaskadenartige Risiken im Zusammenhang mit extremen Wetter- und Gefahrenereignissen zu bewältigen, was zu langanhaltenden oder sogar irreversiblen Folgen für Gesellschaft, Infrastruktur und Ökosysteme führen kann. Beispiele sind unter anderem Megadürren, die Wasserknappheit verursachen, und Naturgefahren, die kritische Infrastruktur und die wirtschaftliche Stabilität beeinträchtigen. {1.8, 6.5.2, 6.7, 8.3}

B.30 Die steigenden Kosten des Nicht-Handelns in Bezug auf den Klimawandel übertreffen bei Weitem die zur wirksamen Anpassung und Emissionsreduktion erforderlichen Investitionen (*geringe Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Neben den Investitionen zur Emissionsreduktion (vgl. SPM D.8) ist auch der Investitionsbedarf zur Erreichung angemessener Anpassungsniveaus – um verbleibende Schäden durch zukünftige Klimawandelfolgen zu minimieren – beträchtlich. Die derzeit bestehende Anpassungslücke wird sich voraussichtlich vergrößern, sofern die Anpassungsfinanzierung nicht erweitert wird. Der Investitionsbedarf für die Emissionsreduktion und Anpassung liegen unter den erwarteten monetarisierten jährlichen Kosten des Nicht-Handelns (vgl. SPM B.13), insbesondere wenn auch jene Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden, die bisher nicht in Geldwerten ausgedrückt wurden, z. B. der Verlust der biologischen Vielfalt und die Auswirkungen von psychischem Stress auf die Gesundheit. {6.7, 8.6}

B.31 Um die Klimaresilienz in Österreich zu stärken, ist es erforderlich, Anpassungsmaßnahmen in Planung, Gestaltung und rechtliche Rahmenbedingungen einzubinden (*hohes Vertrauen*). Die Anpassung an den Klimawandel in Bezug auf die bebaute Umwelt in Österreich würde eine verstärkte Prioritätensetzung auf resilientes Wassermanagement, Begrünungsinitiativen zur Kühlung und Wasserrückhaltung, Schutz vor Naturgefahren durch Objektschutzmaßnahmen, Gefahrenzonierung in der Flächenwidmung, verpflichtende Versicherungsmodelle für Haushalte und eine kompakte Siedlungsentwicklung bedeuten. Belastbare Frühwarnsysteme und eine bessere Kommunikation sind für die Vorsorge unerlässlich. Die Integration von klimapolitischen Erwägungen in Planungsrichtlinien und -standards, einschließlich anpassungsfähiger Bauvorschriften und Infrastrukturbestimmungen, ist von entscheidender Bedeutung. {3.3.3, 3.4.4, 7.5.4}

B.32 Die Anpassung der österreichischen Verkehrsinfrastruktur an den Klimawandel bedarf einer dringenden Überarbeitung rechtlicher Standards und des regulatorischen Rahmens, um die Resilienz und Funktionalität über den langen Lebenszyklus sicherzustellen (*hohes Vertrauen*). Um eine langfristige Resilienz zu gewährleisten, muss Österreichs Verkehrsinfrastruktur den zunehmenden klimabedingten Auswirkungen, wie extremen Wetterereignissen, Überschwemmungen und Temperaturschwankungen, Rechnung tragen. Die derzeitigen Vorschriften und rechtlichen Standards gehen nicht ausreichend auf diese Risiken ein, sodass kritische Vermögenswerte vulnerabel bleiben. Der „Zweite Fortschrittsbericht zur Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel" (BMK, 2021) unterstreicht den Handlungsbedarf, da die Anpassung der gesetzlichen Standards für die Verkehrsinfrastruktur einhellig als unzureichend bewertet wird. Die heute errichtete Infrastruktur hat eine Lebensdauer, die weit über das Jahr 2100 hinausgeht; die bestehenden Strategien berücksichtigen jedoch solche langfristigen Zeiträume im Allgemeinen und unter veränderlichen klimatischen Bedingungen nicht, was zu kritischen Mängeln in der Resilienzplanung führt. {3.4.4, 7.4.3}

B.33 Infrastrukturnetzwerke und Schutzbauten gegen Naturgefahren müssen klimasicher sein (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Gegenwärtige strukturelle Maßnahmen konzentrieren sich eher auf die Reduzierung aktueller Risiken als auf langfristige transformative Anpassungen (z. B. Systemaktualisierungen von Designstandards). Strukturelle Anpassungs- und technische Ertüchtigungsmaßnahmen, die langfristig klimabedingten Risiken standhalten können, sind für eine verbesserte Risikoreduktion von entscheidender Bedeutung. Zu den Schlüsselinitiativen gehören die Ertüchtigung der Verkehrsinfrastruktur, die Verstärkung des Schutzes vor Naturgefahren und die Integration von klimapolitischen Zielen in Raumplanung und Bauordnungen. Um Fehlanpassungen zu vermeiden und die Nachhaltigkeit zu gewährleisten, sollte die Umsetzung dieser Maßnahmen von detaillierten Kosten-Nutzen-Analysen und verlässlichem Monitoring begleitet werden, und eingesetzte Bauweisen sollten den CO_2-Fußabdruck niedrig halten. Diese Strategien sind entscheidend, um den unmittelbaren Anpassungsbedarf mit ökologischer und wirtschaftlicher Nachhaltigkeit zu vereinbaren. {7.5.4}

B.34 Die Anpassung an den steigenden Wasserbedarf während Dürren erfordert innovative Wassermanagementstrategien und ein verbessertes Monitoring der landwirtschaftlichen Bewässerung (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Der steigende Wasserbedarf während Dürreereignissen erfordert neue Ansätze hinsichtlich des Managements, um die Wasserverfügbarkeit sicher zu stellen, zumal die landwirtschaftliche Bewässerung bundesweit erheblichen Einfluss auf die Ressourcenplanung hat. Die Trinkwasserversorgung wird zwar nur in bestimmten Regionen wie im Norden und Osten Österreichs beeinträchtigt sein (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*), aber es fehlt an Monitoringdaten über den tatsächlichen Wasserverbrauch für Bewässerung, weshalb genaue Prognosen und fundierte Anpassungsentscheidungen nur eingeschränkt möglich sind (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Erhebung und die Nutzung solcher Daten ist entscheidend, wenn es darum geht, Anpassungsgrenzen zu quantifizieren und das Wasserressourcenmanagement unter sich ändernden klimatischen Bedingungen zu verbessern. {2.2.1, 3.2.3}

B.35 Im Alpenraum sind die Verlagerung des Transit- und Urlaubsverkehrs auf die Schiene sowie die Umstellung des Wintertourismus auf schneeunabhängige Aktivitäten entscheidende Anpassungsstrategien zur Reduktion von klimabedingten Risiken (*hohes Vertrauen*). In der Alpenregion kommt es zu einer Überlagerung von Tourismus, Transitverkehr und lokaler Mobilität. Dies setzt die Infrastruktur erheblich unter Druck, weshalb es einer Verlagerung auf die Schiene bedarf, um Staus, Emissionen und Vulnerabilitäten bestmöglich zu verringern (*hohes Vertrauen*). Die abnehmende Schneedecke und kürzere Skisaisonen stellen eine Gefährdung für den Wintertourismus dar. Ein Übergang zu schneeunabhängigen Aktivitäten wie Wandern, Radfahren und Kulturtourismus ist deshalb erforderlich, um wirtschaftliche Verluste, Arbeitslosigkeit und Binnenabwanderung zu verhindern (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Diese Strategien erfordern koordinierte Planung und Investitionen, um Resilienz und Nachhaltigkeit bei der Infrastruktur und den Tourismusmodellen in der Region sicherzustellen. {7.4.2, 7.4.3}

B.36 Naturbasierte Lösungen sind für Österreichs Anpassungsstrategie von wesentlicher Bedeutung, denn diese bieten Ansätze mit mehrfachem Nutzen: Stärkung der Biodiversität, Reduktion von klimabedingten Risiken und Stärkung der Resilienz von Ökosystemen (*hohes Vertrauen*). Naturbasierte Lösungen wie die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, die

Renaturierung von Flüssen und die Begrünung von Städten, bieten erhebliche Vorteile bei der Klimaanpassung. Beispielsweise entschärfen die Schutzwälder in Österreich Naturgefahren wie Lawinen und Steinschlag, während Feuchtgebiete als natürliche Wasserrückhaltegebiete dienen und die Wahrscheinlichkeit von Überschwemmungen verringern sowie die Wasserverfügbarkeit in Dürreperioden verbessern. Initiativen zur Stadtbegrünung tragen zur Abkühlung bei Hitzewellen, zur Verbesserung der Luftqualität und zur öffentlichen Gesundheit in Städten bei. Aufgrund begrenzter rechtlicher Rahmenbedingungen, Konkurrenz um die Landnutzung und unzureichender finanzieller Anreize für die Umsetzung und Erhaltung, können diese Initiativen jedoch nicht ihr volles Potenzial entfalten. Die Stärkung von Gesetzen zur ökologischen Wiederherstellung, die Ausdehnung von Subventionen für naturbasierte Lösungen und die Schaffung langfristiger Monitoringsysteme sind entscheidend, um deren Wirksamkeit und Integration in Österreichs Anpassungsstrategie sicherzustellen. {1.6.4, 2.3.3, 6.5.2, 7.5.4}

B.37 Die natürliche Regeneration von Baumarten stößt aufgrund des Klimawandels an Grenzen; in der Waldbewirtschaftung bedarf es daher innovativer Ansätze, die ein Gleichgewicht zwischen dem Erhalt der Biodiversität und der Anpassung an sich ändernde Bedingungen herstellen (*mittleres Vertrauen*). Die natürliche Regeneration wird erschwert durch Verbissschäden wegen hoher Huftierpopulationen und durch den Konkurrenzkampf zwischen Baumarten, die sich an die neuen klimatischen Bedingungen anpassen (*hohe Evidenz, geringe Übereinstimmung*). Nicht-heimische Baumarten können als vielversprechende Alternative dort eingesetzt werden, wo heimische Arten nur schwer gedeihen, aber dieser Ansatz bleibt aufgrund ökologischer Unsicherheiten sehr umstritten (*hohe Evidenz, geringe Übereinstimmung*). Forstmanagementstrategien, die den Druck durch anthropogene Aktivitäten verringern und flexible Praktiken wie selektiven Holzeinschlag und Mischkulturen fördern, können die Degradation reduzieren und gleichzeitig die Kohlenstoffspeicherung und biologische Vielfalt unterstützen (*mittleres Vertrauen*). Die Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktionen wird von einem wirksamen Forstmanagement abhängen, das auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Erhalt der Biodiversität und Anpassungsmaßnahmen abzielt (*mittleres Vertrauen*). {1.6.2, 2.2, 2.3, 7.4.2}

B.38 Eine Transformation der Landnutzungssysteme ist entscheidend, um den Verlust der Biodiversität einzudämmen, Landnutzungskonflikte zu bewältigen und die Resilienz von Ökosystemen angesichts des Klimawandels zu gewährleisten (*hohes Vertrauen*). Wildtier- und Lebensraumkorridore spielen eine entscheidende Rolle für Artenmigration und Verhaltensanpassung, den Erhalt der Biodiversität und die Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktionen unter Klimastress. Durch Aufrechterhaltung einer hohen Arten- und genetischen Vielfalt in der Land- und Forstwirtschaft wird die Resilienz der Ökosysteme gegenüber Klimawandelauswirkungen gestärkt, die evolutionäre Anpassung erleichtert und das Risiko des Artenverlusts verringert. Verschärfte Landnutzungskonflikte, wie die Konkurrenz zwischen Biomassegewinnung, Kohlendioxidspeicherung, Erzeugung von erneuerbaren Energien (z. B. Agri-Photovoltaik, Wind- und Wasserenergie), Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Biodiversität und Naturschutz, erfordern ausgewogene Strategien, um Zielkonflikte zu minimieren und der langfristigen ökologischen Nachhaltigkeit eine hohe Priorität einzuräumen. {1.6.4, 2.4, 7.4.1}

B.39 Anpassungsbemühungen in kleineren österreichischen Gemeinden stehen aufgrund von Ressourcenknappheit, bestehenden Governance-Strukturen und der Abhängigkeit von freiwilligen Maßnahmen vor erheblichen Herausforderungen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit verbindlicher Rahmenbedingungen, einer besseren Finanzierung und institutioneller Unterstützung zur Stärkung der lokalen Anpassung (*mittleres Vertrauen*). Die Tatsache, dass Österreich bei der Anpassung an den Klimawandel auf Freiwilligkeit und eine auf Kooperation ausgerichtete Governance angewiesen ist, schränkt die Umsetzbarkeit und Wirksamkeit von Maßnahmen ein. Auf kommunaler Ebene bestehen erhebliche Defizite aufgrund von Ressourcenknappheit und unzureichender Umsetzung von Strategien. Programme wie Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR!) verdeutlichen das Potenzial lokaler Führung und Finanzierung beim Vorantreiben wirksamer Anpassungen, jedoch ist eine breitere Unterstützung seitens der Institutionen erforderlich. Die Einführung eines bindenden Klimaanpassungsgesetzes mit verpflichtenden Risikoanalysen, Anpassungsplänen und Berichtspflichten sowie Bereitstellung zusätzlicher finanzieller und technischer Ressourcen, kann die Koordination und Kohärenz zwischen den Governance-Ebenen verbessern und eine langfristige Resilienz gewährleisten. {6.4.1, 8.5.5}

C. Welche Optionen stehen zur Vermeidung von Emissionen zur Verfügung? Potenziale, Kosten, Synergien und Zielkonflikte

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Emissionsreduktionspotenziale der einzelnen Sektoren in Österreich. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Senkung des Energiebedarfs sowie der Elektrifizierung und dem Technologiewandel in Schlüsselsektoren wie Energieversorgung, Industrie, Verkehr und Gebäude. Elektrifizierung – insbesondere in den Bereichen Heizen, Kühlen und Verkehr – bietet das größte Potenzial zur Emissionsminderung, während naturbasierte Lösungen und nachfrageseitige Maßnahmen wie Ernährungsumstellungen und eine Verdichtung städtischer Räume eine entscheidende ergänzende Rolle spielen. Darüber hinaus wird in diesem Abschnitt erläutert, wie Klimaschutzmaßnahmen mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) in Einklang gebracht werden können – mit dem Schwerpunkt, positive Wechselwirkungen zu maximieren und Zielkonflikte durch integrierte Strategien zu minimieren.

Möglichkeiten der Emissionsreduktion in einzelnen Sektoren

C.1 Es gibt zahlreiche Optionen zur Emissionsreduktion in allen Sektoren (*hohes Vertrauen*). Die Kosten und Potenziale von Klimaschutzmaßnahmen unterscheiden sich je nach Sektor, wobei vor allem die Elektrifizierung im Verkehrs-, Industrie- und Gebäudesektor in Verbindung mit dem Ausbau erneuerbarer Energien ein erhebliches Emissionsreduktionspotenzial bietet. {8.3.2, 8.4.2, 8.4.3, Abbildung SPM.7, SPM Methoden-Box 3}

Methoden-Box 3: Bewertung von Kosten und Emissionsreduktionspotenzialen

Bei der Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen werden jene Emissionsreduktionspotenziale berücksichtigt, die bis 2040 realisiert werden können. Diese wurden weiters mit den damit verbundenen Kosten in Höhe eines äquivalenten CO_2-Preises bewertet, der diese Maßnahmen wettbewerbsfähig machen würde. Die angegebenen Kosten berücksichtigen sowohl heutige technologische Standards als auch zukünftige Entwicklungen. Sie stellen Zusatzkosten im Vergleich zu einer fossilen Referenzoption dar, welche die derzeitige Praxis im jeweiligen Bereich abbildet. Die zugrundeliegenden Daten stützen sich im Allgemeinen auf Fachliteratur, die teilweise durch Expertenmeinungen ergänzt wird. Die Unsicherheit und die daraus resultierende große Bandbreite der Daten, sowohl in Bezug auf die Kosten als auch auf die Potenziale, hat zur Darstellung von Ober- und Untergrenzen geführt.

Aufgrund der angewandten Methode zur Bewertung von Kosten und Potenzialen dürfen die Emissionsreduktionspotenziale verschiedener Optionen nicht aufsummiert werden, da es zu möglichen Wechselwirkungen zwischen einzelnen Optionen kommen kann.

C.2 Elektrifizierung weist das höchste Netto-Emissionsreduktionspotenzial auf, wenn sie den Ausstieg aus fossilen Energieträgern sowohl bei der Wärmeerzeugung in Gebäuden als auch im Verkehrssektor (d. h. E-Mobilität) ermöglicht (*hohes Vertrauen*). Fünf Schlüsseloptionen (PV-Dachanlagen, PV-Freiflächenanlagen, Wasserkraft, Biomethan und Windkraft) werden mit individuellen Potenzialen zwischen 3,4 und 7,3 Mio. t CO_2e pro Jahr als Untergrenze, beziehungsweise zwischen 4,8 und 29,4 Mio. t CO_2e pro Jahr als Obergrenze bewertet. Diese Emissionsreduktionen können jedoch nur erzielt werden, wenn eine Sektorkopplung von Stromerzeugung, Heizung und Kühlung sowie Verkehr erfolgt. Zu den kostengünstigen Schlüsseloptionen gehören aufgrund der großen Potenziale die Windkraft und Photovoltaikanlagen. Die Wasserkraft ist eine weitere wichtige erneuerbare Energiequelle für die Stromerzeugung, aber hier sind die entsprechenden Potenziale bereits weitgehend ausgeschöpft. {4.4, 4.5, 8.3, Abbildung SPM.7}

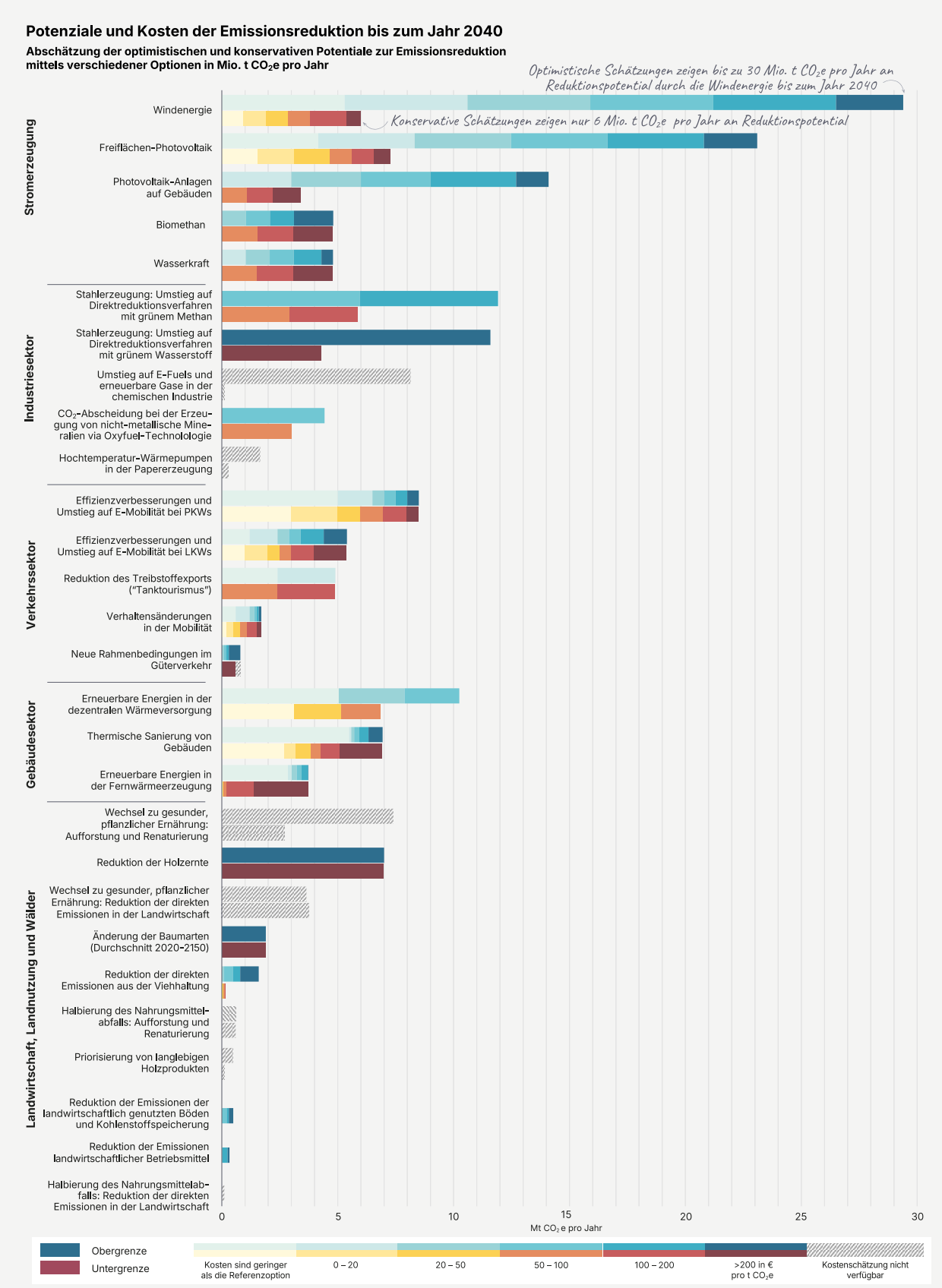


Abbildung SPM.7 | Abschätzung der optimistischen und konservativen Potentiale der Emissionsreduktion bis zum Jahr 2040. Die Potentiale für relevante Maßnahmen sind nach den Kosten anhand des äquivalenten CO_2 -Preises kategorisiert, der notwendig wäre, um eine Maßnahme im Vergleich zu einer Referenztechnologie wettbewerbsfähig zu machen (siehe SPM Methoden-Box 3).

C.3 Der österreichische Industriesektor weist das zweithöchste Emissionsreduktionspotenzial auf, wobei innerhalb des Sektors die Stahlerzeugung als einer der Schlüsselbereiche, in dem beträchtliche Emissionsreduktionen möglich sind, hervorsticht. Ein Übergang zu Direktreduktionsverfahren auf der Basis von Methan (CH_4) und Wasserstoff (H_2) bietet das größte Emissionsreduktionspotenzial innerhalb des Industriesektors (*hohes Vertrauen*). Auch hier wurden fünf verschiedene Optionen identifiziert, deren individuelle Potenziale von mindestens 1,5 bis 8,5 Mio. t CO_2e pro Jahr, bis maximal 1,7 bis 11,6 Mio. t CO_2e pro Jahr reichen. Abgesehen von der Stahlerzeugung gehören zu den bewerteten Klimaschutzmaßnahmen für die anderen Teilsektoren der Industrie die Umstellung von Brennstoffen und Prozessen in der chemischen Industrie, die Kohlendioxidabscheidung und -speicherung mittels Oxyfuel-Technologie in der Herstellung von Zementklinker und Hochtemperatur-Wärmepumpen in der Papierindustrie. Die Kostenschätzungen gelten für mehrere Schlüsseloptionen (d. h. Dekarbonisierung der Stahlerzeugung und Zementproduktion) und reichen von EUR_{2023} 50 bis über EUR_{2023} 200 je Tonne CO_2-Äquivalent (CO_2e). {4.4, 8.3, Abbildung SPM.7}

C.4 Das Emissionsreduktionspotenzial verschiedener Maßnahmen im österreichischen Verkehrssektor liegt zwischen 0,8 und 8,5 Mio. t CO_2e pro Jahr, wobei der Umstieg auf E-Mobilität sowie technologische Verbesserungen bei PKWs und LKWs das größte Reduktionspotenzial aufweisen (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Der Umstieg zur E-Mobilität bietet das größte Emissionsreduktionspotenzial, insbesondere in Verbindung mit einer Dekarbonisierung der Stromversorgung. Zusätzliche Reduktionen können durch Reformen der Mineralölsteuer erreicht werden, die auf den „Tanktourismus" abzielen, sowie durch Anreize für den Umstieg auf öffentliche und aktive Verkehrsmittel. Eine effiziente Güterverkehrslogistik und eine verbesserte Eisenbahninfrastruktur verstärken diese Potenziale. {3.4, 8.3, Abbildung SPM.7}

C.5 Das Emissionsreduktionspotenzial verschiedener Maßnahmen im Gebäudesektor liegt zwischen 3,7 und 10,2 Mio. t CO_2e pro Jahr (*mittleres Vertrauen*). In diesen Werten sind auch indirekte Emissionen enthalten, insbesondere Kohlendioxidemissionen aus fossiler Fernwärmeerzeugung. Eine kosteneffiziente Emissionsreduktion kann insbesondere durch Gebäudesanierungen und Fassadendämmung sowie durch den Umstieg auf erneuerbare Energien sowohl bei dezentralen Heizsystemen als auch bei der Fernwärmeversorgung erreicht werden, beispielsweise durch den Einsatz elektrischer Wärmepumpen. Die einzelnen Reduktionspotenziale liegen zwischen mindestens 3,7 bis 6,9 Mio. t CO_2e pro Jahr und maximal 3,7 und 10,2 Mio. t CO_2e pro Jahr. {3.3.1, 3.3.3, 8.3, Anhang Kapitel 8, Abbildung SPM.7}

C.6 Klimaschutzmaßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft sind für das Erreichen von Netto-Null-CO_2-Emissionen entscheidend, aber es bestehen Unsicherheiten und die Maßnahmen haben hohe Grenzvermeidungskosten (*mittleres Vertrauen*). Zehn verschiedene Klimaschutzmaßnahmen wurden im Land- und Forstwirtschaftssektor bewertet, wobei das jeweilige Emissionsreduktionspotenzial je nach Annahme zwischen mindestens 0 bis 7,0 Mio. t CO_2e pro Jahr und maximal 0,1 bis 7,4 Mio. t CO_2e pro Jahr liegt. Die größten Potenziale ergeben sich aus der Umstellung auf pflanzenbasierte Ernährungsweisen, der Aufforstung und der Wiederherstellung von natürlichen Lebensräumen sowie der Verringerung des Holzverbrauchs und der Ernteintensität. Obwohl einige Maßnahmen mit Kosten von mehr als EUR_{2023} 200 je Tonne CO_2-Äquivalent verbunden sind, ist deren Umsetzung unerlässlich, um die Emissionsreduktionsziele zu erreichen. {2.3, 8.3.2, 8.4, Abbildung SPM.7}

C.7 Die Netto-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) sind die Differenz aus Quellen und Senken in diesem Sektor. Die Senke (d. h. die landbasierte Kohlendioxidentnahme) kann durch Aufforstung, Reduktion der Biomasseernte und -nutzung sowie Ernährungsumstellungen gestärkt werden. Jedoch führt eine Steigerung der natürlichen Senkenleistung zu Zielkonflikten mit der Bereitstellung von Biomasse als Bau- und Brennstoff (*hohes Vertrauen*). Technische Emissionsreduktionsmaßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (z. B. Beschränkung der Umwandlung von Grünland, Förderung von Hecken) können landnutzungsbedingte Emissionen reduzieren und die Senkenleistung um 0,1 bis 0,4 Mio. t CO_2e pro Jahr erhöhen (*mittleres Vertrauen*). Die Änderung der Baumartenzusammensetzung in Wäldern zugunsten lokaler und klimaresistenterer Arten könnte die Senkenleistung von Österreichs Wäldern zwischen 2020 und 2150 um durchschnittlich 4,1 bis 4,9 Mio. t CO_2e pro Jahr erhöhen. Eine kalorienärmere Ernährung, die stärker auf pflanzenbasierten Proteinen basiert, würde in Kombination mit einer Halbierung der Lebensmittelverluste

die Aufforstung und Renaturierung von landwirtschaftlichen Flächen ermöglichen und im Vergleich zum Referenzszenario eine zusätzliche Senkenleistung von 3,0 bis 12,9 Mio. t CO_2e pro Jahr erzeugen (*mittleres Vertrauen*). Eine Verringerung der Gesamternte und -nutzung von Holz auf 15 Mio. m^3 pro Jahr (unter Einbeziehung von Schlagabraum und natürlichen Verlusten 25 Mio. m^3 pro Jahr) würde die Senkenleistung der Wälder zwischen 2020 und 2150 im Durchschnitt um 9,3 bis 11,1 Mio. t CO_2e pro Jahr erhöhen, verglichen mit einem Referenzszenario von 20 Mio. m^3 Holz pro Jahr (unter Einbeziehung von Schlagabraum und natürlichen Verlusten 30 Mio. m^3 pro Jahr) (*geringes Vertrauen*). {2.3, 8.5.2, Cross-Chapter Box 6}

C.8 Mehrere Klimaschutzmaßnahmen, insbesondere nachfrageseitige Maßnahmen, sind in dieser Bewertung weiterhin unzureichend quantifiziert, da für Österreich in diesen Bereichen kaum Daten und Literatur vorliegen. Zu diesen wenig untersuchten Klimaschutzmaßnahmen gehören die Verringerung von Nutzflächen im Gebäudesektor, Lösungen für die PKW-Abhängigkeit im Verkehrssektor sowie die Umstellung auf weniger emissionsintensive Ernährungsgewohnheiten. Eine Verringerung der Pro-Kopf-Fläche in Wohn- und Geschäftsgebäuden könnte den Heiz- und Kühlbedarf senken und die in Baumaterialien eingebetteten CO_2-Emissionen reduzieren. Auch für Maßnahmen zur Verringerung der PKW-Abhängigkeit, wie Stadtverdichtung und aktive Mobilität (z. B. Radfahren, Zufußgehen), fehlt es an belastbaren Daten, obwohl sie das Potenzial hätten, einen erheblichen Teil der Verkehrsemissionen zu verringern. In der Landwirtschaft sind der Übergang zu weniger emissionsintensiven Ernährungsweisen, insbesondere die Reduktion des Verzehrs von rotem Fleisch, sowie Emissionsreduktionen durch die Halbierung der Lebensmittelverschwendung weiterhin unzureichend bewertet, obwohl ihr Potential als hoch eingeschätzt wird. Auch nicht umfassend bewertet wurden sektorübergreifende Synergien, wie die Integration von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in der Materialverwendung oder die Verringerung der eingebetteten Emissionen in Konsumgütern. {2.3, 2.4, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 8.3.2, 8.4.5}

Synergien und Zielkonflikte in Bezug auf die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Methoden-Box 4: Bewertung der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Die Bewertung potenzieller Synergien und Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und den SDGs folgt der Analyse im IPCC-Sonderbericht über 1,5°C globale Erwärmung (Roy et al., 2018). Diese basierte auf einer Literaturanalyse und einer Bewertung durch Expert:innen auf der Grundlage einer umfassenden globalen Analyse, die sektorale Klimaschutzmaßnahmen im österreichischen Kontext berücksichtigt. Bei der Bewertung wurden mehrere Faktoren berücksichtigt: (a) Wechselwirkungen zwischen Klimaschutzmaßnahmen und bestimmten SDGs; (b) das Ausmaß dieser Wechselwirkungen nach Nilsson-Skala; (c) die Belastbarkeit der Belege; (d) der Grad der Übereinstimmung unter den Expert:innen; (e) das daraus resultierende Vertrauensniveau; und (f) Österreichspezifische Fachliteratur. Internationale Spillover-Effekte im Zusammenhang mit der Erreichung der SDGs, die über Österreich hinausgehen, und Zielkonflikte zwischen nationalen und globalen SDGs wurden nicht berücksichtigt. Folglich wurden Klimaschutzmaßnahmen in Bezug auf die Ozeane, wie beispielsweise Eisendüngung, blauer Kohlenstoff und verstärkte Verwitterung, von der Analyse ausgeschlossen. Außerdem wurden SDGs mit begrenzter unmittelbarer Relevanz für den österreichischen Kontext – wie SDG 14 (Leben unter Wasser), SDG 16 (Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen) und SDG 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele) – ausgeklammert. Alle Optionen zum Klimaschutz sind direkt mit SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) verbunden, weshalb SDG 13 nicht separat dargestellt wird. {8.3.1, 8.A.1}

C.9 Klimaschutzmaßnahmen können – unabhängig vom wirtschaftlichen Sektor, in dem sie umgesetzt werden – zur Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) beitragen. Positive Nebeneffekte überwiegen vor allem bei Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und bei Maßnahmen, die Land- und Forstwirtschaft betreffen (*hohes Vertrauen*). Besonders groß ist das Synergiepotenzial für SDGs im Bereich der wirtschaftlichen Entwicklung, dazu gehören SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion), SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit

und Wirtschaftswachstum) und SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie). Synergien und Zielkonflikte hängen von der Umsetzungspraxis ab, wobei man mit Zielkonflikten umgehen und gleichzeitig das Potenzial für Synergien mit den SDGs maximieren kann. {8.3.1, 8.4.5, Abbildung SPM.8}

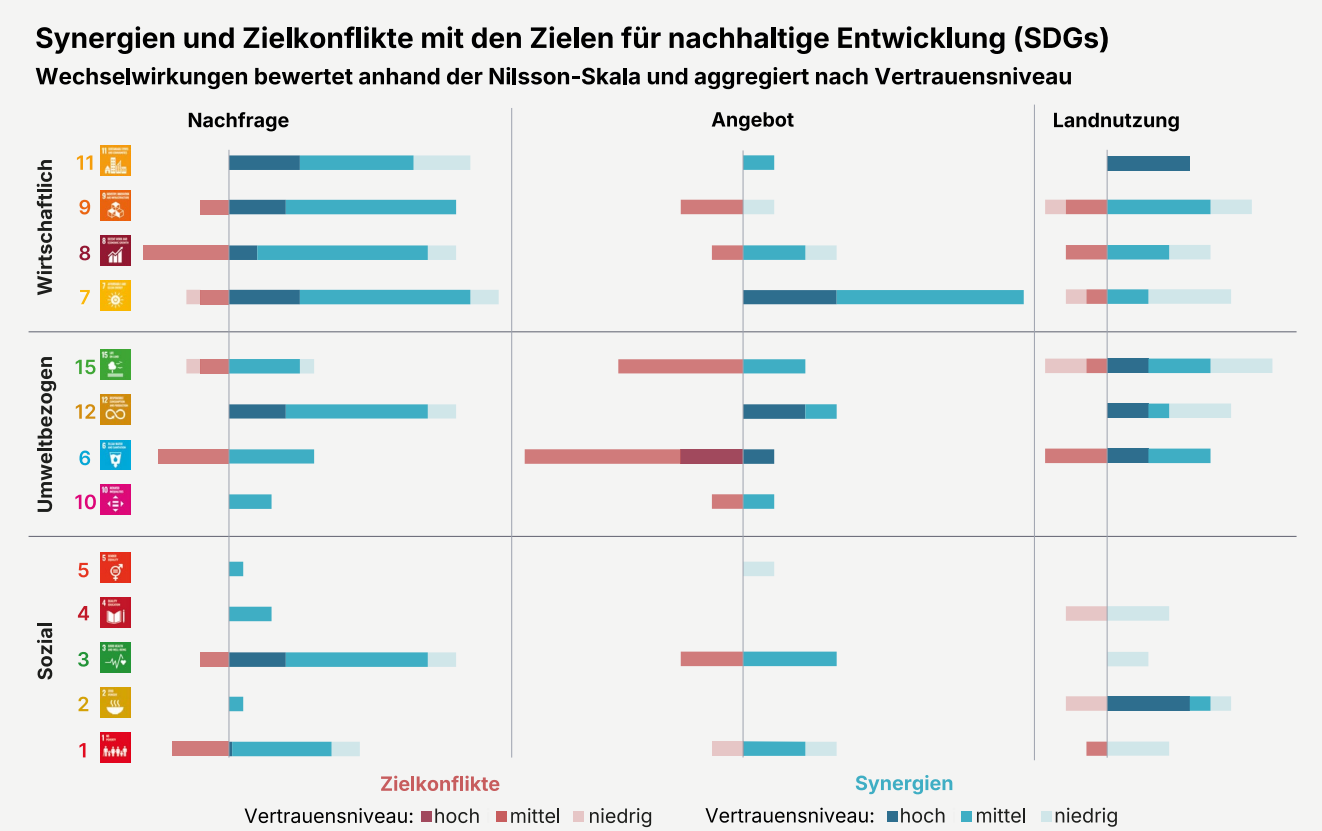


Abbildung SPM.8 | Indikative Verknüpfungen zwischen Klimaschutzmaßnahmen und SDGs. Zu den wirtschaftlichen Entwicklungszielen zählen SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie), SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur) und SDG 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden). Zu den ökologischen Entwicklungszielen zählen SDG 6 (Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen), SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) und SDG 15 (Leben an Land). Zu den sozialen Entwicklungszielen zählen SDG 1 (Keine Armut), SDG 2 (Kein Hunger), SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen), SDG 4 (Hochwertige Bildung), SDG 5 (Geschlechtergleichheit) und SDG 10 (Weniger Ungleichheiten). Die Balkenlänge gibt das jeweilige Potenzial für Synergien/Zielkonflikte nach Nilsson-Skala an. Die Abbildung basiert auf IPCC (2022, Seite 20).

C.10 Klimaschutzmaßnahmen, die auf die Reduktion des Energiebedarfs und die Verlagerung des Energieverbrauchs abzielen, weisen die höchsten Synergien mit den SDGs auf, insbesondere mit SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie) und SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) (*hohes Vertrauen*). Zum Beispiel reduzieren Maßnahmen zur Energieeffizienz in der Industrie nicht nur die Treibhausgasemissionen, sondern bieten auch positive Nebeneffekte wie einen geringeren Wasserverbrauch und geringere Abwassermengen. Klimaschutzmaßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs verbessern die ökologische und wirtschaftliche Resilienz und verstärken die positiven Auswirkungen auf die nachhaltige Entwicklung. {8.3.1, 8.3.2, Abbildung SPM.8}

C.11 Die Erzielung von Synergien und die Bewältigung von Zielkonflikten bei Klimaschutzmaßnahmen hängen von deren Gestaltung und Umsetzung ab (*mittleres Vertrauen*). Gezielte Förderungen für den Übergang zu energieeffizienten Technologien und erneuerbaren Energiesystemen bauen Hürden bei deren Einführung ab, insbesondere für Haushalte mit niedrigem Einkommen. Die Flächennutzungs- und Flächenwidmungsplanung zur Minimierung von Konflikten zwischen dem Erhalt der Biodiversität und städtischer oder landwirtschaftlicher Expansion unterstreichen, wie wichtig integrierte Ansätze sind. Diese Strategien zeigen, wie sorgfältig konzipierte politische Maßnahmen Synergien maximieren und Zielkonflikte zwischen den Sektoren verringern können. {1.6.4, 2.3.2, 8.3.1, 8.4.5}

C.12 Klimaschutzmaßnahmen, die an den internationalen Handel – einschließlich von Exporten und Importen – gebunden sind, können zur Erreichung der SDGs auf globaler Ebene beitragen (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Jedoch könnten höhere Investitionen in erneuerbare Energien auch zu Zielkonflikten führen, wenn kritische Rohstoffe aus Ländern mit schwachem Umwelt- oder Arbeitsschutz bezogen werden. Um den Fortschritt der SDGs auf globaler Ebene zu gewährleisten, ist es unerlässlich, die Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Lieferketten zu berücksichtigen. {8.3.1, 8.4.5}

C.13 Ähnlich wie Klimaschutzmaßnahmen weisen auch Anpassungsmaßnahmen mehr Synergien als Zielkonflikte in Bezug auf die SDGs auf (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Anpassungsmaßnahmen im Bereich Infrastruktur, wie resiliente Wasserwirtschaftssysteme, stehen in engem Zusammenhang mit dem SDG 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden), da sie die Vulnerabilität gegenüber Überschwemmungen und Dürren verringern und gleichzeitig die öffentliche Gesundheit verbessern. Naturbasierte Lösungen, wie zum Beispiel die Stadtbegrünung und die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, liefern Ansätze mit Mehrfachnutzen, indem sie Hitzestress verringern, die Luftqualität verbessern und die Biodiversität unterstützen. Das deckt sich mit SDG 15 (Leben an Land) und SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz). {1.6.4, 3.2.1, 3.2.3, 3.4.4, 7.4.3, 8.3.1, 8.4.5, Chapter Box 3.1}

C.14 Szenarien mit niedrigem Energiebedarf und hohen Importen weisen das größte Potenzial für Synergien mit Österreichs Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) auf, könnten aber Zielkonflikte auf die Exportländer übertragen (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Priorisierung eines niedrigen Energieverbrauchs durch Maßnahmen zur Energieeffizienz und Verhaltensänderungen trägt zur Erreichung des SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie) und des SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) bei. Die zunehmende Abhängigkeit von Importen, insbesondere von Technologien für erneuerbare Energien und kritischen Rohstoffen, kann jedoch zu ökologischen und sozialen Belastungen in Exportländern führen. Die Sicherstellung einer nachhaltigen internationalen Zusammenarbeit erfordert verantwortungsvolle Beschaffungspraktiken, die Einbeziehung von Arbeits- und Umweltstandards sowie Transparenz in den Lieferketten, um globale Herausforderungen in puncto Nachhaltigkeit zu bewältigen und gleichzeitig gerechte Ergebnisse zu fördern. {4.5.3, 8.3.2, 8.4.5}

D. Wie kann Österreich die Emissionsreduktionsziele erreichen? Szenarien und Transformationspfade

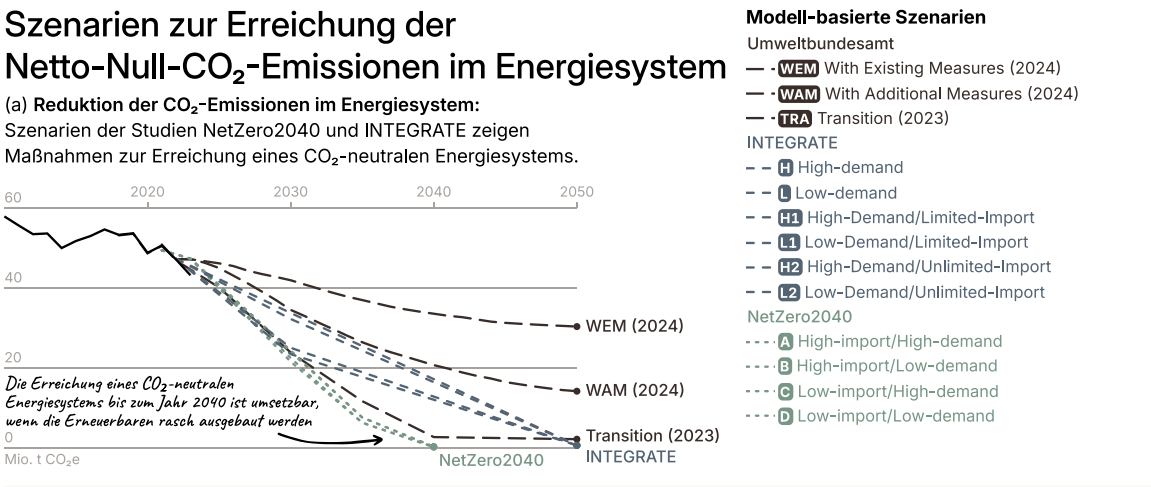
In diesem Abschnitt werden Szenarien und Transformationspfade zur Klimaneutralität in Österreich beschrieben. Dabei liegt der Schwerpunkt auf quantitativen Szenarien, der technischen Umsetzbarkeit sowie den notwendigen politischen, wirtschaftlichen, soziokulturellen und technologischen Rahmenbedingungen. Die Elektrifizierung und gleichzeitige Dekarbonisierung der Stromversorgung sowie Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs sind Schlüsselstrategien zu erfolgreichem Klimaschutz in allen Szenarien. Damit Österreich in den nächsten zwei Jahrzehnten Netto-Null-CO_2-Emissionen erreichen kann, ist eine sofortige Umsetzung von ambitionierten Strategien und Investitionen notwendig, wie der Ausbau erneuerbarer Energieinfrastrukturen, die Verbesserung der Energieeffizienz und der Ausstieg aus fossilen Brennstoffen. Darüber hinaus werden in diesem Abschnitt qualitative klimafreundliche Transformationspfade beschrieben in denen Emissionsreduktions- und Anpassungsmaßnahmen aufeinander abgestimmt werden.

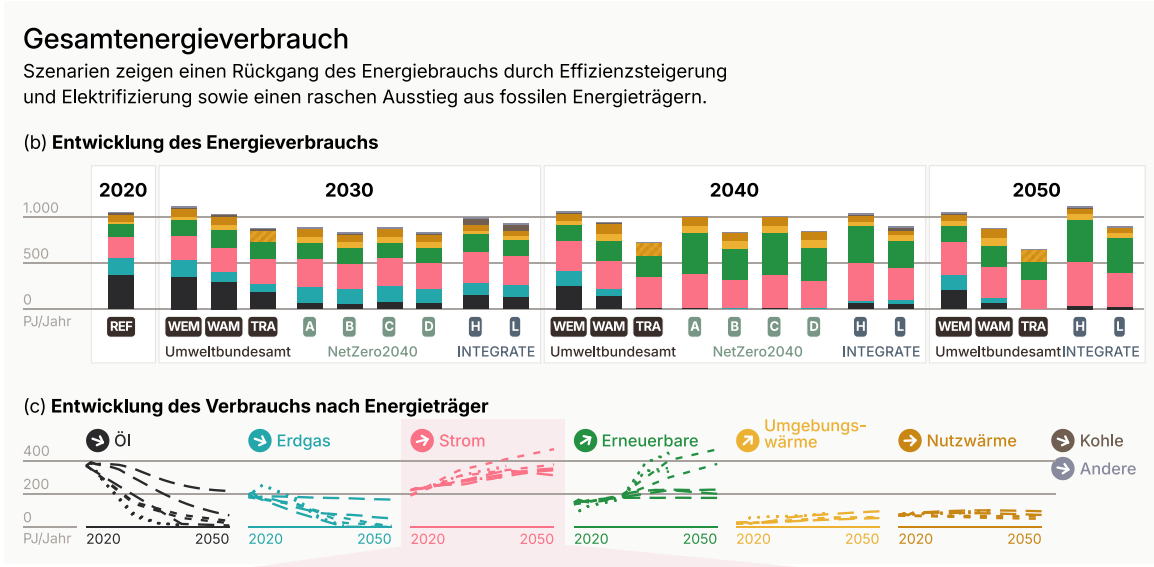
Quantitative Szenarien zur Erreichung von Netto-Null-CO_2-Emissionen

D.1 Das Erreichen eines CO_2-neutralen Energiesystems bis 2040 ist in Österreich machbar, wenn der Ausbau erneuerbarer Energien in einem beispiellosen Tempo vorangetrieben wird und gleichzeitig erhebliche Transformationen der institutionellen, regulatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen erfolgen. Sofortige Maßnahmen, die über die derzeitigen politischen Maßnahmen hinausgehen, sind dringend erforderlich, um die Trägheit in Schlüsselsektoren wie Energie, Industrie, Wohnen und Mobilität zu überwinden (*hohes Vertrauen*). Die derzeitigen Strategien, wie sie im Szenario „With Existing Measures" (WEM) umgesetzt werden, und in der Politik diskutierte Maßnahmen – insbesondere im Szenario „With Additional Measures" (WAM) – reichen nicht aus, um Netto-Null-CO_2-Emissionen in Österreich zu erreichen (siehe Abbildung SPM.9). Das absolute Wachstum bei den erneuerbaren Technologien zur Stromerzeugung in Österreich muss höher sein, als es in der Vergangenheit bei allen anderen Technologien zur Stromerzeugung der Fall war, einschließlich Wasserkraft und Gas. Innerhalb eines Jahrzehnts muss die Stromerzeugung aus Windkraft in Österreich doppelt so schnell wachsen wie der bisher schnellste Ausbau von Laufwasserkraftwerken (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). {2.3.4, 4.5.2, 8.4, 8.5, Abbildung SPM.9}

D.2 Alle verfügbaren Szenarien zur Erreichung von Netto-Null-CO_2-Emissionen im Energiesystem basieren auf einer erheblichen Zunahme der Elektrifizierung und auf einem hohen Anteil erneuerbarer Energien (*hohes Vertrauen*). Der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtenergieverbrauch steigt von 22 % im Jahr 2023 auf 35–47 % im Jahr 2040. Der Anteil der direkten Nutzung erneuerbarer Energien (z. B. biogene Treibstoffe, Holzpellets) am Gesamtenergieverbrauch steigt von 16 % im Jahr 2023 auf 30–44 % im Jahr 2040. Die Elektrifizierung führt aufgrund von Effizienzsteigerungen zu einer erheblichen Reduktion des Primärenergieverbrauchs von Haushalten. Alle Szenarien beruhen auch auf Veränderungen bei der Nachfrage nach Energiedienstleistungen und Importen von CO_2-armen Brennstoffen aus dem Ausland, wodurch der Bruttoinlandsverbrauch weiter sinkt. In Netto-Null-Szenarien ist der Bruttoinlandsverbrauch im Jahr 2040 zwischen 18 % und 33 % niedriger als im Jahr 2023. {2.3.4, 4.4, 4.5, 4.6.2, 8.4, Abbildung SPM.9}

D.3 Technische Möglichkeiten wie Elektrifizierung, Verwendung synthetischer Brennstoffe, Kohlendioxidabscheidung, -nutzung und -speicherung (*Carbon Capture, Utilization, and Storage,* CCUS) sowie energetische Nutzung von Biomasse ermöglichen in Österreich den Übergang zu Netto-Null-CO_2-Emissionen im Industriesektor und im produzierenden Gewerbe. Schlüsseltechnologien wie wasserstoffbasierte Stahlerzeugung und die Integration von CCUS sind noch nicht marktreif und bedürfen weiterer Forschung und Entwicklung (*hohes Vertrauen*). Industriesysteme werden zukünftig in hohem Maße auf die direkte Nutzung von Strom und zusätzlich auf strombasierte Brennstoffe wie grünen Wasserstoff angewiesen sein. Daher ist die Verfügbarkeit von CO_2-freiem Strom von entscheidender Bedeutung, um eine Verlagerung von Emissionen in den Energiesektor zu vermeiden. Wenn die derzeitige Produktionsleistung konstant bleibt, wird sich der Strombedarf der emissionsintensiven Industrien in Szenarien, die CO_2-Neutralität erreichen, mehr als verdoppeln. {4.4.2, 4.6}





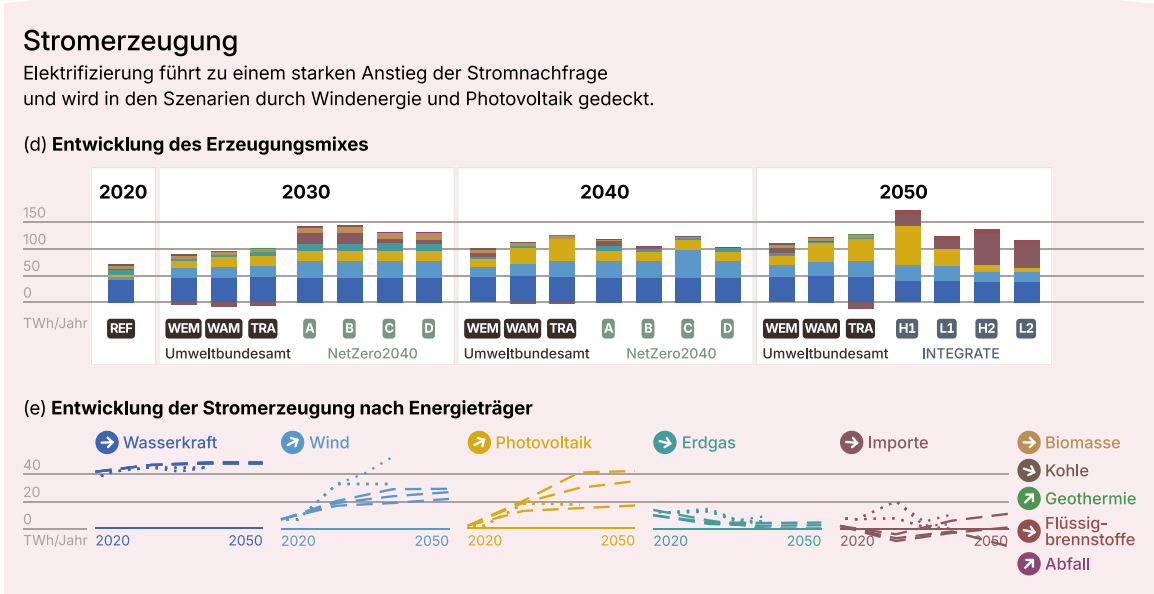


Abbildung SPM.9 | Szenarien der CO_2-Emissionen sowie des Energieverbrauchs und Stromerzeugung. Österreichische CO_2-Emissionen aus der Energienutzung (Teilgrafik a); Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs insgesamt (Teilgrafik b) und nach Energieträgern (Teilgrafik c); sowie Entwicklung der Stromerzeugung insgesamt (Teilgrafik d) und nach Energieträger (Teilgrafik e) in den Szenarien des Umweltbundesamts (Umweltbundesamt, 2024a, 2024b) und Ergebnisse der Studien NetZero2040 (Schmidt et al., 2025) und INTEGRATE (Steininger et al., 2024).

D.4 Aufgrund von beträchtlichen Vorlaufzeiten und Pfadabhängigkeiten müssen die erforderlichen Entscheidungen bereits heute getroffen werden, um in den nächsten zwei Jahrzehnten Netto-Null-CO_2-Emissionen erreichen zu können (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Um die vom Europäischen Klimagesetz vorgeschriebenen Emissionsreduktionen und das nationale Ziel der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen (vgl. SPM A.4), müssen sofort Maßnahmen ergriffen werden, da das Energiesystem und andere Bereitstellungssysteme (Mobilität, Wohnen, Nahrungsmittel etc.) sowie die damit verbundenen Industrieprozesse und Landnutzung erhebliche Trägheit aufweisen. Diese Trägheit schränkt auch den technologischen Handlungsspielraum ein, was sich darin widerspiegelt, dass die Netto-Null-Szenarien in ihrem Technologiemix bis 2030 große Ähnlichkeiten aufweisen. Trotz der Ähnlichkeiten bei den Technologien unterscheiden sich die Szenarien, in denen Netto-Null-CO_2-Emissionen erreicht werden, in Bezug auf Klima- und Energiepolitik bereits in den kommenden Jahren. Dies betrifft vor allem das Maßnahmenportfolio, Auswirkungen auf das Konsumverhalten sowie die allgemeinen wirtschaftlichen Rahmenstrukturen wie die Kreislaufwirtschaft und die daraus resultierenden Geschäftsmodelle. {3.3.3, 4.5, 8.4.3, 8.7}

D.5 Mehrere Szenarien zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 sind ab 2030 möglich (*hohes Vertrauen*). Die Szenarien unterscheiden sich in Bezug auf die Infrastruktur der Energiespeicherung, der Stromnetze und des öffentlichen Verkehrs. Das bedeutet, dass rasche und entschlossene Entscheidungen bereits heute getroffen werden müssen, damit die notwendige Infrastruktur – angesichts der erheblichen Bauzeit für die Energie- und Eisenbahninfrastruktur – rechtzeitig zur Verfügung steht. {4.5.2, 4.5.3, 8.4.3}

D.6 In allen Szenarien, in denen Netto-Null-CO_2-Emissionen erreicht werden, bilden Windkraft und Photovoltaik (PV) eine wesentliche Komponente der Stromerzeugung. Dabei liefert Windenergie zwischen 11–21 % und Solarenergie aus Photovoltaik zwischen 7–9 % des Bruttoinlandsverbrauchs im Jahr 2040 (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Systeme mit variierenden Anteilen dieser Technologien unterscheiden sich erheblich in Bezug auf die für die Projektentwicklung erforderlichen Vorlaufzeiten und die unterstützende Infrastruktur. Die Importabhängigkeit des Bruttoinlandsverbrauchs variiert zwischen 28–40 %, und entsprechende internationale Lieferketten für erneuerbare Energieträger wie grünen Wasserstoff oder CO_2-freie synthetische Brennstoffe müssen zeitnah aufgebaut werden. Die Nutzung von Biomasse, z. B. Holzpellets, bleibt in allen Szenarien eine sehr wichtige Ressource im Energiesektor und trägt zwischen 23 und 31 % zum Bruttoinlandsverbrauch bei; dies birgt jedoch Zielkonflikte mit dem verfügbaren Potenzial zur Kohlenstoffsequestrierung. {3.4.4, 4.5.2, 4.5.3, 8.4.3}

D.7 Alle Szenarien zeigen, dass es einen raschen Ausstieg aus fossilen Brennstoffen braucht, um Klimaneutralität zu erreichen. Deren Anteil am Bruttoinlandsverbrauch sinkt von 68 % im Jahr 2021 auf 2–3 % im Jahr 2040. Fossile Flüssigbrennstoffe und fossiles Methan werden teilweise durch unterschiedliche Mengen biogener oder synthetischer Brennstoffe ersetzt; in den Szenarien wird ein geringer Anteil fossiler Brennstoffe in Kombination mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung im Jahr 2040 verwendet (1,25–1,5 Mio. t CO_2 pro Jahr, entspricht 5,7–6,7 TWh pro Jahr) (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Elektrifizierung ist zwar in vielen Anwendungsbereichen die kosteneffizienteste Technologie zur Emissionsreduktion, aber die Szenarien deuten darauf hin, dass im Jahr 2040 immer noch ein Bedarf an CO_2-neutralen Flüssigbrennstoffen und Gasen besteht. Deren Anteil liegt zwischen 48–54 % des Bruttoinlandsverbrauchs im Jahr 2040. Diese Energieträger werden als grüner Wasserstoff oder synthetische Brennstoffe und Gase (d. h. grüner Wasserstoff, möglicherweise in Kombination mit Kohlendioxidabscheidung und -nutzung (CCUS)), als Biomasse, Biogas und Biobrennstoffe oder als fossile Brennstoffe mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung zur Verfügung gestellt. Um den Bedarf zu decken, sind ehrgeizige Zielvorgaben sowohl für die Erzeugung im Inland als auch für Importe erforderlich. Diese Brenn- bzw. Kraftstoffe finden hauptsächlich in folgenden Bereichen Anwendung: Industrie (50–63 % des gesamten Flüssigbrennstoff- und Gasverbrauchs), Verkehr (10–12 %), Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft (22–26 %) sowie Stromerzeugung und Fernwärme (4–23 %). {3.4.2, 3.4.3, 4.5.2, 4.6}

D.8 Damit bis zum Jahr 2040 Netto-Null-CO_2-Emissionen im Energiesystem erreicht werden können, sind zusätzliche jährliche Investitionen zwischen EUR_{2024} 6,4 Milliarden und 11,2 Milliarden erforderlich, was 1,1 % bis 1,9 % des projizierten BIP im Jahresmittel entspricht (Schätzungen aus 2024). Diese Investitionen haben voraussichtlich deutlich positive Auswirkungen auf Beschäftigung, Einkommen und Wohlstand (*mittleres Vertrauen*). Zusätzliche Investitionen in die Energieversorgung (Erzeugung, Infrastruktur und Speicherung) und in andere Sektoren wie Gebäude, Verkehr und Industrie können die Produktion ankurbeln und neue Arbeitsplätze schaffen. {8.4.4, 8.5.3, Tabelle 8.1, Abbildungen 8.16–8.18}

D.9 Die Dekarbonisierung der Wirtschaft erfordert den Rückbau der Infrastrukturen für fossile Brennstoffe und Investitionen in neue und bestehende Materialbestände (*mittleres Vertrauen*). Um Klimaneutralität zu erreichen, müssen die gesamten Materialbestände umgewandelt oder verkleinert werden, damit sie langlebiger sowie ressourceneffizienter werden und als Kohlenstoffsenken fungieren. Wenn hohe Importe von erneuerbaren Energieressourcen oder Primärrohstoffen aufgrund geopolitischer Rivalitäten keine plausible Möglichkeit sind, muss eine hocheffiziente Materialnutzung um Suffizienzstrategien ergänzt werden. So kann der Klimawandel gemindert und Vulnerabilitäten (z. B. durch Importabhängigkeiten) abgebaut werden. Die künftige Materialversorgung sollte auf CO_2-armen und qualitativ hochwertigen (Infra-)Strukturen, Ersatzstoffen, einer längeren Produktlebensdauer und Materialkreisläufen zur umweltgerechten Gestaltung von Produkten beruhen und im Inland erfolgen. {4.2, 8.5.1, 8.6.1, Cross-Chapter Box 3, Cross-Chapter Box 7}

D.10 Pfadabhängigkeiten führen dazu, dass fossile Brennstoffe weiterhin verwendet werden oder synthetische Treib- bzw. Brennstoffe in den Bereichen Verkehr und Heizung verstärkt zum Einsatz kommen. Eine Verzögerung der Transformation in diesen Sektoren birgt das Risiko, dass ein bedeutender Bestand an Infrastruktur, der auf flüssigen oder gasförmigen Kraft- und Brennstoffen basiert, bestehen bleibt. In der Folge werden diese Treib- bzw. Brennstoffe auf kostspielige und ineffiziente Weise in Sektoren verbraucht, wo mittels Elektrifizierung eine kostengünstigere Emissionsreduktion möglich wäre (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Ein hoher Anteil an flüssigem Kraftstoff im Verkehrssektor kommt beispielsweise nur in einem Sensitivitätsszenario zum Tragen, bei dem die Elektrifizierungsrate des Straßenverkehrs auf dem derzeitigen Niveau gehalten wird. Andernfalls werden flüssige Treibstoffe in allen Netto-Null-Szenarien nur für den Luft- und Schiffsverkehr verwendet. Dies zeigt, dass der schrittweise Ausstieg aus Verbrennungsmotoren entscheidend ist, wenn das Ziel der Klimaneutralität rasch und kosteneffizient erreicht werden soll. Ebenso zeigen die Szenarien, dass flüssiger Brennstoff oder Gas für Raumwärme nicht kosteneffizient sind. {4.5.2}

D.11 Um Netto-Null-CO_2-Emissionen zu erreichen, müssen die verbleibenden Emissionen aus Industrieprozessen, Abfällen und der Landwirtschaft durch negative Emissionen aus konventionellen Methoden zur Entnahme und Speicherung von Kohlendioxid (*Carbon Dioxide Removal,* CDR) oder längerfristig durch neuartige, aber kostspielige CDR-Maßnahmen ausgeglichen werden (*hohes Vertrauen*). Je nach bewertetem Szenario betragen die Restemissionen pro Jahr aus der Landwirtschaft 4,3 Mio. t CO_2, aus Abfällen 1,7 Mio. t CO_2 und aus Industrieprozessen zwischen 0–5 Mio. t CO_2 (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Bei den Restemissionen in der Landwirtschaft und bei Abfällen ist die Unsicherheit höher als die Punktschätzungen, da nur ein Szenario diese Sektoren explizit bewertet. {Cross-Chapter Box 6}

D.12 Zu den in Österreich verfügbaren Optionen der Kohlendioxidspeicherung gehören konventionelle Maßnahmen (d. h. Aufforstung, Wiederaufforstung, Wiederherstellung von Ökosystemen und Bodenbewirtschaftung) und technische Verfahren, insbesondere Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage,* BECCS) und direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung (*Direct Air Carbon Capture and Storage,* DACCS). Zwischen diesen Optionen besteht eine gegenseitige Abhängigkeit und sie unterscheiden sich in Bezug auf ihre technischen Potenziale, Umsetzbarkeit, Synergien und Zielkonflikte sowie den jeweiligen Technologie-Reifegrad (*mittleres Vertrauen*). Das Potenzial jeder CDR-Option beruht zum Teil auf denselben Energie- und Flächenressourcen, weshalb die Optionen in Abhängigkeit voneinander betrachtet werden sollten. Eine erfolgreiche Umsetzung von CDR-Optionen hängt auch von mehreren externen Faktoren ab, beispielsweise technologischen Entwicklungen, dem regulatorischen Rahmen, der öffentlichen Wahrnehmung, der bestehenden Landnutzung und dem Energiebedarf unter sich ändernden Klimabedingungen. {2.3, 4.6, Tabelle 2.3, Cross-Chapter Box 6}

D.13 Neue Technologien wie die direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung (*Direct Air Carbon Capture and Storage*, DACCS) oder Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage*, BECCS) sind kostspielig und die Potenziale hängen davon ab, ob der abgeschiedene Kohlenstoff eingespeichert werden kann (*hohes Vertrauen*). Die erschöpften Öl- und Gasreservoirs im Inland bieten Schätzungen zufolge Speicherkapazitäten von 100 bis 250 Mio. t CO_2. Dies würde ausreichen, um die kumulativen, voraussichtlich schwer vermeidbaren Emissionen (sogenannte „Hard-to-abate"-Emissionen) für ein bis mehrere Jahrzehnte zu speichern. Es gibt derzeit keine belastbaren Analysen über zusätzliche Kapazitäten in den heimischen Grundwasserleitern (*mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Der Export von „Hard-to-abate"-CO_2-Emissionen, beispielsweise über ein CO_2-Netz durch Deutschland bis zur Nordsee, scheint in Zukunft notwendig zu sein. Auch internationale Speicherkapazitäten sind begrenzt und unterliegen zudem dem Wettbewerbsmarkt. Es gibt demnach Grenzen hinsichtlich der CO_2-Menge, die im Inland oder auch anderswo in Europa abgeschieden und gespeichert werden kann (*mittleres Vertrauen*). {2.3, 4.6, Cross-Chapter Box 6}

Politische, wirtschaftliche, soziokulturelle und technische Rahmenbedingungen

D.14 Rahmenbedingungen wie Gesetze, Normen, Infrastrukturen und Governance-Strukturen können sowohl förderliche als auch hinderliche Faktoren für die klimafreundliche Transformation sein (*hohes Vertrauen*). Die Klimapolitik steht in engem Zusammenhang mit Machtverhältnissen, Gesetzen und Normen, wirtschaftlichen Anreizen und der Sozialpolitik, Infrastrukturen, sozialen Normen, der Zusammensetzung nationaler Regierungen und der EU-Kommission sowie der globalen Klima-Governance. Politökonomische und soziokulturelle Rahmenbedingungen können klimafreundliche Transformationen behindern oder fördern. Die Überwindung von Hürden wie Wissenschaftsskepsis und die Instrumentalisierung der Klimapolitik in einer Kulturkampf-Rhetorik ist ebenso wichtig wie die Stärkung von förderlichen Faktoren. {3.3.3, 4.2, 5.6, 6.2, 6.5.2, 8.5, Tabelle SPM.1}

D.15 Entscheidende Hebel für klimafreundliche Transformationen sind Maßnahmen, die die strategische Energieautonomie auf nationaler und europäischer Ebene stärken sowie auf eine Verbesserung der Lebensqualität ausgerichtet sind. Eine Kombination von Anreizen und Regulierung fördert eine integrierte ökosoziale Politik und ermöglicht die Umsetzung von iterativem Klimarisikomanagement (*mittleres Vertrauen*). Eine größere strategische Autonomie durch Suffizienzmaßnahmen kann die Importabhängigkeit reduzieren. Indem die Vorteile von Klimaschutzmaßnahmen hervorgehoben und die Kosten des Nicht-Handelns aufgezeigt werden, kann breite Unterstützung aus der Gesellschaft erreicht werden. Die Umsetzung von Push-Maßnahmen, die die Interessen einzelner Unternehmen einschränken, kann die wirtschaftliche Planung erleichtern und Innovationen fördern. Ein iteratives Risikomanagement kann transformative Maßnahmen an der Schnittstelle zwischen Klimawandelanpassung und Risiko- und Katastrophenmanagement fördern. Weitere wichtige Ansatzpunkte sind ökosoziale Maßnahmen, die Ungleichheiten verringern und das Wohlergehen sowie einen klimafreundlichen Lebensstil fördern, z. B. barrierefreie Infrastrukturen der öffentlichen Verkehrsmittel und erneuerbare Energien. {3.4, 6.2, 6.5.2, 8.5, Tabelle SPM.1}

D.16 Die Wirksamkeit von Emissionsreduktionsmaßnahmen kann gesteigert werden, wenn diese in das umfassende Ziel eines klimafreundlichen Lebens eingebettet sind. Darunter wird ein gutes Leben für alle innerhalb der planetaren Grenzen verstanden. Auf diese Weise wird Klimaneutralität mit Klimaresilienz und weiteren sozioökonomischen und ökologischen Zielen verbunden (*mittleres Vertrauen*). Da Klimapolitik nicht isoliert und unabhängig von anderen politischen Bereichen stattfinden kann, erfordert ein klimafreundliches Leben eine Integration von Maßnahmen, um rasche und weitreichende Veränderungen zu erzielen. Das betrifft die Bereiche Mobilität, Gebäude, Nahrungsmittel, Gesundheit, Betreuungsarbeit und Freizeitaktivitäten sowie tiefgreifende Veränderungen der institutionellen Strukturen. Wenn der Fokus auf der Bereitstellung von Dienstleistungen liegt, können menschliche Bedürfnisse und das Wohlergehen in den Vordergrund gestellt und Möglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette von Ressourcen identifiziert werden. {6.2, 6.5.3, 8.5, 8.6.1, Tabelle SPM.1, Cross-Chapter Box 3, Kapitel 4}

Tabelle SPM.1 | Überblick über Hindernisse und Hebel für die Umsetzung der klimafreundlichen Transformationen. {Tabelle 8.2}

Politikfelder	**Hindernisse** für die Umsetzung der klimafreundlichen Transformationen	**Hebel** für die Umsetzung der klimafreundlichen Transformationen
Globale Governance	• Umstrittene globale Klima-Governance • Marktorientierte Governance schränkt politischen Spielraum ein • Nationale Sicherheitspolitik steht über kooperativer Governance	• Demokratischer Spielraum für effektive Politik • Steigerung der strategischen Autonomie und Verringerung der Importabhängigkeit durch Suffizienzmaßnahmen
Demokratie, Recht und Wissenschaft	• Politische Entscheidungen, die Klimaschutzmaßnahmen verzögern • Wissenschaftsskepsis	• Verknüpfung repräsentativer, beratender und partizipativer Formen der Demokratie sowie wissenschaftlicher Expertise • Aufzeigen der Vorteile von Klimaschutzmaßnahmen vs Kosten des Nicht-Handelns • Klimaklagen und Gerichtsverfahren zum Klimawandel
Politisch-wirtschaftliche Rahmenbedingungen	• Makro- und mikroökonomische Wachstumsimperative • Macht und Interessen großer Unternehmen • Dominanz von Risikominderungsmaßnahmen • Umstrittener europäischer Green Deal	• Koordinierte Wirtschaftsplanung zur Förderung von Innovation und Exnovation • Begrenzung der Interessen großer Unternehmen • Steuer-, Geld- und Wirtschaftspolitik, die Anreize und Regulierung verknüpft
Soziokulturelle Rahmenbedingungen	• Festhalten am Status quo (Verteidigung nicht-nachhaltiger und unfairer Konsummuster) • Diskrepanz zwischen Problembewusstsein und Handeln • Werbung für den Mehrverbrauch fossiler Brennstoffe	• Ökosoziale Maßnahmen zum Abbau von Ungleichheiten und zur Steigerung des Wohlergehens aller • Breitere Allianzen basierend auf Vorteilen für das tägliche Leben
Anpassung	• Umsetzungslücke aufgrund von mangelnder Priorisierung, unzureichendem politischen Willen und fehlenden Budgets • Anpassungsgrenzen schränken den Handlungsspielraum der Politik ein	• Iteratives Klimarisikomanagement zur Umsetzungsunterstützung von Anpassungsmaßnahmen • Transformative Anpassung als Alternative zur schrittweisen Anpassung

D.17 Die Erreichung der nationalen Klimaziele und Einhaltung völkerrechtlicher Verpflichtungen ist nur dann möglich, wenn übergeordnete politische Ziele wie die Stärkung der geopolitischen Sicherheit und der Wettbewerbsfähigkeit auch die Klimawirkung und Gerechtigkeitsaspekte berücksichtigen (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Die Integration der Klimapolitik kann dazu beitragen, politische Scheuklappen abzulegen, wenn es um Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen geht. Das ist insbesondere der Fall, wenn die Bereitstellung von Mobilität, Wohnraum, Nahrungsmitteln, Gesundheit, Betreuungsarbeit und Freizeitaktivitäten in eine umfassendere Politik der nachhaltigen Entwicklung eingebettet wird. Die Vergrößerung des politischen Spielraums ist wichtig, um Transformationen besser planen zu können. Innovative, demokratische und mehrstufige Governance-Modelle können die Integration der Klimapolitik unterstützen, um Innovationen wie den Ausbau erneuerbarer Energien besser zu skalieren und „Exnovationen" wie den Ausstieg aus Verbrennungsmotoren zu fördern (*mittleres Vertrauen*). {6.5.3, 8.3, 8.5, 8.6.1}

D.18 Drei Wege zur Reduktion der Emissionen sind (1) *Vermeidung* von Emissionen, (2) *Verlagerung* zu emissionsarmen Alternativen und (3) *Verbesserung* von Infrastrukturen sowie der Bereitstellungssysteme von Gütern und Dienstleistungen. Bei der Auswahl von Maßnahmenbündeln gibt der ASI-Ansatz (Avoid-Shift-Improve) verschiedene Prioritäten vor: Maßnahmen zur Vermeidung (*Avoid*) haben Vorrang gegenüber Maßnahmen zur Verlagerung (*Shift*) und Verbesserung (*Improve*) (*hohes Vertrauen*). Der ASI-Ansatz zielt direkt auf das menschliche Wohlergehen ab, wenn es um die Formulierung und den Vergleich von Klimaschutzmaßnahmen geht. Dieser Ansatz fördert ein systematischeres Denken, das verschiedene Perspektiven nutzt, um die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen anzupassen. Dies geschieht, indem Angebotsstrukturen verändert, Infrastrukturen transformiert und Entscheidungsarchitekturen modifiziert werden. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt der Klimapolitik auf das, was die Menschen für ein gutes Leben brauchen. Nachfrage, Präferenzen und Entscheidungen werden nicht als gegeben, sondern als sozial konstruiert betrachtet. Das menschliche Wohlergehen hängt von den jeweiligen Institutionen und Infrastrukturen des sozioökonomischen Systems ab. Barrierefreie öffentliche Verkehrsmittel erleichtern den Umstieg vom Auto; alternative Heizsysteme ermöglichen den Ausstieg aus fossilen Energieträgern für die Raumwärmeerzeugung. Vermeidungs-, Verlagerungs- und Verbesserungsmaßnahmen schließen sich nicht gegenseitig aus und werden in klimafreundlichen Maßnahmenbündeln zusammengefasst, wodurch sich deren Wirksamkeit erhöht. Während Vermeidungs- und Verlagerungsmaßnahmen oft von Vorschrifts-, Gesetzes- und Infrastrukturänderungen sowie anderen Rahmenbedingungen abhängen, sind Verbesserungsmaßnahmen oft mit den bestehenden Gewohnheiten vereinbar. {4.2, 4.4.4, 8.6.1, Cross-Chapter Box 3, Cross-Chapter Box 4}

D.19 Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft können die klimafreundliche Transformation unterstützen (*hohes Vertrauen*). Wenn statt der Errichtung von Neubauten der Fokus auf Dienstleistungen wie die Instandsetzung und optimale Nutzung von Gebäuden oder die Reparatur und Wiederverwendung verlagert wird, kann die Nachfrage nach Schüttgut und kritischen Rohstoffen verglichen mit einer reinen Dekarbonisierungsstrategie erheblich reduziert werden. Indem der Bau von Straßen und Gebäuden eingeschränkt wird, kann der Energiebedarf in den Bereichen Heizung und Verkehr um ein Drittel gesenkt werden. Dies trägt wiederum zur Dekarbonisierung des Energiesektors bei. Da in allen Dekarbonisierungsszenarien eine noch nie dagewesene Steigerung des Angebots erneuerbarer Energien notwendig ist, können die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft und deren Reduktionspotenzial dazu beitragen, die Klimaziele zu erreichen. {4.4.4, Cross-Chapter Box 3, Cross-Chapter Box 4)

D.20 Durch Strategie- und Infrastrukturänderungen (z. B. Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel) sowie kulturelle, verhaltensbezogene und normative Änderungen (z. B. Förderung und Anregung emissionssparender Verhaltensweisen durch fußgängerfreundliche Stadtviertel) können Emissionen reduziert werden, weil sie die Nachfrage senken (*hohes Vertrauen*). Eine Senkung der Nachfrage, die durch Änderungen des Lebensstils erreicht werden soll, stößt auf Hindernisse: bestehende Infrastruktur (z. B. unzureichende Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel), wirtschaftliche Fehlanreize (z. B. Förderungen für emissionsintensive Produkte und Dienstleistungen) und soziale Normen (z. B. energieintensive Güter wie große PKWs oder große Häuser und Wohnungen, die als Statussymbole gelten). {3.4.2, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 8.5.4, 8.6.1}

D.21 Arbeit – einschließlich unbezahlter Betreuungsarbeit und bezahlter Beschäftigung – prägt den Alltag in Österreich. Die derzeitige Struktur des Wirtschafts- und Erwerbssystems behindert eine klimaneutrale Versorgung sowie die Transformation zu einem klimafreundlichen Leben (*hohes Vertrauen*). Gut bezahlte, energieintensive Arbeit ist strukturell mit unbezahlter oder schlecht bezahlter, aber unverzichtbarer Arbeit wie Betreuung und Pflege verbunden (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Diese Arbeits- und Lebensweise stellt ein strukturelles Hindernis für klimafreundliche Mobilität, Versorgung mit Nahrungsmittel, Freizeitaktivitäten sowie Wohnen dar und fördert Praktiken, die energieintensiv sind und auf fossilen Brennstoffen basieren (*mittleres Vertrauen*). {4.7.1}

D.22 Beim Übergang zu einer klimafreundlichen Gesellschaft werden Emissionen, die mit bezahlter Arbeit und unbezahlter Betreuungsarbeit direkt zusammenhängen, reduziert (*geringe Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Ökologisierung und gerechtere Aufteilung von bezahlter Arbeit und unbezahlter Betreuungsarbeit wird eine hohe Lebensqualität, die Gleichstellung der Geschlechter, gute Arbeitsplätze und ein klimafreundliches Leben, eine ausgeglichene Work-Life-Ba-

lance und eine angemessene Versorgung mit Pflegeleistungen gewährleisten (*mittleres Vertrauen*). Unter dem derzeitigen „Business-as-usual"-Szenario wird die Arbeitswelt durch die Auswirkungen des Klimawandels stark beeinträchtigt werden. Daher werden sektorale Verlagerungen hin zur Bereitstellung von Gütern und Dienstleistungen des Grundbedarfs wie Gesundheit, Betreuungsarbeit, Nahrungsmittel und Wohnen erforderlich sein (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). {4.7.2}

D.23 Um Produktion mit hohem Emissionsprofil oder hohem Ressourcenverbrauch zu vermeiden und den Arbeitskräftemangel zu beseitigen, kann eine klimafreundliche Regulierung der Arbeitsmärkte einen Übergang von der Überproduktion zur nachhaltigen Bereitstellung grundlegender Dienstleistungen ermöglichen (*mittleres Vertrauen*). Durch die Umverteilung von bezahlter Arbeit und unbezahlter Betreuungsarbeit sowie die Schaffung von wohnortnahen Arbeitsplätzen mittels entsprechender Wirtschafts- und Arbeitsmarktpolitik können klimafreundliche Arbeits- und Lebensweisen gestärkt werden. Durch eine gerechtere Verteilung von Wohlstand und Einkommen, Arbeitsplatzgarantien und die öffentliche Bereitstellung von Grundgütern (z. B. Wohnen, Nahrungsmittel und Gesundheitsversorgung) kann die wirtschaftliche Sicherheit erhöht und somit ein ökologischer Wandel am Arbeitsmarkt ermöglicht werden. {4.7.3}

Klimafreundliche Transformationspfade

D.24 Klimafreundliche Transformationspfade integrieren Emissionsreduktions- und Anpassungsstrategien sowie Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen. Diese Pfade stützen sich dabei auf Narrative, welche den Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen im Alltag und die Kosten des Nicht-Handelns hervorheben (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Obwohl die Pfade unterschiedlich sind, haben sie eines gemein: Sie liefern ein Narrativ für die gesellschaftliche Organisation und das Verhalten. Ziel ist die Reduktion von direkten als auch indirekten Emissionen, um die Klimaziele zu erreichen. Gleichzeitig soll die Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels durch Anpassung verringert und die Klimaresilienz verbessert werden. Im weiteren Sinne zielen diese Pfade darauf ab, ein gutes Leben für alle innerhalb der planetaren Grenzen zu gewährleisten. {8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, Tabelle 8.3}

D.25 Die Klima-Governance beruht auf politischen Entscheidungen. Die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen hängt von vier Schlüsselelementen ab: Ausweitung der Klimapolitik, klimafreundliche Governance-Modelle, ein erweiterter Instrumentenmix sowie die Unterstützung durch Politik und Gesellschaft (*mittleres Vertrauen*). Die Integration der Klimapolitik in die nachhaltige Entwicklung kann die Politikkohärenz fördern und den Einfluss von Partikularinteressen verringern. Ein vielfältiger Mix aus Maßnahmen zur Emissionsreduktion und Anpassung, Stärkung von Effizienz und Suffizienz sowie inkrementeller als auch disruptiver Ansätze unterstützt den Governance-Rahmen. {6.5.1, 8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, Tabelle 8.3}

D.26 Klimafreundliche Governance-Modelle können klimapolitische Erwägungen über mehrere Ebenen und Politikbereiche hinweg integrieren. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass durchsetzbare Verwaltungsvorschriften weiterhin mit dem Schutz der Grundrechte vereinbar bleiben (*mittleres Vertrauen*). Die Unterstützung seitens der Gesellschaft ist ausschlaggebend dafür, dass Klimamaßnahmen durchführbar sind. Die Grundlage für diese Unterstützung bilden sowohl der öffentliche Diskurs als auch das politische Engagement der Entscheidungsträger:innen. Ein umfassendes Verständnis von Klimapolitik als Teil der nachhaltigen Entwicklung unterstützt die politische Integration und kann dem Einfluss von vorherrschenden Eigeninteressen entgegenwirken. {6.5.1, 8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, Tabelle 8.3}

D.27 Klimafreundliche Transformationspfade umfassen ein ausgewogenes Portfolio aus inkrementellen und disruptiven Maßnahmen (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Ein alleiniger Fokus auf Maßnahmen, die sich stark auf Möglichkeiten der Technologie und Effizienzsteigerungen konzentrieren, stellt eine Form von Klimaschutzverzögerung dar. Denn solche Maßnahmen allein reichen nicht aus, um die Klimaziele zu erreichen. Klimafreundliche Transformationspfade erfordern Bündel von inkrementellen und strukturellen Maßnahmen, die allgemein akzeptierte Vorgehensweisen (z. B. Schaffung von Grünflächen und Ausbau des öffentlichen Verkehrs) mit kontroversiellen Ansätzen (z. B. Reduktion von Parkplätzen

in Städten und Umstellung auf gesunde Ernährungsweisen) kombinieren. Strategische Autonomie und eine geringere Abhängigkeit von Importen fossiler Brennstoffe können erreicht werden, indem die Nachfrage durch Suffizienzmaßnahmen gesenkt wird. Der Vorteil von Regularien – seien es Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Produktvorschriften – ist, dass diese Maßnahmen für die Öffentlichkeit kostengünstig sind. Außerdem können diese Maßnahmen unter Umständen zu sofortigen Ergebnissen führen und auch den fiskalpolitischen Handlungsspielraum vergrößern (*mittleres Vertrauen*). {8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, 8.7, Tabelle 8.3}

D.28 Derzeit bestimmen Narrative, die sich auf Märkte, Technologie und Effizienzsteigerungen konzentrieren, den klimapolitischen Diskurs (*hohes Vertrauen*). Durch diese Narrative können Allianzen für Klimaschutz ausgebaut und weite Teile der Gesellschaft eingebunden werden, sofern sowohl Fairness-Aspekte als auch kurzfristige positive Nebeneffekte wie attraktive Angebote im öffentlichen Verkehr (z. B. „KlimaTicket“) und Anreize zur Förderung der Kreislaufwirtschaft (z. B. „Reparaturbonus“) dabei stärker berücksichtigt werden. Diese Angebote können auch für jene Menschen attraktiv sein, die einer ehrgeizigen Klimapolitik skeptisch gegenüberstehen. {8.6}

D.29 Narrative, die sich auf den Strukturwandel sowie Suffizienz- und Emissionsreduktionsmaßnahmen konzentrieren, können wirksamer und praktikabler werden, wenn sie auf die Sicherstellung eines hohen Lebensstandards sowie Verbesserung der Arbeits- und Sozialbedingungen ausgerichtet sind (*mittleres Vertrauen*). Dies kann das Interesse an Klimapolitik verschiedener Bevölkerungsgruppen einschließlich Haushalten mit niedrigem Einkommen wecken. Indem eine ehrgeizige sozial-ökologische Agenda mit der Neuausrichtung der Wirtschaft kombiniert wird, können die Grundbedürfnisse in den Bereichen Gesundheit, Betreuungsarbeit, Ernährung, Wohnen, Energie und Mobilität befriedigt werden. {8.6}

D.30 Transformationspfade, die sich auf Strategien zur Senkung der Nachfrage konzentrieren, können Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen maximieren (*geringe Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Wenn die Zahl der Neubauprojekte (z. B. Gebäude und Straßen) verringert wird, bedeutet dies nicht nur weniger Emissionen, sondern auch weniger Bodenversiegelung und damit eine Verbesserung der Biodiversität. Indem die Fleischproduktion reduziert wird, können Emissionen gesenkt und gleichzeitig eine Verbesserung der öffentlichen Gesundheit und Kostensenkungen in der Gesundheitsversorgung erreicht werden. Wenn die PKW-Abhängigkeit verringert wird, kann sich die Lebensqualität in Wohnvierteln verbessern. Es ist jedoch wichtig, ein angemessenes Mittelmaß zu finden, da eine übermäßige Betonung der Nachfragereduktion bei bestimmten Bevölkerungs- und Interessengruppen auf Widerstand stoßen könnte. {8.5, 8.6, 8.7, Abbildung 8.3}

D.31 Transformationspfade, die auf einer einseitigen Betrachtung beruhen, sind bei der Erreichung der Klimaziele tendenziell weniger effektiv als Pfade, die mehrere Perspektiven berücksichtigen (*hohes Vertrauen*). Ökomoderne Transformationspfade, die auf markt- und technologiebasierten Lösungen und hohen Energieimporten beruhen, können Widerstand auslösen, da Emissionsreduktion mit einer Erhöhung der Energie- und CO_2-Preise einhergeht. Im Gegensatz dazu können Transformationspfade, die Strategien zur Nachfragesenkung priorisieren, auf Widerstand stoßen, da sie Verlust-Aversion (d. h. Tendenz zur Vermeidung von Verlusten) und ein Gefühl von Einschränkung hervorrufen können. {8.4, 8.6, 8.7}

D.32 Klimafreundliche Transformationspfade vereinen verschiedene Perspektiven aus unterschiedlichen soziokulturellen Milieus. Dies kann dazu beitragen, dass Maßnahmen zur Klimaneutralität nicht hinausgezögert werden (*mittleres Vertrauen*). Alle klimafreundlichen Transformationspfade bringen Herausforderungen mit sich. Daher sollten bei der Umsetzung mehrere Perspektiven berücksichtigt werden, um zielführende Kompromisse zu fördern und Entscheidungen auf Basis von Partikularinteressen zu vermeiden. {8.4, 8.6, 8.7}

E. Welche Politikmaßnahmen können effektive und sozial ausgewogene Klima-Governance unterstützen? Institutionelle und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Dieser Abschnitt beleuchtet die notwendigen Rahmenbedingungen für eine wirksame und gerechte Integration der Klimapolitik, die den Übergang zu einer CO_2-neutralen und klimaresilienten Gesellschaft erleichtert. Zu den Kernthemen gehören eine Governance-Reform, die Rolle diverser Politikinstrumente und die Akzeptanz von Maßnahmen unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Bedenken. Dieser Abschnitt zeigt auf, dass eine klimafreundliche Transformation machbar ist und Vorteile mit sich bringt.

Abbau struktureller Hürden für eine wirksame Klimapolitik

E.1 Um ein klimafreundliches Leben und Wohlergehen für alle zu erreichen, sind neue Produktions- und Bereitstellungssysteme sowie nachhaltige Infrastrukturen einschließlich eines CO_2-neutralen Energiesystems erforderlich (*hohes Vertrauen*). Bestehende Infrastrukturen und Bereitstellungssysteme, insbesondere in den Bereichen Mobilität und Wohnen, behindern häufig ein klimafreundliches Leben, selbst wenn Einzelpersonen bereit sind, den eigenen CO_2-Fußabdruck zu reduzieren. Beispielsweise machen hohe Ticketpreise im internationalen Bahnverkehr und Steuerbefreiungen im Flugverkehr den Umstieg vom Flugzeug auf die Bahn unattraktiv; auch fehlen in bestimmten Situationen Möglichkeiten, auf schadstoffarme Heizsysteme umzusteigen. {4.2, 8.4, 8.5.4, Cross-Chapter Box 3}

E.2 Die gesellschaftliche Akzeptanz von Maßnahmen trägt wesentlich zu deren wirksamer Umsetzung bei (*hohes Vertrauen*). Maßnahmen, die einen gerechten Übergang („Just Transition") unterstützen und übermäßige Einkommens- und Vermögensunterschiede reduzieren, tragen dazu bei, die gesellschaftliche Akzeptanz der Klimapolitik zu erhöhen und Hürden für die Änderung von Lebensstilen und Konsumverhalten abzubauen. Dazu gehört auch der von der EU vorgeschlagene Mechanismus für einen gerechten Übergang, womit sichergestellt wird, dass „der Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft fair verläuft und niemand zurückgelassen wird". Es gibt Belege dafür, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von Klimamaßnahmen davon abhängt, ob sie als fair und zielführend wahrgenommen werden. Maßnahmen, die als einschneidend empfunden werden, aber für eine wirksame Reduktion der Treibhausgasemissionen letztendlich notwendig sind, müssen besonders gut durchdacht sein, um die gesellschaftliche Akzeptanz zu gewährleisten. {5.6.3}

E.3 Eine umfassende vertikale und horizontale Integration der Klimapolitik sowie klare Prioritätensetzung für Maßnahmen bei Zielkonflikten sind Voraussetzungen dafür, dass Klimapolitik auf allen Regierungsebenen im Einklang mit den Zielen des Pariser Abkommens umgesetzt werden kann (*hohes Vertrauen*). Klimapolitik hat eine größere Wirkung, wenn sie in sektorale Maßnahmen (z. B. Agrarpolitik, Verkehrspolitik, Energiepolitik) integriert wird, als wenn sie als separater Bereich konzipiert wird. Bei der Integration der Klimapolitik geht es in erster Linie darum, klimarelevante Aspekte quer durch alle Politikbereiche zu berücksichtigen. {6.5.3}

E.4 Die Aufteilung der Zuständigkeiten für den Klima- und Umweltschutz zwischen Bund und Ländern ist ein zentraler Ansatzpunkt, um eine effiziente Gestaltung und Umsetzung der Klimapolitik zu gewährleisten (*hohes Vertrauen*). Der kürzlich beschlossene Finanzausgleich für die Jahre 2024 bis 2028 sieht keine wesentlichen Reformen zur Stärkung einer zwischenstaatlichen Klima-Governance vor. Ein Beispiel für die mangelnde Integration der Klimapolitik in Österreich ist der anhaltend hohe Grad an Bodenversiegelung, der die Klimaschutzbemühungen untergräbt. Dies verdeutlicht auch die Notwendigkeit einer Neuordnung der Kompetenzen in der Raumplanung, um die Klimaziele zu erreichen. {6.4.1, 6.5.3}

E.5 Der aktuelle klimapolitische Maßnahmenmix in Österreich wird durch konkurrierende Interessen geschwächt und ist stark auf Subventionen ausgerichtet, wodurch das Potenzial anderer politischer Instrumente weitgehend ungenutzt bleibt. Damit klimapolitische Instrumente wirksam sind, müssen diese einen Strukturwandel hin zu klimafreundlichen Lebens-

stilen und Versorgungssystemen ermöglichen und die Resilienz gegenüber unvermeidbaren Klimafolgen erhöhen (*hohes Vertrauen*). Nationale Klimabeiräte, wie im Europäischen Klimagesetz vorgeschlagen, können eine wichtige Rolle für den Dialog der Interessensgruppen und bei der Bereitstellung wissenschaftlicher Klima-Expertise für die zuständigen Behörden spielen. Die Einrichtung eines solchen unabhängigen Klimabeirates in Österreich könnte die Wirksamkeit der nationalen Klimaschutzmaßnahmen verbessern. {6.3, 6.4, 6.5}

E.6 Um die Klimaziele zu erreichen, ist ein ausgewogenes Maßnahmenpaket erforderlich, das Regulierung, Planungsinstrumente, wirtschaftliche Anreize und andere politische Instrumente wie Sensibilisierungs- und Informationskampagnen kombiniert (*hohes Vertrauen*). Tabelle SPM.2 liefert einen Überblick über die klimapolitischen Instrumente in verschiedenen Sektoren in Österreich – sowohl bereits implementierte als auch verfügbare, aber noch nicht genutzte Instrumente. Dabei wird je nach Umsetzungsstatus und Übereinstimmung mit klimapolitischen Zielen unterschieden. Bislang wurde das Potenzial der meisten umgesetzten Instrumente noch nicht voll ausgeschöpft, da ihre Ausgestaltung nicht ausreichend auf die bestehenden Klimaziele ausgerichtet ist. Die Wahl der Instrumente und ihr Beitrag zur Erreichung der Klimaziele hängen letztendlich jedoch vom gewünschten Maßnahmenmix ab. {6.5}

E.7 Effektive Klima-Governance greift in tief verwurzelte politische und wirtschaftliche Strukturen und in die damit verbundenen Machtverhältnisse ein. Sie erfordert auch Strategien für den Umgang mit Widerstand, der durch Maßnahmen möglicherweise hervorgerufen wird (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Das Wirtschaftswachstum und der Wohlstand in Österreich basieren auf der Nutzung fossiler Brennstoffe und den damit verbundenen Infrastrukturen (z. B. Pipelines und Straßen). Das bedeutet, dass starke politische und wirtschaftliche Interessen an der Aufrechterhaltung eines von fossilen Brennstoffen abhängigen Status quo bestehen, was eine schrittweise ökologische Modernisierung behindert und eine weitreichende Transformation hin zur Klimaneutralität erschwert. Im Umgang mit potenziellem politischen und gesellschaftlichen Widerstand gegen solch weitreichende Eingriffe bedarf es einer systematischen Integration von Gerechtigkeitsaspekten und politischen Strategien. So können erfolgreiche Koalitionen gebildet und Widerstände abgebaut werden. {6.2}

E.8 Die Fiskalpolitik und der öffentliche Haushalt sind sowohl in Bezug auf die Einnahmen als auch auf die Ausgaben entscheidende Hebel der Klimapolitik. Ihr Potenzial wird derzeit nicht voll ausgeschöpft und durch kontraproduktive Maßnahmen wie klimaschädliche Förderungen sogar geschmälert (*hohes Vertrauen*). Die derzeitigen finanzpolitischen EU-Vorschriften schränken die öffentlichen Investitionen für den Klimaschutz ein. Durch die schrittweise Abschaffung kontraproduktiver Maßnahmen wie klimaschädlicher Förderungen könnten die verfügbaren öffentlichen Klimafinanzmittel sowohl für Klimaschutz- als auch Anpassungsmaßnahmen erhöht werden. Ergänzend dazu braucht es für einen wirksamen Klimaschutz auch die Mobilisierung privater Mittel, um die Investitionslücke zu schließen. Dies kann erreicht werden, indem angemessene Green-Finance-Standards geschaffen werden und die Kohlenstoffexposition der Wirtschaft reduziert wird. {6.5, 6.7, Cross-Chapter Box 8}

E.9 Der Mix aus Maßnahmen, der zur Erreichung der Klimaziele ausgewählt wird, beruht auf gesellschaftlichen und politischen Präferenzen (*hohes Vertrauen*). Instrumente zur CO_2-Bepreisung wie das EU-Emissionshandelssystem und das Nationale Emissionszertifikatehandelsgesetz (NEHG) werden zur Steuerung der relativen Preise eingesetzt, die sich auf die Anreizstrukturen von Produktions- und Konsumaktivitäten auswirken. Diese zielen auf Marktinteraktionen und die effiziente Zuteilung knapper Ressourcen ab. Effekte zweiter Ordnung, wie Verteilungseffekte oder Kohlendioxidleckage, erfordern zusätzliche Instrumente. Regulative Instrumente sind in hohem Maße sektorspezifisch und reichen von Bauvorschriften über Rohstoffverordnungen bis hin zu Verboten, die ein Aus für die Verwendung von Verbrennungsmotoren mit fossilen Brennstoffen bedeuten. Zusätzlich zu den Klimaschutzmaßnahmen sind Anpassungsinstrumente erforderlich, um die negativen Auswirkungen unvermeidbarer Folgen des Klimawandels auszugleichen. Unterstützende Maßnahmen für einen gerechten Übergang sind ausschlaggebend für den Erfolg von Klimaschutzmaßnahmen. Denn damit können unerwünschte soziale Härten abgemildert und die gesellschaftliche sowie politische Akzeptanz verbessert werden. {6.1, 6.5}

Tabelle SPM.2 | Tabellarische Übersicht zum Stand der politischen Instrumente in Österreich. {Tabelle 6.2}

	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung	Verkehr (ohne Luftfahrt)	Gebäude	Nicht-EHS Sektoren	EHS Sektoren	Energieversorgung	Luftfahrt
Wirtschafts-instrumente: Steuern und EHS	Nationales Emissionshandelssystem (NEHG)				EU-Emissionshandelssystem (EHS)		
	Energiesteuern						Mineralölsteuer
	CO_2-Grenzausgleichssteuer				CO_2-Grenzausgleichssteuer		
	Grenzausgleichssteuer für Fleisch auf EU-Ebene					Mehrwertsteuerbefreiung für PV-Anlagen	Umsatzsteuer auf internationale Flüge
	Abschaffung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes auf Fleisch- und Milchprodukte	LKW-Maut	Leerstandsabgabe	Besteuerung von Ressourcen			Flugabgabe
	Höhere Steuern für emissionsintensive Produkte	Straßenbenutzungsgebühren für PKW (City-Maut)	Zweitwohnsitzsteuer				
	Düngemittelsteuer	Kfz-Steuern	Grundsteuer				
	Abgaben für Bodenversiegelung	Parkgebühren					
Regulierungs-instrumente: Subventionen	Subventionen für Forschung und Entwicklung						
	Investitionssubventionen	Subventionen für öffentl. Verkehr & aktive Mobilität	Subventionen für den Austausch von Heizungsanlagen	Subventionen für den Umweltschutz		Investitionszuschüsse	
	(Umstrukturierung von) Subventionen		Subventionen für die thermische Sanierung			Einspeiseprämien	
	Zahlungen für Ökosystemleistungen						
	Prämien für reduzierte Viehhaltung						
	Bodenentsiegelungsprämien						
	Zweckgebundene Ausgleichszahlungen für Renaturierung						
		Zuschüsse für Pendler					
		Zuschüsse für Dienstwägen					
Planungs-instrumente	Weniger Umwidmungen von Grünflächen	Raumplanung					
			Energie(raum)planung			Energie(raum)planung	
		Entsiegelung/Begrünung	Nachverdichtung	Renaturierung von Industriestandorten			
		Ausbau und Elektrifizierung des öffentlichen Verkehrs	Anpassung der Infrastruktur			Netzausbau	
		Infrastruktur für E-Mobilität					
				Kennzeichnung			
Andere Instrumente	Richtlinie über die Angabe nichtfinanzieller Informationen						
	Qualifikationsprogramme						
	Informationskampagnen						
	Finanzausgleich					Finanzausgleich	
	Kennzeichnung						
	Reform der Kommunalsteuer						
	Leittlinien für Düngemittelanwendungen						

Fehlende Implementierung | 11% **Unzureichende / unvollständige Implementierung** | 77% **Ausreichende Umsetzung** | 9% **Kontraproduktives Instrument** | 3%

	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung	Verkehr (ohne Luftfahrt)	Gebäude	Nicht-EHS-Sektoren	EHS-Sektorens	Energieversorgung	Luftfahrt
Regulatorische Instrumente	LULUCF-Verordnung	CO_2-Flottenemissions-grenzwerte	Bauvorschriften	Produktdesignstandards		Quoten für Erneuerbaren-Ausbau	Verbot von Kurz-streckenflügen
	Futtermittelverordnung	Absenkung der erlaubten Maximalgeschwindigkeit	Moratorium für den Ausbau des Erdgasnetzes	Verpflichtende Energieaudits		Vorschriften für Energiegemeinschaften	Verbot von Privatjets
	Verordnung zur Sorgfalt in der Lieferkette	Zufahrtsbeschränkungen	Verbot fossiler Heizsysteme (Neubauten)	Verpflichtende Abwärmenutzung		Nachhaltigkeitsstandards für Biokraftstoffe	
		Umweltverträglichkeits-prüfung		Umweltverträglichkeitsprüfung			
	Verordnung über entwaldungsfreie Produkte	Verwaltung von Parkplätzen	Verbot fossiler Heizsysteme (bestehende Gebäude)		Standards des Int. Pflanzen-schutzübereinkommens		
	Verpflichtung zur Aufforstung	Verpflichtende Verlagerung des Langstrecken-Güter-transports auf die Schiene	Anpassung Wohnungseigentumsgesetz		Verordnung zur Abscheidung, Nutzung und Speicherung von CO_2		
	Vorschriften für Düngemittel	Verpflichtender Schienen-transport für gewisse Güter	Anpassung des Denkmalschutzes				
	Einschränkungen bei Menüs in öffentlichen Kantinen	Mobilitätsbudgets	Anpassung des Mietrechts				
	Erhaltung der Biodiversität, Renaturierungsgesetz	Anpassung Bauvorschriften					
	Verordnung über die nachhaltige Verwendung von Pflanzenschutzmitteln	Moratorien für den Bau hochrangiger Straßen	Thermische Sanierung öffentlicher Gebäude				
	Reduktion des max. Viehbestands/Fläche	Recht auf Telearbeit					
	Renaturierung von Wäldern durch reduzierte Holzentnahme						
	Leitlinien für den Bodenschutz						
	Werbeverbot für Fleisch	Werbeverbot für Autos					Werbeverbot für Fluglinien
	öffentliche Beschaffung						
	Änderung des Forstgesetzes		Stellplatzverpflichtung				
Instrumente für gerechten Wandel / Kompensations-instrumente	Gutscheine für vulnerable Konsument:innen	Zuschüsse öffentliche Verkehrsmittel für einkom-mensschwache Haushalte	Zuschüsse Heizungstausch und Gebäudesanierung für ein-kommensschwache Haushalte	Finanzielle Unterstützung für betroffene Regionen			
		Pauschalzahlungen („Klimabonus“)		Senkung der Unternehmenssteuern			
			Energieeffizienzprogramme	Senkung der Steuern auf Arbeit			
			Konsumentenschutz- und information	Beschäftigungsbeihilfen			
			Begünstigte Darlehen/ Energieeffizienz-Hypotheken	Aktive arbeitsmarktpolitische Maßnahmen			
			Begrenzung monatlicher Nachzahlungen für Mieter für Renovierungsmaßnahmen				

Fehlende Implementierung | 11% **Unzureichende / unvollständige Implementierung** | 77% **Ausreichende Umsetzung** | 9% **Kontraproduktives Instrument** | 3%

Gesellschaftliche Dimension des Klimawandels und der Klimaschutzpolitik

E.10 Die Treibhausgasemissionen sind über die Haushaltseinkommen sehr ungleichmäßig verteilt (*hohes Vertrauen*). In Österreich verbrauchen reiche Haushalte im Vergleich zu einkommensschwachen Haushalten unverhältnismäßig mehr Ressourcen sowie Energie und erzeugen deutlich mehr Emissionen durch ihren Lebensstil. {5.2.2, Abbildung SPM.10}

E.11 Haushalte mit niedrigem Einkommen sind unverhältnismäßig stärker von Umweltverschmutzung und Extremereignisse betroffen (*hohes Vertrauen*). Diese Gruppen sind bei der Arbeit, unter anderem in der Landwirtschaft und im Baugewerbe, auch häufig den Auswirkungen des Klimawandels und der Umweltverschmutzung stärker ausgesetzt. Frauen sind in der Regel stärker betroffen, was hauptsächlich auf Faktoren wie das geschlechtsspezifische Lohngefälle, ihre geringere Beteiligung am Arbeitsmarkt und die ungleiche Verteilung der Betreuungsaufgaben innerhalb der Familien zurückzuführen ist. Energiearmut hängt mit einer Reihe von sozialen Faktoren zusammen, darunter Arbeitslosigkeit, geschlechtsspezifische Ungleichheiten, Bildungsgrad, Wohnsituation, Invalidität und Lebensalter. {5.2.2, 5.3.4}

E.12 Der Klimawandel bereitet den Menschen in Österreich große Sorge und entschlossenes Handeln wird gefordert (*hohes Vertrauen*). Die Klimapolitik wirkt sich unterschiedlich auf verschiedene Bevölkerungsgruppen aus. Ob Maßnahmen effektiv umgesetzt werden können, hängt stark von der entsprechenden Unterstützung seitens Politik und Gesellschaft ab. Deren Wirksamkeit erhöht sich durch Begleitmaßnahmen, die Ängste vor negativen Auswirkungen abbauen (z. B Pauschalzahlungen wie der „Klimabonus“ zum Ausgleich des Kaufkraftverlusts durch CO_2-Bepreisung), und gesellschaftliches Engagement sowie partizipative Mitgestaltungsansätze (z. B. „Bürger:innenräte“). Die Gesamtheit dieser Maßnahmen kann die gesellschaftliche Akzeptanz der Klimapolitik stärken und Hürden, die eine Änderung des Lebensstils und des Konsumverhaltens verhindern, beseitigen. {5.1, 5.4, 5.6.3, 8.5.4, 8.6.1}

E.13 Klimaschutzmaßnahmen haben sich als umfassender und längerfristig wirksam erwiesen, wenn sie partizipativ und integrativ gestaltet wurden (*hohes Vertrauen*). Zu den Schlüsselelementen gehören die Schaffung eines Gefühls der Gemeinschaft, der Teilhabe und des Vertrauens, wobei der Nutzen Einzelner in den Hintergrund gestellt wird; die Beteiligung eines möglichst breit gefächerten Publikums; die Integration kollektiver Maßnahmen in unterstützende Strategien; und die Vermeidung, dass diese Initiativen als elitär empfunden werden, denn dies könnte bei größeren Teilen der Gesellschaft zu einer Polarisierung führen und Gegenreaktionen in Bezug auf die Klimapolitik hervorrufen. {5.3, Abbildung 5.4}

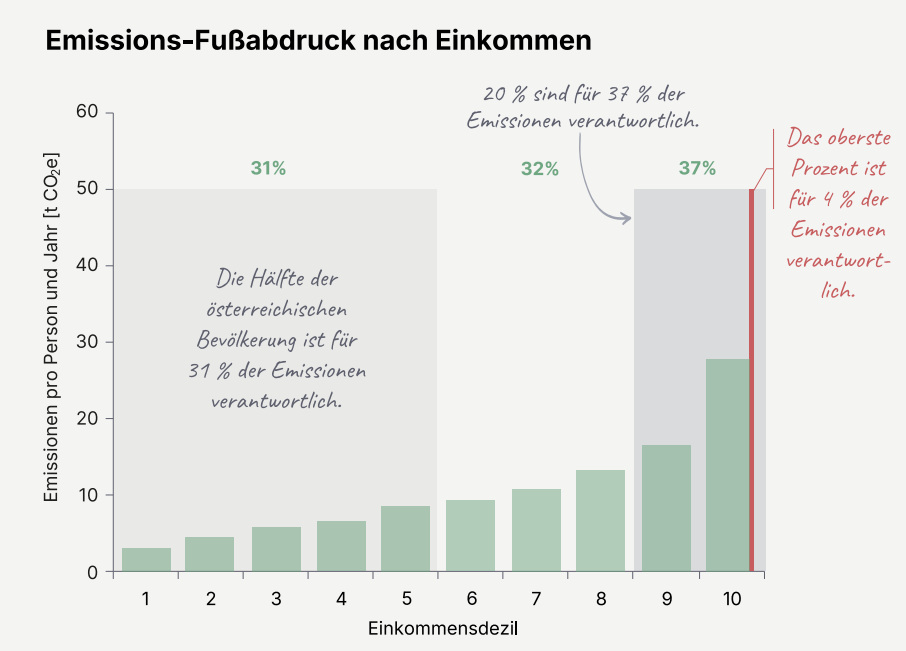


Abbildung SPM.10 | Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen nach Dezilen der Haushaltseinkommen sowie Emissionen des höchsten Einkommensperzentils (Theine et al., 2022; Nabernegg et al., 2023).

Methoden-Box 5: Soziale Kipppunkte

Das Konzept der sozialen Kipppunkte bezieht sich auf bestimmte soziale Normen, Verhaltensweisen und Technologien, die sich in kurzer Zeit von einer Minderheit auf die Mehrheit der Gesellschaft ausbreiten können. Ein Kipppunkt bezieht sich sowohl in sozialen als auch natürlichen Systemen auf eine kritische Schwelle im Kontrollparameter eines Systems. Sobald dieser Wert geringfügig überschritten wird, können die oben genannten Faktoren eine entscheidende Systemfunktion beeinflussen. Dies führt zu einer qualitativen Veränderung im System, sobald eine bestimmte Zeit verstrichen ist, woraufhin der Effekt eintritt. Damit diese Veränderungen stattfinden können, braucht es dementsprechende Strategien, Vorschriften, technologische Standards und Veränderungen der Infrastruktur, sodass eine CO_2-neutrale Lebensweise für alle möglich wird.

E.14 Unternehmen, zivilgesellschaftliche Organisationen und Bildungseinrichtungen können Verhaltensänderungen hin zu einem klimafreundlichen Lebensstil fördern, indem sie eine Führungsrolle übernehmen und Veränderungen intern umsetzen (*mittleres Vertrauen*). Beispielsweise können kollektive Maßnahmen als Bottom-up-Komponente eine wichtige Rolle spielen, wenn es um die Energiewende (z. B. durch die Bildung von Energiegemeinschaften) und um Anpassungsmaßnahmen auf lokaler Ebene geht. {5.3, 5.4}

E.15 Soziale Kippelemente, die einen systemweiten Wandel in Österreich auslösen können, sind der höhere soziale Status klimafreundlicher Lebensstile, klimafreundliche Städte und Gemeinden, Kostensenkungen bei klimafreundlichen Technologien, soziale Bewegungen und mehr Gerechtigkeit (*geringe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Für Österreich wurden elf Bereiche ermittelt, in denen eine rasche Reduzierung der Treibhausgasemissionen möglich ist, sowie 14 Maßnahmen, die wahrscheinlich Änderungen beim Lebensstil bewirken können (z. B. der höhere soziale Status klimafreundlicher Lebensstile). Die Bereiche Normen- und Wertewandel sowie Energieerzeugung und -speicherung weisen das größte Potenzial auf. {5.6.2, SPM Methoden-Box 5}

Umsetzbarkeit und Vorteile der klimafreundlichen Transformation

E.16 Klimafreundliches Verhalten geht mit einem verbesserten subjektiven Wohlergehen einher und hängt entscheidend von der Bereitstellung einer umfassenden Infrastruktur ab (*hohes Vertrauen*). Um eine CO_2-neutrale Lebensweise für die Bevölkerung zu einer attraktiven sowie bevorzugten Option zu machen und die langfristige Wirkung solcher Veränderungen zu gewährleisten, sind umfassende Veränderungen der Infrastruktur in allen Lebensbereichen dringend erforderlich (z. B. die Ermöglichung einer autofreien Mobilität, insbesondere außerhalb der Ballungsräume). Solche tiefgreifenden Veränderungen können jedoch nicht ohne die Unterstützung der Gesellschaft, von Einzelpersonen, Gemeinschaften und verschiedenen Interessengruppen stattfinden. Durch eine Lebensstiländerung können bedeutende positive Nebeneffekte entstehen: In Form von gesundheitlichen Verbesserungen auf lokaler Ebene, z. B. durch geringere Luftverschmutzung und die Förderung gesünderer Lebensweisen (Ernährung, Wahl der Verkehrsmittel), und in Form einer besseren psychischen Gesundheit. {5.1, 5.2}

E.17 Eine klimafreundliche Transformation erfordert kurzfristige strukturelle Anpassungen für langfristige Emissionsreduktionen (*hohes Vertrauen*). Governance-Modelle müssen die Durchführbarkeit und Wirksamkeit alternativer Pfade bewerten und Übergänge steuern. Hierbei müssen kurzfristige Ziele mit langfristigen Bedürfnissen in Einklang gebracht werden, um zu vermeiden, dass der Gegenwart ein höherer Stellenwert als der Zukunft eingeräumt wird. {8.5.2, 8.6.1}

E.18 Technologische Innovationen werden für das Erreichen der Klimaziele von entscheidender Bedeutung sein. Ein übermäßiges Vertrauen auf technologische Lösungen birgt jedoch die Gefahr, dass sie als Rechtfertigung für Untätigkeit und Verzögerung von Klimaschutzmaßnahmen benutzt werden (*hohes Vertrauen*). Um eine klimafreundliche Gesellschaft, Wirt-

schaft und Governance-Struktur zu schaffen, sind gesellschaftliche Veränderungen notwendig. Dabei müssen zukunftsweisende Klimaschutzmaßnahmen mit Maßnahmen für einen gerechten Übergang sowie geeignete Bereitstellungssysteme kombiniert werden, um eine breite gesellschaftliche Unterstützung und die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu gewährleisten. {8.7}

E.19 Die politische Durchführbarkeit hängt maßgeblich von der Gestaltung der Maßnahmenbündel ab (*hohe Evidenz, mittlere Übereinstimmung*). Die Akzeptanz einer bestimmten Maßnahme seitens der Öffentlichkeit und der Entscheidungsträger:innen kann durch Maßnahmenbündel erhöht werden, und zwar durch eine Kombination von einerseits populären Pull-Maßnahmen (z. B. Förderungen) und andererseits Push-Maßnahmen (z. B. Technologiestandards), die für die Wirksamkeit entscheidend, aber unbeliebt sind. Praktikable und wirksame Maßnahmenbündel, die eine Änderung der Lebensweisen sowie von Bereitstellungssystemen bewirken sollen, bestehen aus angemessenen institutionellen Veränderungen, öffentlichen und privaten Vorabinvestitionen und wirksamen Instrumenten. {3.4.2, 8.6, 8.7}

E.20 Instrumente der Umverteilungspolitik, Standards und Verbote für besonders umweltschädliche Aktivitäten sowie emissionsintensive Technologien können zu höherer Verteilungsgerechtigkeit beitragen (*geringe Evidenz, hohe Übereinstimmung*). Die Energiepreise werden wahrscheinlich zumindest für eine Übergangszeit steigen, was auf klimapolitische Maßnahmen zurückzuführen ist. Die soziale und politische Durchführbarkeit einer ehrgeizigen Klimapolitik wird angesichts dieser höheren Preise in Frage gestellt. Während Wohlhabende ihre Kaufentscheidungen entsprechend anpassen können, stellen Preiserhöhungen für Haushalte mit niedrigem Einkommen eine Herausforderung dar. Maßnahmen wie pauschale Transferleistungen, z. B. der „Klimabonus", gleichen diese Preissteigerungen aus und fördern den sozialen Zusammenhalt. Eine Beschränkung von Transferleistungen auf Haushalte mit niedrigem Einkommen würde sowohl eine bessere Umverteilung erzielen als auch positive makroökonomische Auswirkungen haben. {5.1}

E.21 Sicherung von Lebensqualität und Wohlstand bei gleichzeitigem Abbau von Ungleichheiten sind durch die Umsetzung einer systemweiten Transformation realisierbar. Diese berücksichtigt sowohl Klimaschutz als auch Anpassung an Klimawandelfolgen (*mittleres Vertrauen*). Aus Perspektive der Bereitstellungssysteme kann das Ziel, Lebensqualität zu sichern und Gerechtigkeit zu fördern, durch qualitativ hochwertige Dienstleistungen erreicht werden, sofern diese breit verfügbar sind. Um positive ökologische, soziale und wirtschaftliche Auswirkungen erzielen zu können, muss die Transformation mit einem erheblichen Rückgang des Energie- und Ressourcenbedarfs einhergehen. {5.2}

E.22 Die Transformation zur Klimaneutralität ist realisierbar und vorteilhaft. Die Zielerreichung erfordert jedoch einen klar definierten, langfristigen Dekarbonisierungspfad mit unmittelbaren und weitreichenden Maßnahmen in allen Sektoren. Ein solcher Pfad stellt eine breite gesellschaftliche Akzeptanz sicher und gleicht widerstrebende Interessen zwischen verschiedenen Akteuren aus. Dies gewährleistet einen gerechten und ausgewogenen Übergang für alle (*hohes Vertrauen*). Für den Übergang zu einer CO_2-neutralen und klimaresilienten Gesellschaft ist eine Kombination aus Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen erforderlich, einschließlich einer raschen Dekarbonisierung der Sektoren Energie, Verkehr und Gebäude. Damit negative Auswirkungen auf vulnerable Gruppen vermieden werden, bedarf es eines strukturellen Rahmens, der Fairness sicherstellt und wirtschaftliche, soziale und ökologische Prioritäten aufeinander abstimmt. Sofortige Maßnahmen sind notwendig, um bestehende Blockaden zu überwinden und neue Dynamik zu schaffen, sodass Österreich seinen Beitrag zum Pariser Abkommen erfüllen kann. {5.6.2, 5.6.3, 6.5, 6.7, 8.3.1, 8.4.5, 8.6}

Referenzen

Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., et al. (2007). HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. International Journal of Climatology 27, 17–46. doi: https://doi.org/10.1002/joc.1377

Becsi, B., und Formayer, H. (2024). Linking local climate scenarios to global warming levels: applicability, prospects and uncertainties. Environ. Res.: Climate 3, 045003. doi: https://doi.org/10.1088/2752-5295/ad574e

BMK (2024). Integrierter nationaler Energie und Klimaplan für Österreich. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien: https://www.bmluk.gv.at/themen/klima-und-umwelt/klima/nationale-klimapolitik/energie_klimaplan.html

BMK (2021). Zweiter Fortschrittsbericht zur österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien: https://www.bmluk.gv.at/service/publikationen/klima-und-umwelt/zweiter-fortschrittsbericht-zur-oesterreichischen-strategie-zur-anpassung-an-den-klimawandel.html

Chimani, B., Heinrich, G., Hofstätter, M., Kerschbaumer, M., Kienberger, S., Leuprecht, A., et al. (2016). ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Wien: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:7fd75e22-1b88-415f-a4a8-6ea8aa51d575/OEKS15_Endbericht_kleiner.pdf

Chimani, B., Koch, R., Tilg, A.-M., Ganekind, M., Günther, D., Rohrböck, A., et al. (2024). Bestimmung der aktuellen Klimaerwärmung für Österreich. CCCA Factsheet #50: https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/FactSheets/50_klimaaerwaermung_oesterr_202412.pdf

Dorninger, C., Ginrich, S., Haas, W., Brad, A., Schneider, E., und Wiedenhofer, D. (2025). Slow and unequal reduction in Austrian household GHG footprints between 2000 and 2020: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5052026

Fuchs, S., Karagiorgos, K., Keiler, M., Papathoma-Köhle, M., und Nyberg, L. (2024). The ambiguity in IPCC's risk diagram raises explanatory challenges. Nat Hazards 120, 12559–12564. doi: https://doi.org/10.1007/s11069-024-06643-9

Garschagen, M., Adler, C., Crate, S., Jacot Des Combes, H., Glavovic, B. C., Harper, S., et al. (2019). "Cross-Chapter Box 2 | Key Concepts of Risk, Adaptation, Resilience and Transformation," in IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Hrsg. H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, et al. (Cambridge, UK und New York, NY, USA: Cambridge University Press), 87–90. doi: https://doi.org/10.1017/9781009157964.003

GeoSphere Austria (2020). SPARTACUS v2.1 Tagesdaten. doi: https://doi.org/10.60669/DNSV-AY89

Gütschow, J., Busch, D., und Pflüger, M. (2024). The PRIMAP-hist national historical emissions time series (1750-2023) v2.6. doi: https://doi.org/10.5281/ZENODO.13752654

Gütschow, J., Jeffery, M. L., Gieseke, R., Gebel, R., Stevens, D., Krapp, M., et al. (2016). The PRIMAP-hist national historical emissions time series. Earth Syst. Sci. Data 8, 571–603. doi: https://doi.org/10.5194/essd-8-571-2016

IPCC (2022). "Summary for Policymakers," in Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, Hrsg.: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, et al. (Cambridge, UK und New York, NY, USA: Cambridge University Press), 3–24. doi: https://doi.org/10.1017/9781009157940

Marbler, A. (2024). Pop-AUT: Subnational SSP Population Projections for Austria. doi: https://doi.org/10.5281/ZENODO.10477870

Morice, C. P., Kennedy, J. J., Rayner, N. A., Winn, J. P., Hogan, E., Killick, R. E., et al. (2021). An Updated Assessment of Near-Surface Temperature Change From 1850: The HadCRUT5 Data Set. Geophys Res Atmos 126. doi: https://doi.org/10.1029/2019JD032361

Nabernegg, S., Steininger, K. W., und Lackner, T. (2023). Consumption- and production-based emissions: Updates for Austria. Graz: Wegener Center Verlag.

O'Neill, B., van Aalst, M., Zaiton Ibrahim, Z., Berrang Ford, L., Bhadwal, S., Buhaug, H., et al. (2022). Key Risks Across Sectors and Regions. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2411–2538. doi: https://doi.org/10.1017/9781009325844.025

Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., et al. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. Global Environmental Change 42, 153–168. doi: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009

Roy, J., Tschakert, P., Waisman, H., Abdul Halim, S., Antwi-Agyei, P., Dasgupta, P., et al. (2018). "Chapter 5: Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities," in Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)], (Cambridge, UK und New York, NY, USA), 445–538: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/02/SR15_Chapter5_Low_Res.pdf (abgerufen am 22.03.2024).

Schmidt, J., Mitter, H., Baumann, M., Boza-Kiss, B., Huppmann, D., Wehrle, S., et al. (2025). Need for speed: Co-creating scenarios for climate neutral energy systems in Austria in 2040. Energy Policy 198, 114493. doi: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114493

Steininger, K., Alaux, N., Glas, N., Hoff, H., Kueschnig, M., Kulmer, V., et al. (2024). Austria's Climate Neutrality: A Consistent Cross-Sector Analysis and Policy Package, Distributional and Financial Implications (Final Report of the project INTEGRATE). ACRP, Klimafonds.

Theine, H., Humer, S., Moser, M., und Schnetzer, M. (2022). Emissions inequality: Disparities in income, expenditure, and the carbon footprint in Austria. Ecological Economics 197, 107435. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107435

Umweltbundesamt (2025). Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2023. Submission under Regulation (EU) No 2018/1999. Wien: Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0952.pdf

Umweltbundesamt (2024a). Energie und Treibhausgasszenarien zum Nationalen Energie- und Klimaplan 2024. WEM 2024 und WAM 2024 mit Zeitreihen von 2020 bis 2050. Wien: Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0951.pdf (abgerufen am 06.02.2025).

Umweltbundesamt (2024b). Energie- und Treibhausgas-Szenario Transition 2040. Bericht für das Szenario Transition 2040 mit einer Zeitreihe von 2020 bis 2050. Vienna: Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0880.pdf (abgerufen am 08.05.2024).

Wang, X., Meng, X., und Long, Y. (2022). Projecting 1 km-grid population distributions from 2020 to 2100 globally under shared socioeconomic pathways. Sci Data 9, 563. doi: https://doi.org/10.1038/s41597-022-01675-x