

IPCC
INTERGOVERNMENTAL PANEL ÜBER DEN KLIMAWANDEL

KLIMAÄNDERUNG 2023

Synthesebericht

Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen





*Eŭropo
Demokratio
Esperanto*

Dokument von Pierre Dieumegard für [Eŭropo-Demokratio-Esperanto](#)

Dieses "vorläufige" Dokument soll es mehr Menschen in der Europäischen Union ermöglichen, sich wichtiger Dokumente bewusst zu werden. Ohne Übersetzungen werden die Menschen von der Debatte ausgeschlossen.

Dieses Dokument über den Klimawandel war [nur in englischer Sprache](#) in einer pdf-Datei. Aus dieser ersten Datei haben wir eine odt-Datei erstellt, die von der Libre Office-Software für die maschinelle Übersetzung in andere Sprachen erstellt wurde. Die Ergebnisse sind nun [in allen Amtssprachen verfügbar](#).

Es ist wünschenswert, dass die EU-Verwaltung die Übersetzung wichtiger Dokumente übernimmt. „Wichtige Dokumente“ sind nicht nur Gesetze und Verordnungen, sondern auch wichtige Informationen, die erforderlich sind, um gemeinsam fundierte Entscheidungen zu treffen.

Um unsere gemeinsame Zukunft gemeinsam zu diskutieren und zuverlässige Übersetzungen zu ermöglichen, wäre die internationale Sprache Esperanto aufgrund ihrer Einfachheit, Regelmäßigkeit und Genauigkeit sehr nützlich.

Kontaktieren Sie uns :

[Kontakto \(europokune.eu\)](mailto:europokune.eu)

<https://e-d-e.org/-Kontakti-EDE>

KLIMAÄNDERUNG 2023

Synthesebericht

Das Kern-Schreibteam

Synthesebericht

IPCC

Herausgegeben von

Hoesung Lee

Vorstandsvorsitzender

IPCC

José Romero

Leiter des Referats Technische
Unterstützung

IPCC

Kern-Schreibteam

Hoesung Lee (Chair), Katherine Calvin (USA), Dipak Dasgupta (India/USA), Gerhard Krinner (France/Germany), Aditi Mukherji (India), Peter Thorne (Ireland/United Kingdom), Christopher Trisos (South Africa), José Romero (Switzerland), Paulina Aldunce (Chile), Ko Barrett (USA), Gabriel Blanco (Argentina), William W. L. Cheung (Canada), Sarah L. Connors (France/United Kingdom), Fatima Denton (The Gambia), Aïda Diongue-Niang (Senegal), David Dodman (Jamaica/United Kingdom/Netherlands), Matthias Garschagen (Germany), Oliver Geden (Germany), Bronwyn Hayward (New Zealand), Christopher Jones (United Kingdom), Frank Jotzo (Australia), Thelma Krug (Brazil), Rodel Lasco (Philippines), June-Yi Lee (Republic of Korea), Valérie Masson-Delmotte (France), Malte Meinshausen (Australia/Germany), Katja Mintenbeck (Germany), Abdalah Mokssit (Morocco), Friederike E. L. Otto (United Kingdom/Germany), Minal Pathak (India), Anna Pirani (Italy), Elvira Poloczanska (United Kingdom/Australia), Hans-Otto Pörtner (Germany), Aromar Revi (India), Debra C. Roberts (South Africa), Joyashree Roy (India/Thailand), Alex C. Ruane (USA), Jim Skea (United Kingdom), Priyadarshi R. Shukla (India), Raphael Slade (United Kingdom), Aimée Slangen (The Netherlands), Youba Sokona (Mali), Anna A. Sörensson (Argentina), Melinda Tignor (USA/Germany), Detlef van Vuuren (The Netherlands), Yi-Ming Wei (China), Harald Winkler (South Africa), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Latvia)

Referat Technischer Support für den Synthesebericht

José Romero (Schweiz), Jinmi Kim (Republik Korea), Erik F. Haites (Kanada), Yonghun Jung (Republik Korea), Robert Stavins (USA), Arlene Birt (USA), Meeyoung Ha (Republik Korea), Dan Jezreel A. Orendain (Philippinen), Lance Ignon (USA), Semin Park (Republik Korea), Youngin Park (Republik Korea)

Bezug nehmend auf diesen Bericht:

IPCC, 2023: *Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen* [Core Writing Team, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, 184 S., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Erweitertes Schreibteam

Jean-Charles Hourcade (Frankreich), Francis X. Johnson (Thailand/Schweden), Shonali Pachauri (Österreich/Indien), Nicholas P. Simpson (Südafrika/Simbabwe), Chandni Singh (Indien), Adelle Thomas (Bahamas), Edmond Totin (Benin)

Review-Redakteure

Paola Arias (Kolumbien), Mercedes Bustamante (Brasilien), Ismail Elgizouli (Sudan), Gregory Flato (Kanada), Mark Howden (Australien), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Kuba), Steven K Rose (USA), Yamina Saheb (Algerien/Frankreich), Roberto Sánchez Rodríguez (Mexiko), Diana Ürge-Vorsatz (Ungarn), Cunde Xiao (China), Noureddine Yassaa (Algerien)

Mitwirkende Autoren

Andrés Alegría (Germany/Honduras), Kyle Armour (USA), Birgit Bednar-Friedl (Austria), Kornelis Blok (The Netherlands), Guéladio Cissé (Switzerland/Mauritania/France), Frank Dentener (EU/Netherlands), Siri Eriksen (Norway), Erich Fischer (Switzerland), Gregory Garner (USA), Céline Guivarch (France), Marjolijn Haasnoot (The Netherlands), Gerrit Hansen (Germany), Mathias Hauser (Switzerland), Ed Hawkins (UK), Tim Hermans (The Netherlands), Robert Kopp (USA), Noémie Leprince-Ringuet (France), Jared Lewis (Australia/New Zealand), Debora Ley (Mexico/Guatemala), Chloé Ludden (Germany/France), Leila Niamir (Iran/The Netherlands/Austria), Zebedee Nicholls (Australia), Shreya Some (India/Thailand), Sophie Szopa (France), Blair Trewin (Australia), Kaj-Ivar van der Wijst (The Netherlands), Gundula Winter (The Netherlands/Germany), Maximilian Witting (Germany)

Wissenschaftlicher Lenkungsausschuss

Hoesung Lee (Chair, IPCC), Amjad Abdulla (Maldives), Edvin Aldrian (Indonesia), Ko Barrett (United States of America), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italy), Diriba Korecha Dadi (Ethiopia), Fatima Driouech (Morocco), Andreas Fischlin (Switzerland), Jan Fuglestad (Norway), Thelma Krug (Brazil), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (France), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Hans-Otto Pörtner (Germany), Andy Reisinger (New Zealand), Debra C. Roberts (South Africa), Sergey Semenov (Russian Federation), Priyadarshi Shukla (India), Jim Skea (United Kingdom), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japan), Muhammad Irfan Tariq (Pakistan), Diana Ürge-Vorsatz (Hungary), Carolina Vera (Argentina), Pius Yanda (United Republic of Tanzania), Noureddine Yassaa (Algeria), Taha M. Zatari (Saudi Arabia), Panmao Zhai (China)

Visuelle Konzeption und Informationsdesign

Arlene Birt (USA), Meeyoung Ha (Republik Korea)

DIE INTERGOVERNMENTALE PANEL ÜBER DEN KLIMAWANDEL

© Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, 2023

ISBN 978-92-9169-164-7

Diese Veröffentlichung ist identisch mit dem Bericht, der auf der 58. Tagung des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) am 19. März 2023 in Interlaken (Schweiz) angenommen und angenommen wurde (längerer Bericht), jedoch mit Kopien.

Die verwendeten Bezeichnungen und die Darstellung von Material auf Karten implizieren nicht die Äußerung einer Meinung seitens des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen über den rechtlichen Status eines Landes, Gebiets, einer Stadt oder eines Gebiets oder seiner Behörden oder über die Abgrenzung seiner Grenzen oder Grenzen.

Die Erwähnung bestimmter Unternehmen oder Produkte bedeutet nicht, dass sie vom IPCC befürwortet oder empfohlen werden, bevor sie anderen ähnlicher Art vorgezogen werden, die nicht erwähnt oder beworben werden. Das Recht zur Veröffentlichung in gedruckter, elektronischer und jeder anderen Form und in jeder Sprache bleibt dem IPCC vorbehalten. Kurze Auszüge aus dieser Veröffentlichung dürfen ohne Genehmigung vervielfältigt werden, sofern die vollständige Quelle deutlich angegeben ist. Redaktioneller Schriftverkehr und Anträge auf Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Übersetzung von Artikeln ganz oder teilweise sind an folgende Anschrift zu richten: IPCC c/o World Meteorological Organization (WMO) 7bis, avenue de la Paix Tel.: +41 22 730 8208 Postfach 2300 Fax: +41 22 730 8025 CH 1211 Genf 2, Schweiz E-Mail: IPCC-Sec@wmo.int www.ipcc.ch

Abdeckung: Entworfen von Meeyoung Ha, IPCC SYR TSU

Foto Referenz

„Fog opening the dawn“ von Chung Jin Sil

The Weather and Climate Photography & Video Contest 2021, Korea Meteorologische Verwaltung

<http://www.kma.go.kr/kma> © KMA

Vorwort und Vorwort

Vorwort

Dieser Synthesebericht (SYR) schließt den sechsten Sachstandsbericht (AR6) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) ab. Das SYR synthetisiert und integriert Materialien, die in den drei Working Groups Assessment Reports und den Special Reports enthalten sind, die zum AR6 beitragen. Er befasst sich mit einem breiten Spektrum politikrelevanter, aber politikneutraler Fragen, die vom Gremium gebilligt wurden.

Das SYR ist die Synthese der bisher umfassendsten Bewertung des Klimawandels durch den IPCC: Klimawandel 2021: Die physikalische Wissenschaft Basis; Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit; und Klimawandel 2022: Eindämmung des Klimawandels. Das SYR stützt sich auch auf die Ergebnisse von drei Sonderberichten, die im Rahmen der Sechsten Bewertung – Erderwärmung von 1,5 °C (2018) abgeschlossen wurden: einen IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen der globalen Erwärmung um 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit der Stärkung der globalen Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, die nachhaltige Entwicklung und die Bemühungen zur Beseitigung der Armut (SR1.5); Klimawandel und Land (2019): einen IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Wüstenbildung, Bodendegradation, nachhaltige Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (SRCCL); und The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC).

Das AR6-SYR bestätigt, dass nicht nachhaltige und ungleiche Energie- und Landnutzung sowie mehr als ein Jahrhundert der Verbrennung fossiler Brennstoffe eindeutig die Erderwärmung verursacht haben, wobei die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum 2011–2020 1,1 °C über 1850–1900 lag. Dies hat zu weit verbreiteten negativen Auswirkungen und damit verbundenen Verlusten und Schäden für Natur und Menschen geführt. Die national festgelegten Beiträge (NDCs) bis 2030 zeigen, dass die Temperatur in der ersten Hälfte der 2030er Jahre um 1,5 °C steigen wird und es sehr schwierig machen wird, den Temperaturanstieg gegen Ende des 21. Jahrhunderts um 2,0 °C zu kontrollieren. Jede Zunahme der globalen Erwärmung wird mehrere und gleichzeitige Gefahren in allen Regionen der Welt verstärken.

Der Bericht weist darauf hin, dass die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung Netto-Null-CO₂-Emissionen erfordert. Eine tiefgreifende, schnelle und nachhaltige Eindämmung und beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in diesem Jahrzehnt würde die prognostizierten Verluste und Schäden für Menschen und Ökosysteme verringern und viele positive Nebeneffekte, insbesondere für die Luftqualität und die Gesundheit, mit sich bringen. Verzögerte Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen würden die emissionsintensive Infrastruktur anbinden, das Risiko von verlorenen Vermögenswerten und Kosteneskalation erhöhen, die Durchführbarkeit verringern und Verluste und Schäden erhöhen. Kurzfristige Maßnahmen beinhalten hohe Vorabinvestitionen und potenziell disruptive Veränderungen, die durch eine Reihe von grundlegenden Maßnahmen verringert werden können.

Als zwischenstaatliches Gremium, das 1988 von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gemeinsam gegründet wurde, hat der IPCC den politischen Entscheidungsträgern die maßgeblichsten und objektivsten wissenschaftlichen und technischen Bewertungen auf diesem Gebiet zur Verfügung gestellt. Seit 1990 sind diese Reihe von IPCC-Bewertungsberichten, Sonderberichten, technischen Papieren, Methodikberichten und anderen Produkten zu Standardwerken geworden.

Das SYR wurde dank der ehrenamtlichen Arbeit, des Engagements und des Engagements von Tausenden von Experten und Wissenschaftlern aus der ganzen Welt ermöglicht, die eine Reihe von Ansichten und Disziplinen vertreten. Wir möchten allen Mitgliedern des Core Writing Teams des SYR, Mitgliedern des Extended Writing Teams, beitragenden Autoren und den Review Editors, die alle begeistert die große Herausforderung angenommen haben, zusätzlich zu den anderen Aufgaben, denen sie sich bereits während des AR6-Zyklus verschrieben hatten, ein herausragendes SYR zu produzieren, unseren tiefen Dank aussprechen. Wir möchten uns auch bei den Mitarbeitern des Referats Technische Unterstützung des SYR und des IPCC-Sekretariats für ihr Engagement bei der Organisation der Erstellung dieses IPCC-Berichts bedanken.

Wir möchten auch den Regierungen der IPCC-Mitgliedstaaten für ihre Unterstützung der Wissenschaftler bei der Ausarbeitung dieses Berichts und für ihre Beiträge zum IPCC-Treuhandfonds danken, um die wesentlichen Voraussetzungen für die Teilnahme von Experten aus Entwicklungsländern und Ländern mit im Wandel befindlichen Volkswirtschaften zu schaffen. Wir danken der Regierung Singapurs für die Ausrichtung des Scoping-Treffens des SYR, der Regierung Irlands für die Ausrichtung des dritten Core Writing Team-Treffens des SYR und der Regierung der Schweiz für die Ausrichtung der 58. Sitzung des IPCC, auf der das SYR genehmigt wurde. Die großzügige finanzielle Unterstützung durch die Regierung der Republik Korea ermöglichte den reibungslosen Betrieb der Technischen Unterstützungseinheit des SYR. Dies wird dankbar anerkannt.

Wir möchten insbesondere dem IPCC-Vorsitzenden, den IPCC-Vizevorsitzenden und den Ko-Vorsitzenden für ihre engagierte Arbeit während der gesamten Erstellung dieses Berichts danken.



Petteri Taalas

Generalsekretär der Weltorganisation für Meteorologie



Inger Andersen

Untergeneralsekretär der Vereinten Nationen und
Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten
Nationen

Vorwort

Dieser Synthesebericht (SYR) ist das Endprodukt des Sechsten Sachstandsberichts (AR6) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC). Er fasst den Kenntnisstand über den Klimawandel, seine weitverbreiteten Auswirkungen und Risiken sowie den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel auf der Grundlage der von Experten begutachteten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Literatur seit der Veröffentlichung des Fünften Sachstandsberichts (AR5) des IPCC im Jahr 2014 zusammen.

In diesem SYR werden die wichtigsten Ergebnisse der drei Beiträge der Arbeitsgruppe „Klimawandel 2021“ destilliert, synthetisiert und integriert: Die physikalische Wissenschaft Basis; Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit; und Klimawandel 2022: Eindämmung des Klimawandels. Das SYR stützt sich auch auf die Ergebnisse von drei Sonderberichten, die im Rahmen der Sechsten Bewertung – Erderwärmung von 1,5 °C (2018) abgeschlossen wurden: einen IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen der globalen Erwärmung um 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit der Stärkung der globalen Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, die nachhaltige Entwicklung und die Bemühungen zur Beseitigung der Armut (SR1.5); Klimawandel und Land (2019): einen IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Wüstenbildung, Bodendegradation, nachhaltige Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (SRCCL); und The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Das SYR ist daher eine umfassende, zeitnahe Zusammenstellung von Bewertungen der neuesten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Literatur, die sich mit dem Klimawandel befasst.

Umfang des Berichts

Das SYR ist eine in sich geschlossene Synthese des politisch relevantesten Materials aus der wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Literatur, die während der sechsten Bewertung bewertet wurde. Dieser Bericht integriert die wichtigsten Ergebnisse der Berichte der AR6-Arbeitsgruppe und der drei AR6-Sonderberichte. Er erkennt die gegenseitige Abhängigkeit der Klimaökosysteme und der biologischen Vielfalt sowie der menschlichen Gesellschaften an; den Wert verschiedener Formen von Wissen; und die engen Zusammenhänge zwischen der Anpassung an den Klimawandel, der Eindämmung des Klimawandels, der Gesundheit der Ökosysteme, dem Wohlergehen der Menschen und der nachhaltigen Entwicklung. Aufbauend auf mehreren analytischen Rahmen, einschließlich derjenigen aus den Natur- und Sozialwissenschaften, werden in diesem Bericht Möglichkeiten für transformative Maßnahmen aufgezeigt, die wirksam durchführbar sind, gerechte und gerechte Systemübergänge und klimaresiliente Entwicklungspfade. Für physische, soziale und wirtschaftliche Aspekte werden verschiedene regionale Klassifikationssysteme verwendet, die die zugrunde liegende Literatur widerspiegeln.

Der Synthesebericht hebt kurzfristige Risiken und Optionen für ihre Bewältigung hervor, um den politischen Entscheidungsträgern ein Gefühl für die Dringlichkeit zu vermitteln, die zur Bewältigung des globalen Klimawandels erforderlich ist. Der Bericht liefert auch wichtige Erkenntnisse darüber, wie Klimarisiken nicht nur miteinander, sondern auch mit nicht klimabedingten Risiken interagieren. Es beschreibt die Wechselwirkung zwischen Minderung und Anpassung und wie diese Kombination die Klimaherausforderung besser bewältigen und wertvolle Nebeneffekte erzielen kann. Er unterstreicht die starke Verbindung zwischen Gerechtigkeit und Klimaschutz und warum gerechtere Lösungen für die Bekämpfung des Klimawandels von entscheidender Bedeutung sind. Es betont auch, wie die zunehmende Urbanisierung eine Chance für ehrgeizige Klimaschutzmaßnahmen bietet, um eine klimaresiliente Entwicklung und eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben. Und es unterstreicht, wie die Wiederherstellung und der Schutz von Land- und Meeresökosystemen vielfältige Vorteile für die biologische Vielfalt und andere gesellschaftliche Ziele bringen können, genauso wie ein Versäumnis, dies zu tun, ein großes Risiko für die Gewährleistung eines gesunden Planeten darstellt.

Struktur

Das SYR umfasst eine Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM) und einen längeren Bericht, aus dem das SPM abgeleitet wird, sowie Anhänge.

Um den Zugang zu den Ergebnissen des SYR für eine breite Leserschaft zu erleichtern, enthält jeder Teil des SPM hervorgehobene Schlagzeilen. Zusammengenommen bieten diese 18 Headline-Statements eine übergreifende Zusammenfassung in einfacher, nicht-technischer Sprache für eine einfache Assimilation durch Leser aus verschiedenen Lebensbereichen.

Das SPM folgt einer Struktur und Sequenz wie im längeren Bericht, aber einige Probleme, die in mehr als einem Abschnitt des längeren Berichts behandelt werden, werden an einem einzigen Ort im SPM zusammengefasst. Jeder Absatz des SPM enthält Verweise auf den unterstützenden Text im längeren Bericht. Der längere Bericht wiederum enthält umfangreiche Verweise auf relevante Teile der oben genannten Arbeitsgruppenberichte oder Sonderberichte.

Der längere Bericht gliedert sich in drei vom Gremium vorgegebene Themenüberschriften. Auf eine kurze Einleitung (Abschnitt 1) folgen drei Abschnitte.

Abschnitt 2, „Aktueller Status und Trends“, beginnt mit der Bewertung von Beobachtungsergebnissen für unser sich wandelndes Klima, historische und aktuelle Treiber des vom Menschen verursachten Klimawandels und seine Auswirkungen. Sie bewertet die derzeitige Umsetzung der Anpassungs- und Minderungsoptionen. Abschnitt 3 („Langfristige Klima- und Entwicklungszukünfte“) enthält eine Bewertung des Klimawandels bis 2100 und darüber hinaus in einem breiten Spektrum sozioökonomischer Zukünfte. Dabei werden die langfristigen Auswirkungen, Risiken und Kosten von Anpassungs- und Minderungspfaden im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt. In Abschnitt 4 „Near-Term Responses in a Changing Climate“ werden Möglichkeiten für die Ausweitung wirksamer Maßnahmen im Zeitraum bis 2040 im Zusammenhang mit Klimazusagen und -verpflichtungen und dem Streben nach nachhaltiger Entwicklung bewertet.

Anhänge mit einem Glossar der verwendeten Begriffe, einer Liste von Akronymen, Autoren, Review Editors, dem wissenschaftlichen Lenkungsausschuss des SYR und Expertenrezensenten vervollständigen den Bericht.

Prozess

Das SYR wurde gemäß den Verfahren des IPCC erstellt. Vom 21. bis 23. Oktober 2019 fand in Singapur eine Scoping-Sitzung zur Ausarbeitung einer detaillierten Gliederung des AR6-Syntheseberichts statt, und die in dieser Sitzung erstellte Gliederung wurde vom Gremium auf der 52. IPCC-Sitzung vom 24. bis 28. Februar 2020 in Paris (Frankreich) gebilligt.

Gemäß den IPCC-Verfahren nominierte der IPCC-Vorsitzende in Absprache mit den Ko-Vorsitzenden der Arbeitsgruppen Autoren für das Core Writing Team (CWT) des SYR. Insgesamt 30 CWT-Mitglieder und 9 Review Editors wurden vom IPCC-Präsidium auf seiner 58. Tagung am 19. Mai 2020 ausgewählt und angenommen. Bei der Entwicklung des SYR wurden 7 Autoren des Extended Writing Teams (EWT) von der CWT ausgewählt und vom Vorsitzenden und dem IPCC-Büro genehmigt, und 28 beitragende Autoren wurden von der CWT mit Zustimmung des Vorsitzenden ausgewählt. Diese zusätzlichen Autoren sollten das für die Erstellung des Berichts erforderliche Fachwissen erweitern und vertiefen. Der Vorsitzende setzte auf der 58. Präsidiumssitzung einen Wissenschaftlichen Lenkungsausschuss (SSC) des SYR ein, der die Aufgabe hat, die Entwicklung des SYR zu beraten. Der SYR SSC bestand aus den Mitgliedern des IPCC-Präsidiums, mit Ausnahme der Mitglieder, die als Review Editors für den SYR dienen.

Aufgrund der COVID-19-Pandemie fanden die ersten beiden Sitzungen der CWT vom 25. bis 29. Januar 2021 und vom 16. bis 20. August 2021 virtuell statt. Der First Order Draft (FOD) wurde am 10. Januar 2022 an Experten und Regierungen zur Überprüfung freigegeben, wobei die Kommentare am 20. März 2022 fällig wurden. Die CWT trat vom 25. bis 28. März 2022 in Dublin zusammen, um zu erörtern, wie das BAB am besten überarbeitet werden kann, um den mehr als 10 000 eingegangenen Stellungnahmen Rechnung zu tragen. Die Review Editors überwachten den Review-Prozess, um sicherzustellen, dass alle Kommentare angemessen berücksichtigt wurden. Der IPCC leitete vom 21. November 2022 bis zum 15. Januar 2023 einen endgültigen Entwurf der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger und einen längeren Bericht des SYR zur Überprüfung an die Regierungen weiter, der zu mehr als 6 000 Kommentaren führte. Am 8. März 2023 wurde den Regierungen der IPCC-Mitgliedstaaten ein endgültiger SYR-Entwurf zur Genehmigung vorgelegt, der die Kommentare aus der endgültigen Regierungsverteilung enthält.

Das Gremium billigte auf seiner 58. Tagung vom 13. bis 17. März 2023 in Interlaken (Schweiz) das SPM Zeile für Zeile und nahm den längeren Bericht Abschnitt für Abschnitt an.

Bestätigungen

Das SYR wurde dank der harten Arbeit und des Engagements für Exzellenz ermöglicht, die von den Section Facilitators, Mitgliedern von CWT und EWT und beitragenden Autoren gezeigt wurden. Besonderer Dank gilt den Section Facilitators Kate Calvin, Dipak Dasgupta, Gerhard Krinner, Aditi Mukherji, Peter Thorne und Christopher Trisos, deren Arbeit wesentlich war, um einen hohen Standard der längeren Berichtsabschnitte und des SPM zu gewährleisten.

Wir möchten den Regierungen der IPCC-Mitglieder, Beobachterorganisationen und Gutachtern unsere Anerkennung für die konstruktiven Kommentare zu den Berichtsentwürfen aussprechen. Wir danken den Review-Redakteuren Paola Arias, Mercedes Bustamante, Ismail Elgizouli, Gregory Flato, Mark Howden, Steven Rose, Yamina Saheb, Roberto Sánchez und Cunde Xiao für ihre Arbeit zur Behandlung von FOD-Kommentaren sowie Gregory Flato, Carlos Méndez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Diana Ürge-Vorsatz und Nouredine Yassaa für ihre Arbeit während der Genehmigungssitzung und die Zusammenarbeit mit den Autorentteams, um die Kohärenz zwischen dem SPM und den zugrunde liegenden Berichten sicherzustellen.

Wir danken den Mitgliedern des SSC für ihre durchdachte Beratung und Unterstützung des SYR während des gesamten Prozesses: die stellvertretenden Vorsitzenden des IPCC, Ko Barret, Thelma Krug und Youba Sokona; Ko-Vorsitzende der Arbeitsgruppen und der Task Force für nationale Treibhausgasinventare Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Eduardo Calvo Buendía und Kiyoto Tanabe; Stellvertretende Vorsitzende der AG: Edvin Aldrian, Fatima Driouech, Jan Fuglestedt, Muhammad Tariq, Carolina Vera, Nouredine Yassaa, Andreas Fischlin, Joy Jacqueline Pereira, Sergey Semenov, Pius Yanda, Taha M, Zafari, Amjad Abdulla, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Nagmeldin G.E. Mahmoud, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger und Diana Ürge-Vorsatz. Die stellvertretenden Vorsitzenden des IPCC und die Ko-Vorsitzenden der Arbeitsgruppe dienten auch als Mitglieder der Konferenz der Ausschussvorsitze, und wir sind dankbar für ihre Beiträge.

Wir danken dem IPCC-Sekretariat für seine Anleitung und Unterstützung für das SYR bei der Vorbereitung, Veröffentlichung und Veröffentlichung des Berichts: Stellvertretende Sekretärin Emira Fida, Mudathir Abdallah, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Oksana Ekzarkho, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Emelie Larrode, Jennifer Lew Schneider, Andrej Mahecic, Nina Peeva, Mxolisi Shongwe, Melissa Walsh und Werani Zabula. Ihre Unterstützung für die erfolgreiche SYR war während des gesamten Prozesses wirklich herausragend.

Unser Dank gilt José Romero, Leiter der SYR Technical Support Unit (SYR TSU), und Jinmi Kim, Direktor der Verwaltung, sowie den Mitgliedern der SYR TSU, Arlene Birt, Meeyoung Ha, Erik Haïtes, Lance Ignon, Yonghun Jung, Dan Jezreel Orendain, Robert Stavins, Semin Park und Youngin Park für ihre harte Arbeit, die Entwicklung und Produktion des SYR mit tiefem Engagement und Engagement zu erleichtern, um ein herausragendes SYR zu gewährleisten. Unser Dank gilt auch Woochong Um und seinem Team bei der Asiatischen Entwicklungsbank für die Erleichterung des SYR TSU-Betriebs.

We extend our appreciation of the enthusiasm, dedication, and professional contributions of WG TSU members Sarah Connors, Clotilde Péan, and Anna Pirani from WG I, Marlies Craig, Katja Mintenbeck, Elvira Poloczanska, Melinda Tignor from WG II and Roger Fradera, Minal Pathak, Raphael Slade, Shreya Some, and Geninha Gabao Lisboa from WG III, working as a team with the SYR TSU, which contributed to the successful outcome of the Session.

Wir danken den Mitgliedsregierungen des IPCC, die gnädigerweise das SYR-Scoping-Meeting, ein CWT-Meeting und die 58. Sitzung des IPCC ausgerichtet haben: Singapur, Irland und die Schweiz. Wir danken den IPCC-Mitgliedsregierungen, der WMO, dem UNEP und dem UNFCCC für ihre Beiträge zum Treuhandfonds, der verschiedene Ausgabenelemente unterstützt hat. Wir danken insbesondere der Korea Meteorological Administration, Republik Korea, für ihre großzügige finanzielle Unterstützung der SYR TSU. Wir erkennen die Unterstützung der IPCC-Mutterorganisationen UNEP und WMO und insbesondere der WMO für die Aufnahme des IPCC-Sekretariats an. Abschließend möchten wir der UNFCCC unsere tiefe Dankbarkeit für ihre Zusammenarbeit in verschiedenen Phasen dieses Unternehmens und für die Bedeutung, die sie unserer Arbeit in mehreren Foren beimessen, zum Ausdruck bringen.



Hoesung Lee

Vorsitzender des IPCC



Abdalah Mokssit

Sekretär des IPCC

Haftungsausschluss und Vorbehalt

Abo- und Superscript-Zeichen werden oft vom Maschinenübersetzer falsch behandelt, so dass sie oft als normale Zeichen erscheinen. Zum Beispiel bedeutet CO2 CO₂, N2O bedeutet N₂O, Wm-2 bedeutet Wm⁻² usw.

In ähnlicher Weise stört die maschinelle Übersetzung die Formatierung von Wörtern in Kursivschrift oder Fettschrift, so dass dieses Dokument diese Zeichenstile verloren hat, es sei denn, sie wirken sich auf einen ganzen Absatz aus.

Die Abbildungen wurden aus dem Originaldokument beibehalten, aber einige verursachten einen Absturz des Maschinenübersetzers, wahrscheinlich aufgrund zu vieler farbiger Punkte (jeweils als Vektorzeichnungselement betrachtet). In diesem Fall wurde das Bild vereinfacht, indem es durch ein Rasterbild ersetzt wurde, und diesem Bild wurden Beschriftungswörter hinzugefügt.

Der lexikalische Index wurde entfernt, da es zu viele Übersetzungsprobleme gab.

Inhalt

Vorwort und Vorwort.....	5
Vorwort.....	6
Vorwort.....	8
Haftungsausschluss und Vorbehalt.....	12
Zusammenfassung des Syntheseberichts zum Klimawandel 2023 für politische Entscheidungsträger.....	16
Einleitung.....	17
A. Aktueller Status und Trends.....	18
Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen.....	18
Beobachtete Veränderungen und Auswirkungen.....	19
Aktuelle Fortschritte bei der Anpassung und Lücken und Herausforderungen.....	22
Aktuelle Minderungsfortschritte, Lücken und Herausforderungen.....	25
B. Zukünftiger Klimawandel, Risiken und langfristige Reaktionen.....	27
Künftiger Klimawandel.....	27
Auswirkungen des Klimawandels und klimabedingte Risiken.....	30
Wahrscheinlichkeit und Risiken unvermeidbarer, irreversibler oder abrupter Veränderungen.....	35
Anpassungsmöglichkeiten und ihre Grenzen in einer wärmeren Welt.....	37
CO ₂ -Budgets und Netto-Null-Emissionen.....	37
Minderungspfade.....	38
Überschreitung: Überschreitung eines Erwärmungsniveaus und Rückkehr.....	41
C. Kurzfristige Antworten.....	42
Dringlichkeit eines kurzfristigen integrierten Klimaschutzes.....	42
Vorteile von Near-Term Action.....	44
Minderungs- und Anpassungsoptionen systemübergreifend.....	46
Synergien und Trade-Offs mit nachhaltiger Entwicklung.....	48
Gerechtigkeit und Inklusion.....	49
Governance und Politik.....	50
Finanzen, Technologie und internationale Zusammenarbeit.....	51
Klimawandel 2023 – Synthesebericht.....	53
Abschnitt 1 - Einleitung.....	54
Abschnitt 2 - Aktueller Stand und Trends.....	57
2.1 Beobachtete Änderungen, Auswirkungen und Namensnennung.....	58
2.2 Bisherige Antworten.....	74
2.3 Aktuelle Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen und -strategien reichen nicht aus.....	81
Abschnitt 3 - Langfristige Klima- und Entwicklungs-Futures.....	95
3.1 Langfristiger Klimawandel, Auswirkungen und damit verbundene Risiken.....	96
3.2 Langfristige Anpassungsmöglichkeiten und -grenzen.....	110
3.3 Minderungspfade.....	114
3.4 Langfristige Wechselwirkungen zwischen Anpassung, Minderung und nachhaltiger Entwicklung.....	124
Abschnitt 4 - Kurzfristige Reaktionen in einem sich verändernden Klima.....	126
4.1 Zeitplan und Dringlichkeit des Klimaschutzes.....	127
4.2 Vorteile der Stärkung kurzfristiger Maßnahmen.....	130
4.3 Kurzfristige Risiken.....	134
4.4 Gerechtigkeit und Inklusion im Klimaschutz.....	138
4.5 Kurzfristige Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen.....	139
4.6 Co-Benefits von Anpassung und Minderung für nachhaltige Entwicklungsziele.....	149
4.7 Governance und Politik für kurzfristige Klimaschutzmaßnahmen.....	152
4.8 Stärkung der Reaktion: Finanzen, internationale Zusammenarbeit und Technologie.....	154
4.9 Integration von kurzfristigen Maßnahmen sektor- und systemübergreifend.....	159
Anhänge.....	161
Anhang 1 – Glossar.....	162
Anhang II - Akronyme, chemische Symbole und wissenschaftliche Einheiten.....	176
Anhang III - Beitragende.....	179
Core Writing Team Mitglieder.....	180
Mitglieder des erweiterten Schreibteams.....	181
Review-Redakteure.....	181
Mitwirkende Autoren.....	181

Wissenschaftlicher Lenkungsausschuss.....	182
Anhang IV - Gutachter AR6 SYR.....	184
Anhang V - Verzeichnis der Veröffentlichungen des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen.....	198
Bewertungsberichte.....	199
Sonderberichte.....	200
Methodikberichte und technische Leitlinien.....	201
Technische Papiere.....	202
Index.....	203

Quellen, die in diesem Synthesebericht zitiert werden

Verweise auf das in diesem Bericht enthaltene Material sind in geschweiften Klammern {} am Ende jedes Absatzes angegeben.

In der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger beziehen sich die Verweise auf die Nummern der Abschnitte, Zahlen, Tabellen und Kästchen in der zugrunde liegenden Einleitung und den Themen dieses Syntheseberichts.

In der Einleitung und den Abschnitten des längeren Berichts beziehen sich die Verweise auf die Beiträge der Arbeitsgruppen I, II und III (WGI, WGII, WGIII) zum Sechsten Sachstandsbericht und anderen IPCC-Berichten (in kursiv geschwungenen Klammern) oder auf andere Abschnitte des Syntheseberichts selbst (in runden Klammern).

Folgende Abkürzungen wurden verwendet:

SPM: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

TS: Technische Zusammenfassung

ES: Zusammenfassung eines Kapitels

Zahlen bezeichnen bestimmte Kapitel und Abschnitte eines Berichts.

Weitere IPCC-Berichte, die in diesem Synthesebericht zitiert werden:

SR1.5: Erderwärmung von 1,5°C

SRCCCL: Klimawandel und Land

SROCC: Der Ozean und die Kryosphäre in einem sich verändernden Klima

Zusammenfassung des Syntheseberichts zum Klimawandel 2023 für politische Entscheidungsträger

Diese Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger sollte wie folgt zitiert werden:
IPCC, 2023: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: *Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen* [Core Writing Team, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Einleitung

Dieser Synthesebericht (SYR) des Sechsten Sachstandsberichts (AR6) des IPCC fasst den Kenntnisstand über den Klimawandel, seine weit verbreiteten Auswirkungen und Risiken sowie den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel zusammen. Er integriert die wichtigsten Ergebnisse des Sechsten Sachstandsberichts (AR6) auf der Grundlage der Beiträge der drei Arbeitsgruppen¹ und der drei Sonderberichte.² Die Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM) ist in drei Teile gegliedert: SPM.A Current Status and Trends, SPM.B Future Climate Change, Risks, and Long-Term Responses, and SPM.C Responses in the Near Term³ (SPM.A Aktueller Status und Trends, SPM.B Künftiger Klimawandel, Risiken und langfristige Reaktionen und kurzfristige Reaktionen von SPM.C).

In diesem Bericht wird die gegenseitige Abhängigkeit von Klima, Ökosystemen und biologischer Vielfalt sowie menschlichen Gesellschaften anerkannt; den Wert verschiedener Formen von Wissen; und die engen Zusammenhänge zwischen der Anpassung an den Klimawandel, der Eindämmung des Klimawandels, der Gesundheit der Ökosysteme, dem menschlichen Wohlergehen und der nachhaltigen Entwicklung und spiegeln die zunehmende Vielfalt der am Klimaschutz beteiligten Akteure wider.

Auf der Grundlage des wissenschaftlichen Verständnisses können die wichtigsten Ergebnisse als Tatsachenfeststellungen formuliert oder mit einem bewerteten Konfidenzniveau unter Verwendung der IPCC-kalibrierten Sprache in Verbindung gebracht werden.⁴

-
- 1 Die drei Beiträge der Arbeitsgruppe zu AR6 sind: AR6 Klimawandel 2021: Die physikalische Wissenschaft Basis; AR6 Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit; und AR6 Klimawandel 2022: Eindämmung des Klimawandels. Ihre Bewertungen beziehen sich auf wissenschaftliche Literatur, die bis zum 31. Januar 2021, 1. September 2021 bzw. 11. Oktober 2021 zur Veröffentlichung angenommen wurde.
 - 2 Die drei Sonderberichte sind: Erderwärmung von 1,5 °C (2018): einen IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen der globalen Erwärmung um 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit der Stärkung der globalen Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, die nachhaltige Entwicklung und die Bemühungen zur Beseitigung der Armut (SR1.5); Klimawandel und Land (2019): einen IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Wüstenbildung, Bodendegradation, nachhaltige Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (SRCCL); und The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Die Sonderberichte decken die bis zum 15. Mai 2018, 7. April 2019 bzw. 15. Mai 2019 zur Veröffentlichung angenommene wissenschaftliche Literatur ab.
 - 3 In diesem Bericht wird der kurzfristige Zeitraum als Zeitraum bis 2040 definiert. Der langfristige Zeitraum ist definiert als der Zeitraum nach 2040.
 - 4 Jede Feststellung stützt sich auf eine Bewertung der zugrunde liegenden Beweise und Vereinbarungen. Die kalibrierte IPCC-Sprache verwendet fünf Qualifikatoren, um ein Maß an Vertrauen auszudrücken: sehr niedrig, niedrig, mittel, hoch und sehr hoch und kursiv geschrieben, zum Beispiel mittleres Vertrauen. Die folgenden Begriffe werden verwendet, um die geschätzte Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses oder eines Ergebnisses anzugeben: praktisch sichere Wahrscheinlichkeit von 99–100 %, sehr wahrscheinlich 90–100 %, wahrscheinlich 66–100 %, wahrscheinlicher als nicht >50–100 %, etwa ebenso wahrscheinlich wie nicht 33–66 %, unwahrscheinlich 0–33 %, sehr unwahrscheinlich 0–10 %, außergewöhnlich unwahrscheinlich 0–1 %. Zusätzliche Begriffe (extrem wahrscheinlich 95–100 %; und äußerst unwahrscheinliche 0,5 %) werden gegebenenfalls ebenfalls verwendet. Die geschätzte Wahrscheinlichkeit ist kursiv gesetzt, z.B. sehr wahrscheinlich. Dies steht im Einklang mit AR5 und den anderen AR6-Berichten.

A. Aktueller Status und Trends

Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen

A.1 Menschliche Aktivitäten, hauptsächlich durch Emissionen von Treibhausgasen, haben eindeutig die globale Erwärmung verursacht, wobei die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum 2011–2020 1,1 °C über 1850–1900 lag. Die globalen Treibhausgasemissionen haben weiter zugenommen, wobei ungleiche historische und anhaltende Beiträge durch nicht nachhaltige Energienutzung, Landnutzung und Landnutzungsänderungen, Lebensstile und Verbrauchs- und Produktionsmuster zwischen Regionen, zwischen und innerhalb von Ländern sowie zwischen Einzelpersonen (*hohes Vertrauen*) entstanden sind. {2.1, Abbildung 2.1, Abbildung 2.2}

A.1.1 Die globale Oberflächentemperatur war 2011–2020 um 1,09⁵[0,95 bis 1,20] °C⁶ höher als 1850–1900, wobei der Anstieg über Land (1,59 [1,34 bis 1,83] °C) größer war als über dem Ozean (0,88 [0,68 bis 1,01] °C). Die globale Oberflächentemperatur lag in den ersten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts (2001–2020) bei 0,99 [0,84 bis 1,10] °C über 1850–1900. Die globale Oberflächentemperatur ist seit 1970 schneller gestiegen als in jedem anderen 50-Jahres-Zeitraum in mindestens den letzten 2000 Jahren (*hohes Vertrauen*). {2.1.1, Abbildung 2.1}

A.1.2 Der *wahrscheinliche* Bereich des vom Menschen verursachten Anstiegs der globalen Gesamtoberflächentemperatur von 1850–1900 bis 2010–2019⁷ liegt bei 0,8 °C bis 1,3 °C mit einer besten Schätzung von 1,07 °C. In diesem Zeitraum dürften *gut* gemischte Treibhausgase (THG) zu einer Erwärmung von 1,0 °C bis 2,0⁸°C beigetragen haben, und andere menschliche Treiber (hauptsächlich Aerosole) trugen zu einer Abkühlung von 0,0 °C bis 0,8 °C bei, natürliche (Solar- und Vulkan) Treiber veränderten die globale Oberflächentemperatur um -0,1 °C bis +0,1 °C, und die interne Variabilität änderte sie um -0,2 °C bis +0,2 °C. {2.1.1, Abbildung 2.1}

A.1.3 Der beobachtete Anstieg der gut gemischten THG-Konzentrationen seit etwa 1750 wird eindeutig durch THG-Emissionen aus menschlichen Aktivitäten in diesem Zeitraum verursacht. Die historischen kumulativen Netto-CO₂-Emissionen von 1850 bis 2019 beliefen sich auf 2400 ± 240 GtCO₂, von denen mehr als die Hälfte (58 %) zwischen 1850 und 1989 und etwa 42 % zwischen 1990 und 2019 auftraten (*hohes Vertrauen*). Im Jahr 2019 waren die atmosphärischen CO₂-Konzentrationen (410 Teile pro Million) höher als je zuvor in mindestens 2 Millionen Jahren (*hohes Vertrauen*), und die Konzentrationen von Methan (1866 Teile pro Milliarde) und Lachgas (332 Teile pro Milliarde) waren höher als je zuvor in mindestens 800.000 Jahren (*sehr hohes Vertrauen*). {2.1.1, Abbildung 2.1}

A.1.4 Die globalen anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen wurden 2019 auf 59 ± 6,6 GtCO₂-eq geschätzt,⁹ was einem Anstieg von 12 % (6,5 GtCO₂-eq) gegenüber 2010 und einem Anstieg von 54 % (21 GtCO₂-eq) gegenüber 1990 entspricht, wobei der größte Anteil und das größte Wachstum der Brutto-Treibhausgasemissionen in CO₂ aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen (CO₂-FFI) gefolgt von Methan zu verzeichnen war, während der höchste relative Anstieg bei fluorierten Gasen (F-Gase) zu verzeichnen war, beginnend mit niedrigen Werten im Jahr 1990. Die durchschnittlichen jährlichen THG-Emissionen in den Jahren 2010–2019 waren höher als in jedem zuvor verzeichneten Jahrzehnt, während die Wachstumsrate zwischen 2010 und 2019 (1,3 % im Jahr 1) niedriger war als die zwischen 2000 und 2009 (2,1 % im Jahr 1). Im Jahr 2019 entfielen rund 79 % der weltweiten Treibhausgasemissionen auf die Sektoren Energie, Industrie, Verkehr und Gebäude sowie 22 %¹⁰ auf die Land- und Forstwirtschaft und andere Landnutzung (AFOLU). Die Emissionsreduktionen bei CO₂-

5 Der geschätzte Anstieg der globalen Oberflächentemperatur seit AR5 ist hauptsächlich auf die weitere Erwärmung seit 2003–2012 (0,19 [0,16 bis 0,22] °C) zurückzuführen. Darüber hinaus haben methodische Fortschritte und neue Datensätze eine vollständigere räumliche Darstellung von Veränderungen der Oberflächentemperatur, auch in der Arktis, ermöglicht. Diese und andere Verbesserungen haben auch die Schätzung der globalen Oberflächentemperaturänderung um etwa 0,1 °C erhöht, aber dieser Anstieg stellt keine zusätzliche physikalische Erwärmung seit AR5 dar.

6 Die im gesamten SPM angegebenen Spannen entsprechen sehr wahrscheinlich Spannen (5-95%-Bereich), sofern nicht anders angegeben.

7 Die Periodendifferenzierung mit A.1.1 ergibt sich, weil die Attributionsstudien diese etwas frühere Periode berücksichtigen. Die beobachtete Erwärmung bis 2010–2019 beträgt 1,06 [0,88 bis 1,21] °C.

8 Die aus Strahlungsantriebsstudien ermittelten Beiträge der Emissionen zur Erwärmung 2010–2019 im Vergleich zu 1850–1900 sind: CO₂ 0,8 [0,5 bis 1,2] °C; Methan 0,5 [0,3 bis 0,8] °C; Distickstoffoxid 0,1 [0,0 bis 0,2]°C und fluorierte Gase 0,1 [0,0 bis 0,2]°C. {2.1.1}

9 Treibhausgasemissionsmetriken werden verwendet, um Emissionen verschiedener Treibhausgase in einer gemeinsamen Einheit auszudrücken. Die aggregierten THG-Emissionen in diesem Bericht sind in CO₂-Äquivalenten(CO₂-Äquivalente)unter Verwendung des globalen Erwärmungspotenzials mit einem Zeithorizont von 100 Jahren (GWP100) mit Werten angegeben, die auf dem Beitrag der Arbeitsgruppe I zum AR6 basieren. Die Berichte AR6 WGI und WGIII enthalten aktualisierte Emissionsmetrikenwerte, Bewertungen verschiedener Metriken im Hinblick auf Minderungsziele und die Bewertung neuer Ansätze zur Aggregation von Gasen. Die Wahl der Metrik hängt vom Zweck der Analyse ab, und alle THG-Emissionsmetriken haben Einschränkungen und Unsicherheiten, da sie die Komplexität des physikalischen Klimasystems und seine Reaktion auf vergangene und zukünftige THG-Emissionen vereinfachen. {2.1.1}

10 Die THG-Emissionswerte werden auf zwei signifikante Stellen gerundet; Infolgedessen können kleine Differenzen bei den Beträgen aufgrund von Rundungen auftreten. {2.1.1}

FFlaufgrund von Verbesserungen der Energieintensität des BIP und der CO₂-Intensität der Energie waren geringer als die Emissionssteigerungen aufgrund steigender globaler Aktivitätsniveaus in Industrie, Energieversorgung, Verkehr, Landwirtschaft und Gebäuden. (hohes Vertrauen) {2.1.1}

- A.1.5 Die historischen Beiträge der CO₂-Emissionen variieren je nach Region erheblich in Bezug auf die Gesamtgröße, aber auch in Bezug auf die Beiträge zu CO₂-FFI und Netto-CO₂-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (CO₂-LULUCF). Im Jahr 2019 leben rund 35 % der Weltbevölkerung in Ländern, die mehr als 9 tCO₂-eq pro Kopf¹¹ (ohne CO₂-LULUCF) emittieren, während 41 % in Ländern leben, die weniger als 3 tCO₂-eq pro Kopf emittieren. Letztere haben zu einem erheblichen Teil keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Die am wenigsten entwickelten Länder (LDC) und die kleinen Inselentwicklungsländer (SIDS) haben deutlich niedrigere Pro-Kopf-Emissionen (1,7 tCO₂-eq bzw. 4,6 tCO₂-eq) als der globale Durchschnitt (6,9 tCO₂-eq), ohne CO₂-LULUCF. Die 10 % der Haushalte mit den höchsten Pro-Kopf-Emissionen tragen 34–45 % zu den weltweiten verbrauchsbasierten Treibhausgasemissionen der Haushalte bei, während die unteren 50 % 13–15 % beitragen. (hohes Vertrauen) {2.1.1, Abbildung 2.2}

Beobachtete Veränderungen und Auswirkungen

A.2 Weitverbreitete und schnelle Veränderungen in Atmosphäre, Ozean, Kryosphäre und Biosphäre sind aufgetreten. Der vom Menschen verursachte Klimawandel hat bereits Auswirkungen auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt. Dies hat zu weit verbreiteten negativen Auswirkungen und damit verbundenen Verlusten und Schäden für Natur und Menschen geführt (hohes Vertrauen). Gefährdete Gemeinschaften, die in der Vergangenheit am wenigsten zum aktuellen Klimawandel beigetragen haben, sind unverhältnismäßig stark betroffen (hohes Vertrauen). {2.1, Tabelle 2.1, Abbildung 2.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)

- A.2.1 Es ist eindeutig, dass der menschliche Einfluss die Atmosphäre, den Ozean und das Land erwärmt hat. Der globale mittlere Meeresspiegel stieg zwischen 1901 und 2018 um 0,20 [0,15 bis 0,25] m. Die durchschnittliche Rate des Meeresspiegelanstiegs betrug zwischen 1901 und 1971 1,3 [0,6 bis 2,1] mm yr⁻¹, stieg ^{zwischen 1971 und 2006 auf 1,9 [0,8 bis 2,9]} mm yr⁻¹ und ^{zwischen 2006 und 2018 weiter auf 3,7 [3,2 bis 4,2]} mm yr⁻¹ (hohes Vertrauen). Der menschliche Einfluss war sehr wahrscheinlich der Haupttreiber dieser Zunahmen seit mindestens 1971. Der Nachweis beobachteter Veränderungen in Extremen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen, Dürren und tropischen Wirbelstürmen und insbesondere deren Zuordnung zum menschlichen Einfluss hat sich seit AR5 weiter verstärkt. Der menschliche Einfluss hat wahrscheinlich die Wahrscheinlichkeit von zusammengesetzten Extremereignissen seit den 1950er Jahren erhöht, einschließlich der Zunahme der Häufigkeit von gleichzeitigen Hitzewellen und Dürren (hohes Vertrauen). {2.1.2, Tabelle 2.1, Abbildung 2.3, Abbildung 3.4} (Abbildung SPM.1)
- A.2.2 Ungefähr 3,3 bis 3,6 Milliarden Menschen leben in Kontexten, die sehr anfällig für den Klimawandel sind. Mensch und Ökosystem sind voneinander abhängig. Regionen und Menschen mit erheblichen Entwicklungsengpässen sind sehr anfällig für Klimagefahren. Zunehmende Wetter- und Klimaextreme haben Millionen von Menschen akuter Ernährungsunsicherheit¹² und geringerer Wassersicherheit ausgesetzt, wobei die größten negativen Auswirkungen an vielen Orten und / oder Gemeinschaften in Afrika, Asien, Mittel- und Südamerika, den am wenigsten entwickelten Ländern, den kleinen Inseln und der Arktis und weltweit für indigene Völker, kleine Lebensmittelproduzenten und einkommensschwache Haushalte beobachtet wurden. Zwischen 2010 und 2020 war die Sterblichkeit von Menschen durch Überschwemmungen, Dürren und Stürme in stark gefährdeten Regionen 15-mal höher als in Regionen mit sehr geringer Anfälligkeit. (hohes Vertrauen) {2.1.2, 4.4} (Abbildung SPM.1)
- A.2.3 Der Klimawandel hat erhebliche Schäden und zunehmend irreversible Verluste in terrestrischen, Süßwasser-, Kryosphären-, Küsten- und offenen Ozeanökosystemen verursacht (hohes Vertrauen). Hunderte von lokalen Artenverlusten wurden durch die Zunahme des Ausmaßes der Hitzeextreme (hohes Vertrauen) mit Massensterblichkeitsereignissen an Land und im Ozean (sehr hohes Vertrauen) verursacht. Die Auswirkungen auf einige Ökosysteme nähern sich der Unumkehrbarkeit, wie die Auswirkungen hydrologischer Veränderungen, die sich aus dem Rückzug von Gletschern ergeben, oder die Veränderungen in einigen Berg- (mittleres Vertrauen) und arktischen Ökosystemen, die durch das Auftauen von Permafrost verursacht werden (hohes Vertrauen). {2.1.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)
- A.2.4 Der Klimawandel hat die Ernährungssicherheit verringert und die Wassersicherheit beeinträchtigt, was die Bemühungen um die Verwirklichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung behindert (hohes Vertrauen). Obwohl die landwirtschaftliche Produktivität insgesamt gestiegen ist, hat der Klimawandel dieses Wachstum in den letzten 50 Jahren weltweit verlangsamt (mittleres Vertrauen), mit damit verbundenen negativen Auswirkungen vor allem in

11 Territoriale Emissionen.

12 Akute Ernährungsunsicherheit kann jederzeit mit einer Schwere auftreten, die Leben, Lebensgrundlagen oder beides bedroht, unabhängig von den Ursachen, dem Kontext oder der Dauer, als Folge von Schocks, die Determinanten der Ernährungssicherheit und Ernährung gefährden, und wird verwendet, um den Bedarf an humanitären Maßnahmen zu bewerten. {2.1}

Regionen mit mittlerem und niedrigem Breitengrad, aber positiven Auswirkungen in einigen Regionen mit hohem Breitengrad (hohes Vertrauen). Die Erwärmung der Ozeane und die Versauerung der Ozeane haben sich in einigen ozeanischen Regionen negativ auf die Nahrungsmittelproduktion aus der Fischerei und der Muschelaquakultur ausgewirkt (hohes Vertrauen). Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung leidet derzeit mindestens einen Teil des Jahres unter starker Wasserknappheit aufgrund einer Kombination von klimatischen und nichtklimatischen Faktoren (mittleres Vertrauen). {2.1.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)

- A.2.5 In allen Regionen haben Zunahmen extremer Hitzeereignisse zu menschlicher Sterblichkeit und Morbidität geführt (sehr hohes Vertrauen). Das Auftreten von klimabedingten durch Lebensmittel und Wasser übertragenen Krankheiten (sehr hohes Vertrauen) und das Auftreten von durch Vektoren übertragenen Krankheiten (hohes Vertrauen) haben zugenommen. In den untersuchten Regionen sind einige Herausforderungen im Bereich der psychischen Gesundheit mit steigenden Temperaturen (hohes Vertrauen), Traumata aufgrund extremer Ereignisse (sehr hohes Vertrauen) und dem Verlust von Existenzgrundlagen und Kultur (hohes Vertrauen) verbunden. Klima- und Wetterextreme führen zunehmend zu Vertreibungen in Afrika, Asien, Nordamerika (hohes Vertrauen) und Mittel- und Südamerika (mittleres Vertrauen), wobei kleine Inselstaaten in der Karibik und im Südpazifik im Vergleich zu ihrer geringen Bevölkerungsgröße (hohes Vertrauen) unverhältnismäßig stark betroffen sind. {2.1.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)
- A.2.6 Der Klimawandel hat weitreichende negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden¹³ an der Natur und den Menschen verursacht, die ungleich auf Systeme, Regionen und Sektoren verteilt sind. Wirtschaftliche Schäden durch den Klimawandel wurden in klimaexponierten Sektoren wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Energie und Tourismus festgestellt. Die individuellen Lebensgrundlagen wurden beispielsweise durch die Zerstörung von Häusern und Infrastruktur, den Verlust von Eigentum und Einkommen, die menschliche Gesundheit und die Ernährungssicherheit beeinträchtigt, was sich nachteilig auf die Gleichstellung der Geschlechter und die soziale Gerechtigkeit auswirkt. (hohes Vertrauen) {2.1.2} (Abbildung SPM.1)
- A.2.7 In städtischen Gebieten hat der beobachtete Klimawandel negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Lebensgrundlagen und die Schlüsselinfrastrukturen gehabt. Heiße Extreme haben sich in Städten verschärft. Die städtische Infrastruktur, einschließlich Verkehrs-, Wasser-, Sanitär- und Energiesysteme, wurde durch extreme und langsam einsetzende Ereignisse beeinträchtigt,¹⁴ was zu wirtschaftlichen Verlusten, Störungen der Dienstleistungen und negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden führte. Die beobachteten negativen Auswirkungen konzentrieren sich auf wirtschaftlich und sozial marginalisierte Stadtbewohner. (hohes Vertrauen) {2.1.2}

13 In diesem Bericht bezieht sich der Begriff „Verluste und Schäden“ auf nachteilige beobachtete Auswirkungen und/oder projizierte Risiken und kann wirtschaftlich und/oder nichtwirtschaftlich sein (siehe Anhang I: Glossar).

14 Langsam einsetzende Ereignisse werden unter den Klimaauswirkungsfaktoren des AR6 WGI beschrieben und beziehen sich auf die Risiken und Auswirkungen, die z. B. mit steigenden Temperaturmitteln, Wüstenbildung, abnehmenden Niederschlägen, Verlust der biologischen Vielfalt, Land- und Walddegradation, Gletscherrückzug und damit verbundenen Auswirkungen, Ozeanversauerung, Meeresspiegelanstieg und Versalzung verbunden sind. {2.1.2}

Die negativen Auswirkungen des vom Menschen verursachten Klimawandels werden sich weiter verstärken

a) Beobachtete weit verbreitete und erhebliche Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden aufgrund des Klimawandels

Wassernutzung mit Bewässerungsmitteln, Produktivität und Wohlbefinden



Schlüssel

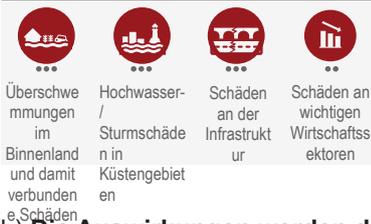
Beobachtete Zunahme der Klimaauswirkungen auf menschliche Systeme und Ökosysteme auf globaler Ebene

- Beobachtete Auswirkungen
- Negative und positive Auswirkungen
- Klimabedingte Veränderungen beobachtet, keine globale Bewertung der Wirkungsrichtung

Vertrauen in die Zuschreibung zum Klimawandel

- Hohes oder sehr hohes Vertrauen
- Mittleres Vertrauen
- Geringes Vertrauen

Städte, Siedlungen und Infrastruktur



Biodiversität und Ökosysteme



b) Die Auswirkungen werden durch Veränderungen in mehreren physikalischen Klimabedingungen getrieben, die zunehmend auf den menschlichen Einfluss zurückzuführen sind.



c) Das Ausmaß, in dem gegenwärtige und zukünftige Generationen eine heißere und andere Welt erleben werden, hängt von den Entscheidungen ab, die jetzt und in naher Zukunft getroffen werden.

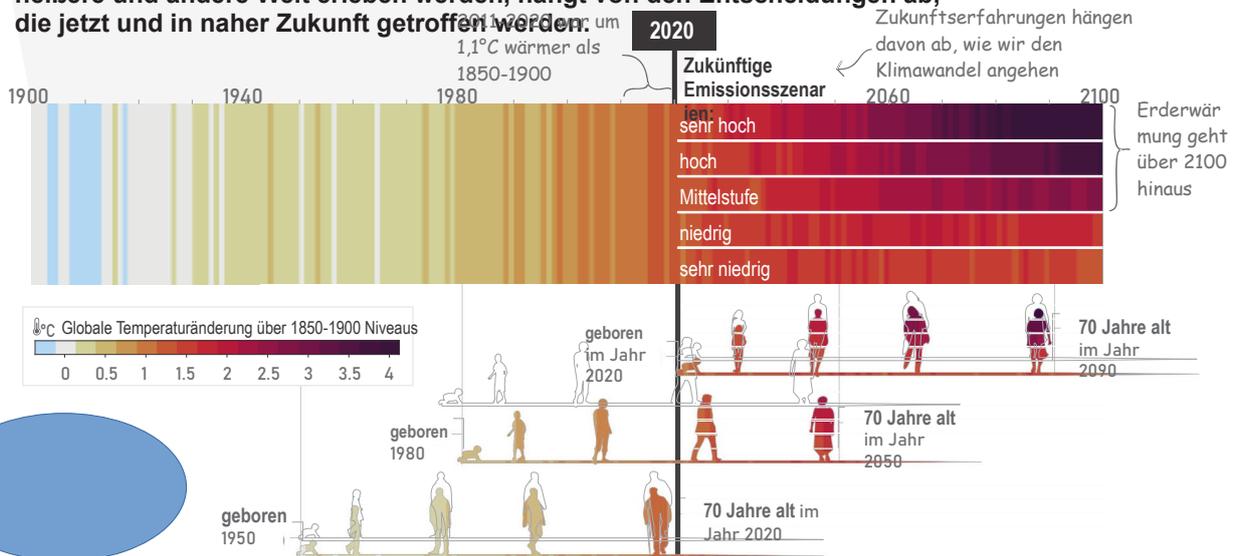


Abbildung SPM.1: a) Der Klimawandel hat bereits weltweit weitreichende Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden auf menschliche Systeme und veränderte Land-, Süßwasser- und Ozeanökosysteme verursacht. Die physikalische Wasserverfügbarkeit umfasst das Gleichgewicht des aus verschiedenen Quellen verfügbaren Wassers, einschließlich Grundwasser, Wasserqualität und Wasserbedarf. Globale Bewertungen der psychischen Gesundheit und der Vertreibung spiegeln nur bewertete Regionen wider. Das Vertrauensniveau spiegelt die Bewertung der Zurechnung der beobachteten Auswirkungen auf den Klimawandel wider. b) **Beobachtete** Auswirkungen sind mit physikalischen Klimaveränderungen verbunden, darunter viele, die dem menschlichen Einfluss zugeschrieben wurden, wie die ausgewählten Klimateinwirkungstreiber gezeigt haben. Vertrauens- und Wahrscheinlichkeitsniveaus spiegeln die Bewertung der Zuordnung des beobachteten klimatischen Einflussfaktors zum menschlichen Einfluss wider. c) Beobachtete (1900–2020) und projizierte (2021–2100) Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur (im Vergleich zu 1850–1900), die mit Veränderungen der klimatischen Bedingungen und Auswirkungen zusammenhängen, veranschaulichen, wie sich das Klima bereits verändert hat und sich entlang der Lebensdauer von drei repräsentativen Generationen (geboren 1950, 1980 und 2020) verändern wird. Zukünftige Projektionen (2021–2100) von Änderungen der globalen Oberflächentemperatur werden für sehr niedrige (SSP1-1,9), niedrige (SSP1-2,6), mittlere (SSP2-4.5), hohe (SSP3-7,0) und sehr hohe (SSP5-8,5) THG-Emissionsszenarien dargestellt. Änderungen der jährlichen globalen Oberflächentemperaturen werden als „Klimastreifen“ dargestellt, wobei zukünftige Projektionen die vom Menschen verursachten langfristigen Trends und die anhaltende Modulation durch natürliche Variabilität zeigen (hier anhand der beobachteten Werte früherer natürlicher Variabilität dargestellt). Die Farben auf den Generationensymbolen entsprechen den globalen Oberflächentemperaturstreifen für jedes Jahr, wobei Segmente auf zukünftigen Symbolen mögliche zukünftige Erfahrungen differenzieren. {2.1, 2.1.2, Abbildung 2.1, Tabelle 2.1, Abbildung 2.3, Querschnittsfeld.2, 3.1, Abbildung 3.3, 4.1, 4.3} (Kasten SPM.1)

Aktuelle Fortschritte bei der Anpassung und Lücken und Herausforderungen

- A.3 Die Anpassungsplanung und -umsetzung ist in allen Sektoren und Regionen vorangekommen, mit dokumentierten Vorteilen und unterschiedlicher Wirksamkeit. Trotz Fortschritten bestehen Anpassungslücken, die mit den derzeitigen Umsetzungsdaten weiter zunehmen werden. In einigen Ökosystemen und Regionen wurden harte und weiche Grenzen für die Anpassung erreicht. In einigen Sektoren und Regionen kommt es zu Fehlanpassungen. Die derzeitigen globalen Finanzströme für Anpassungsmaßnahmen reichen nicht aus und schränken die Umsetzung von Anpassungsoptionen insbesondere in Entwicklungsländern ein (hohes Vertrauen). {2.2, 2.3}
- A.3.1 Fortschritte bei der Anpassungsplanung und -umsetzung wurden in allen Sektoren und Regionen beobachtet, was zu zahlreichen Vorteilen führte (sehr hohes Vertrauen). Das wachsende öffentliche und politische Bewusstsein für Klimaauswirkungen und -risiken hat dazu geführt, dass mindestens 170 Länder und viele Städte die Anpassung in ihre Klimapolitik und Planungsprozesse einbezogen haben (hohes Vertrauen). {2.2.3}
- A.3.2 Die Wirksamkeit¹⁵ der Anpassung bei der Verringerung von Klimarisiken¹⁶ wird für bestimmte Kontexte, Sektoren und Regionen dokumentiert (hohes Vertrauen). Beispiele für wirksame Anpassungsmöglichkeiten sind: Sortenverbesserungen, Wasserbewirtschaftung und -speicherung in landwirtschaftlichen Betrieben, Erhaltung der Bodenfeuchte, Bewässerung, Agroforstwirtschaft, gemeinschaftsbasierte Anpassung, Diversifizierung der Landwirtschaft auf Betriebs- und Landschaftsebene, nachhaltige Landbewirtschaftungsansätze, Anwendung agrarökologischer Prinzipien und Praktiken und andere Ansätze, die mit natürlichen Prozessen arbeiten (hohes Vertrauen). Ökosystembasierte Anpassungsansätze¹⁷ wie die Begrünung von Städten, die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und vorgelagerte Waldökosysteme haben das Hochwasserrisiko und die städtische Wärme wirksam verringert (hohes Vertrauen). Kombinationen von nicht-strukturellen Maßnahmen wie Frühwarnsystemen und strukturellen Maßnahmen wie Deichen haben den Verlust von Menschenleben bei Überschwemmungen im Binnenland reduziert (mittleres Vertrauen). Anpassungsoptionen wie Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste und soziale Sicherheitsnetze haben eine breite Anwendbarkeit in mehreren Sektoren (hohes Vertrauen). {2.2.3}
- A.3.3 Die meisten beobachteten Anpassungsreaktionen sind fragmentiert, inkrementell,¹⁸ sektorspezifisch und ungleich auf die Regionen verteilt. Trotz Fortschritten bestehen sektor- und regionenübergreifende Anpassungslücken, die unter dem derzeitigen Umsetzungsdatum weiter zunehmen werden, wobei die größten Anpassungslücken bei den unteren Einkommensgruppen bestehen. (hohes Vertrauen) {2.3.2}
- A.3.4 Es gibt vermehrt Hinweise auf Fehlanpassungen in verschiedenen Sektoren und Regionen. Eine Fehlanpassung wirkt sich besonders negativ auf marginalisierte und schutzbedürftige Gruppen aus. (hohes Vertrauen) {2.3.2}
- A.3.5 Kleinbauern und Haushalte in einigen niedrig gelegenen Küstengebieten (mittleres Vertrauen), die sich aus finanziellen, ordnungspolitischen, institutionellen und politischen Zwängen ergeben (hohes Vertrauen), sind derzeit mit weichen Anpassungsgrenzen konfrontiert. Einige tropische, Küsten-, Polar- und Bergökosysteme haben harte

15 Wirksamkeit bezieht sich hier auf das Ausmaß, in dem eine Anpassungsoption zur Verringerung klimabedingter Risiken erwartet oder beobachtet wird. {2.2.3}

16 Siehe Anhang I: Glossar. {2.2.3}

17 Die ökosystembasierte Anpassung (EbA) ist im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD14/5) international anerkannt. Ein verwandtes Konzept ist Nature-based Solutions (NbS), siehe Anhang I: Glossar.

18 Inkrementelle Anpassungen an den Klimawandel werden als Erweiterungen von Handlungen und Verhaltensweisen verstanden, die bereits die Verluste reduzieren oder die Vorteile natürlicher Schwankungen bei extremen Wetter- / Klimaereignissen verbessern. {2.3.2}

Anpassungsgrenzen erreicht (hohes Vertrauen). Die Anpassung verhindert nicht alle Verluste und Schäden, auch nicht bei effektiver Anpassung und vor Erreichen weicher und harter Grenzen (hohes Vertrauen). {2.3.2}

A.3.6 Haupthindernisse für die Anpassung sind begrenzte Ressourcen, mangelndes Engagement des Privatsektors und der Bürger, unzureichende Mobilisierung von Finanzmitteln (auch für die Forschung), geringe Klimakompetenz, mangelndes politisches Engagement, begrenzte Forschung und/oder langsame und geringe Akzeptanz von Anpassungswissenschaften und geringe Dringlichkeit. Es gibt immer größere Unterschiede zwischen den geschätzten Anpassungskosten und den für die Anpassung bereitgestellten Finanzmitteln (hohes Vertrauen). Die Anpassungsfinanzierung stammt überwiegend aus öffentlichen Quellen, und ein kleiner Teil der globalen Klimaschutzfinanzierung wurde auf Anpassung und eine überwältigende Mehrheit auf Abschwächung ausgerichtet (sehr hohes Vertrauen). Obwohl die global verfolgte Klimafinanzierung seit AR5 einen Aufwärtstrend aufweist, sind die derzeitigen globalen Finanzströme für die Anpassung, auch aus öffentlichen und privaten Finanzierungsquellen, unzureichend und schränken die Umsetzung von Anpassungsoptionen, insbesondere in Entwicklungsländern, ein (hohes Vertrauen). Ungünstige Klimaauswirkungen können die Verfügbarkeit finanzieller Ressourcen verringern, indem sie Verluste und Schäden verursachen und das nationale Wirtschaftswachstum behindern, wodurch die finanziellen Zwänge für die Anpassung, insbesondere für die Entwicklungsländer und die am wenigsten entwickelten Länder, weiter zunehmen (mittleres Vertrauen). {2.3.2, 2.3.3}

Kasten SPM.1 Verwendung von Szenarien und modellierten Pfaden im AR6-Synthesebericht

Modellierte Szenarien und Pfade¹⁹ werden verwendet, um zukünftige Emissionen, den Klimawandel, damit verbundene Auswirkungen und Risiken sowie mögliche Minderungs- und Anpassungsstrategien zu untersuchen, und basieren auf einer Reihe von Annahmen, einschließlich sozioökonomischer Variablen und Minderungsoptionen. Dies sind quantitative Prognosen und weder Vorhersagen noch Prognosen. Globale modellierte Emissionspfade, einschließlich solcher, die auf kosteneffizienten Ansätzen beruhen, enthalten regional differenzierte Annahmen und Ergebnisse und müssen unter sorgfältiger Berücksichtigung dieser Annahmen bewertet werden. Die meisten machen keine expliziten Annahmen über globale Gerechtigkeit, Umweltgerechtigkeit oder intraregionale Einkommensverteilung. Das IPCC ist neutral in Bezug auf die Annahmen, die den in diesem Bericht bewerteten Szenarien in der Literatur zugrunde liegen und nicht alle möglichen Futures abdecken.²⁰ {Querschnittsbox.2}

Die WGI bewertete die Klimareaktion auf fünf illustrative Szenarien,²¹ die auf gemeinsamen sozioökonomischen Pfaden (Shared Socio-economic Pathways, SSPs) basieren, die das Spektrum der möglichen zukünftigen Entwicklung anthropogener Treiber des Klimawandels in der Literatur abdecken. Szenarien mit hohen und sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP3-7,0 und SSP5-8,5)²² haben CO₂-Emissionen, die sich gegenüber dem derzeitigen Niveau bis 2100 bzw. 2050 etwa verdoppeln. Im Zwischenszenario für THG-Emissionen (SSP2-4.5) bleiben die CO₂-Emissionen bis zur Mitte des Jahrhunderts in der Nähe des derzeitigen Niveaus. In den Szenarien für sehr niedrige und niedrige Treibhausgasemissionen (SSP1-1,9 und SSP1-2,6) sinken die CO₂-Emissionen um 2050 bzw. 2070 auf Netto-Null, gefolgt von unterschiedlichen Netto-negativen CO₂-Emissionen. Darüber hinaus²³ wurden von der WGI und der WGII repräsentative Konzentrationspfade (RCPs) verwendet, um regionale Klimaveränderungen, Auswirkungen und Risiken zu bewerten. In der Arbeitsgruppe III wurde eine große Anzahl global modellierter Emissionspfade bewertet, von denen 1202 Pfade auf der Grundlage ihrer bewerteten globalen Erwärmung im 21. Jahrhundert kategorisiert wurden. Die Kategorien reichen von Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 % (in diesem Bericht > 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung (C1) begrenzen, bis hin zu Pfaden, die 4 °C (C8) überschreiten. {Querschnittsfeld.2} (Feld SPM.1, Tabelle 1)

Die globalen Erwärmungswerte (Global Warming Levels, GWL) im Vergleich zu 1850–1900 werden verwendet, um die Bewertung des Klimawandels und der damit verbundenen Auswirkungen und Risiken zu integrieren, da Muster von Veränderungen für viele Variablen bei einem bestimmten GWL allen betrachteten Szenarien gemeinsam sind und unabhängig vom Zeitpunkt, zu dem dieses Niveau erreicht wird, sind. {Querschnittsbox.2}

- 19 In der Literatur werden die Begriffe Pfade und Szenarien austauschbar verwendet, wobei erstere häufiger in Bezug auf Klimaziele verwendet werden. WGI verwendete hauptsächlich den Begriff Szenarien und WGIII verwendete hauptsächlich den Begriff modellierte Emissions- und Minderungspfade. Das SYR verwendet in erster Linie Szenarien, wenn es sich auf WGI bezieht, und modellierte Emissions- und Minderungspfade, wenn es sich auf WGIII bezieht.
- 20 Rund die Hälfte aller modellierten globalen Emissionspfade gehen von kosteneffizienten Ansätzen aus, die weltweit auf kostengünstigsten Minderungs- und Minderungsoptionen beruhen. Die andere Hälfte befasst sich mit bestehenden politischen Maßnahmen und regional und sektoral differenzierten Maßnahmen.
- 21 SSP-basierte Szenarien werden als SSPx-y bezeichnet, wobei „SSPx“ sich auf den gemeinsamen sozioökonomischen Pfad bezieht, der die sozioökonomischen Trends beschreibt, die den Szenarien zugrunde liegen, und „y“ sich auf den Grad des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder W m⁻²) bezieht, der sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. {Querschnittsbox.2}
- 22 Sehr hohe Emissionsszenarien sind weniger wahrscheinlich geworden, können aber nicht ausgeschlossen werden. Erwärmungsniveaus >4°C können sich aus sehr hohen Emissionsszenarien ergeben, aber auch aus Szenarien mit niedrigeren Emissionen, wenn die Klimasensitivität oder die Rückkopplungen des Kohlenstoffkreislaufs höher sind als die beste Schätzung. {3.1.1}
- 23 RCP-basierte Szenarien werden als RCPy bezeichnet, wobei „y“ sich auf den Grad des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder W m⁻²) bezieht, der sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. Die SSP-Szenarien decken ein breiteres Spektrum von Treibhausgas- und Luftschadstoff-Futures ab als die RCPs. Sie sind ähnlich, aber nicht identisch, mit Unterschieden in den Konzentrationspfaden. Der insgesamt wirksame Strahlungsantrieb ist bei den SSPs tendenziell höher als bei den RCPs mit demselben Label (mittleres Vertrauen). {Querschnittsbox.2}

Feld SPM.1, Tabelle 1: Beschreibung und Beziehung von Szenarien und modellierten Pfaden, die in den Berichten der AR6-Arbeitsgruppe berücksichtigt werden. {Cross-Section Box.2 Abbildung 1}

Kategorie in der AGIII	Beschreibung der Kategorie	THG-Emissionsszenarien (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung***	Sehr niedrig (SSP1-1.9)	
C2	Rückkehr der Erwärmung auf 1,5°C (>50%) nach einem starken Überschwingen***		
C3	Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>67%)	Niedrig (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>50%)		
C5	Begrenzung der Erwärmung auf 2,5°C (>50%)		
C6	Begrenzung der Erwärmung auf 3°C (>50%)	Mittelstufe (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	Begrenzung der Erwärmung auf 4°C (>50%)	Hoch (SSP3-7.0)	
C8	Überschreitung der Erwärmung um 4°C (>50%)	Sehr hoch (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* Siehe Fußnote 21 für die SSPx-y-Terminologie.

** Siehe Fußnote 23 zur RCPy-Terminologie.

*** Begrenzte Überschreitung bezieht sich auf die Überschreitung der globalen Erwärmung um 1,5 °C um bis zu etwa 0,1 °C, hohe Überschreitung um 0,1 °C-0,3 °C, in beiden Fällen für bis zu mehrere Jahrzehnte.

Aktuelle Minderungsfortschritte, Lücken und Herausforderungen

A.4 Richtlinien und Gesetze zur Minderung haben sich seit AR5 kontinuierlich erweitert. Die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030, die sich aus den bis Oktober 2021 angekündigten national festgelegten Beiträgen ergeben, machen es wahrscheinlich, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert 1,5 °C überschreiten und die Begrenzung der Erwärmung auf unter 2 °C erschweren wird. Es bestehen Lücken zwischen den prognostizierten Emissionen aus umgesetzten Strategien und denen aus den national festgelegten Beiträgen, und die Finanzströme liegen unter dem Niveau, das zur Erreichung der Klimaziele in allen Sektoren und Regionen erforderlich ist. (hohes Vertrauen) {2.2, 2.3, Abbildung 2.5, Tabelle 2.2}

A.4.1 Das UNFCCC, das Kyoto-Protokoll und das Übereinkommen von Paris unterstützen steigende nationale Ambitionen. Das Übereinkommen von Paris, das im Rahmen des UNFCCC mit nahezu universeller Beteiligung angenommen wurde, hat zur Entwicklung politischer Maßnahmen und zur Festlegung von Zielvorgaben auf nationaler und subnationaler Ebene, insbesondere in Bezug auf den Klimaschutz, sowie zu mehr Transparenz bei Klimaschutzmaßnahmen und -unterstützung (mittleres Vertrauen) geführt. Viele regulatorische und wirtschaftliche Instrumente wurden bereits erfolgreich eingesetzt (hohes Vertrauen). In vielen Ländern haben politische Maßnahmen die Energieeffizienz verbessert, die Entwaldungsraten gesenkt und den Technologieeinsatz beschleunigt, was zu vermiedenen und in einigen Fällen reduzierten oder beseitigten Emissionen geführt hat (hohes Vertrauen). Mehrere Beweislinien deuten darauf hin, dass Klimaschutzmaßnahmen zu mehreren²⁴ vermiedenen globalen Emissionen von Gt CO₂-Äq. yr⁻¹ geführt haben (mittleres Vertrauen). Mindestens 18 Länder haben seit²⁵ mehr als 10 Jahren absolute produktionsbasierte THG- und verbrauchs-basierte CO₂-Reduktionen erzielt. Diese Reduktionen haben das globale Emissionswachstum (hohes Vertrauen) nur teilweise kompensiert. {2.2.1, 2.2.2}

A.4.2 Mehrere Minderungsoptionen, insbesondere Solarenergie, Windenergie, Elektrifizierung städtischer Systeme, städtische grüne Infrastruktur, Energieeffizienz, Nachfragesteuerung, verbesserte Wald- und Pflanzen-/Graslandbewirtschaftung sowie Verringerung von Lebensmittelverschwendung und -verlusten, sind technisch tragfähig, werden immer kosteneffizienter und werden im Allgemeinen von der Öffentlichkeit unterstützt. Von 2010 bis 2019 gab es einen nachhaltigen Rückgang der Stückkosten für Solarenergie (85 %), Windenergie (55 %) und Lithium-Ionen-Batterien (85 %) sowie einen starken Anstieg ihres Einsatzes, z. B. > 10 × für Solarenergie und > 100 × für Elektrofahrzeuge, die sich je nach Region stark unterscheiden. Die Mischung aus politischen Instrumenten, die die Kosten senkten und die Einführung stimulierten, umfasst öffentliche Forschung und Entwicklung, die Finanzierung von Demonstrations- und Pilotprojekten sowie Nachfragesteuerungsinstrumente wie Bereitstellungssubventionen, um Größenordnungen zu erreichen. Die

24 Mindestens 1,8 GtCO₂-Äq. yr⁻¹ können durch Aggregation separater Schätzungen für die Auswirkungen wirtschaftlicher und regulatorischer Instrumente berücksichtigt werden. Die wachsende Zahl von Gesetzen und Durchführungsverordnungen hat sich auf die globalen Emissionen ausgewirkt und dürfte 2016 zu 5,9 Gt CO₂-Äq. im Jahr 1 weniger Emissionen führen, als dies sonst der Fall gewesen wäre. (mittleres Vertrauen) {2.2.2}

25 Die Verringerungen waren mit der Dekarbonisierung der Energieversorgung, Energieeffizienzgewinnen und der Verringerung der Energienachfrage verbunden, die sich sowohl aus politischen Maßnahmen als auch aus Veränderungen der Wirtschaftsstruktur (hohes Vertrauen) ergaben. {2.2.2}

Aufrechterhaltung emissionsintensiver Systeme kann in einigen Regionen und Sektoren teurer sein als der Übergang zu emissionsarmen Systemen. (hohes Vertrauen) {2.2.2, Abbildung 2.4}

- A.4.3 Es besteht eine erhebliche „Emissionslücke“ zwischen den globalen THG-Emissionen im Jahr 2030 im Zusammenhang mit der Umsetzung der vor der COP 26 angekündigten NDCs²⁶ und den Emissionen im Zusammenhang mit modellierten Minderungspfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) begrenzen, ohne oder mit begrenzter Überschreitung oder Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) unter Annahme sofortiger Maßnahmen (hohes Vertrauen). Dies würde es wahrscheinlich machen, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert 1,5 °C überschreiten wird (hohes Vertrauen). Globale modellierte Minderungspfade, die die Erderwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) begrenzen, ohne oder mit begrenzter Überschreitung oder Begrenzung der Erderwärmung auf 2 °C (> 67 %), unter der Annahme, dass sofortige Maßnahmen ergriffen werden, implizieren eine tiefgreifende Verringerung der globalen Treibhausgasemissionen in diesem Jahrzehnt (hohes Vertrauen) (siehe SPM Kasten 1, Tabelle 1, B.6).²⁷ Modellierte Pfade, die mit den vor der COP 26 bis 2030 angekündigten NDCs übereinstimmen und danach keine ehrgeizigeren Ziele annehmen, haben höhere Emissionen, was zu einer mittleren globalen Erwärmung von 2,8 [2,1 bis 3,4] °C bis 2100 führt (mittleres Vertrauen). Viele Länder haben die Absicht signalisiert, bis etwa Mitte des Jahrhunderts Netto-Null-THG oder Netto-Null-CO₂ zu erreichen, aber die Zusagen unterscheiden sich in Bezug auf Umfang und Spezifität von Land zu Land, und es gibt bisher nur begrenzte politische Maßnahmen, um diese Ziele zu erreichen. {2.3.1, Tabelle 2.2, Abbildung 2.5, Tabelle 3.1, 4.1}
- A.4.4 Die Abdeckung der Politik ist in den einzelnen Sektoren uneinheitlich (hohes Vertrauen). Die bis Ende 2020 umgesetzten Strategien dürften im Jahr 2030 zu höheren globalen THG-Emissionen führen als die von den national festgelegten Beiträgen implizierten Emissionen, was auf eine „Umsetzungslücke“ (hohes Vertrauen) hindeutet. Ohne eine Stärkung der Politik wird die globale Erwärmung von 3,2 [2,2 bis 3,5] °C bis 2100 projiziert (mittleres Vertrauen). {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, Abbildung 2.5} (Kasten SPM.1, Abbildung SPM.5)
- A.4.5 Die Einführung emissionsarmer Technologien hinkt in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, zurück, was zum Teil auf begrenzte Finanzmittel, Technologieentwicklung und -transfer sowie Kapazitäten (mittleres Vertrauen) zurückzuführen ist. Das Ausmaß der Klimafinanzierungsströme hat in den letzten zehn Jahren zugenommen, und die Finanzierungskanäle haben sich ausgeweitet, aber das Wachstum hat sich seit 2018 verlangsamt (hohes Vertrauen). Die Finanzströme haben sich regional und sektorübergreifend heterogen entwickelt (hohes Vertrauen). Die öffentlichen und privaten Finanzierungsströme für fossile Brennstoffe sind nach wie vor größer als die für die Anpassung an den Klimawandel und die Eindämmung des Klimawandels (hohes Vertrauen). Die überwiegende Mehrheit der verfolgten Klimaschutzfinanzierungen ist auf Abschwächung ausgerichtet, liegt aber dennoch unter dem Niveau, das erforderlich ist, um die Erwärmung in allen Sektoren und Regionen auf unter 2 °C oder auf 1,5 °C zu begrenzen (siehe C7.2) (sehr hohes Vertrauen). Im Jahr 2018 lagen öffentlich mobilisierte und öffentlich mobilisierte private Klimaschutzfinanzierungsströme aus Industrieländern in Entwicklungsländer unter dem gemeinsamen Ziel im Rahmen des UNFCCC und des Übereinkommens von Paris, bis 2020 im Zusammenhang mit sinnvollen Klimaschutzmaßnahmen und Transparenz bei der Umsetzung (mittleres Vertrauen) jährlich 100 Mrd. USD zu mobilisieren. {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

26 Aufgrund des Stichtags der WGIII für die Literatur werden die nach dem 11. Oktober 2021 eingereichten zusätzlichen NDCs hier nicht bewertet. {Fußnote 32 im längeren Bericht}

27 Die prognostizierten Treibhausgasemissionen bis 2030 betragen 50 (47–55) GtCO₂-Äq, wenn alle bedingten NDC-Elemente berücksichtigt werden. Ohne bedingte Elemente werden die globalen Emissionen den Prognosen zufolge mit 53 (50-57) GtCO₂-Äquivalent in etwa den für 2019 modellierten Werten entsprechen. {2.3.1, Tabelle 2.2}

B. Zukünftiger Klimawandel, Risiken und langfristige Reaktionen

Künftiger Klimawandel

B.1 Anhaltende Treibhausgasemissionen werden zu einer zunehmenden globalen Erwärmung führen, wobei die beste Schätzung davon ausgeht, dass in den betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden in naher Zukunft 1,5 °C erreicht werden. Jede Zunahme der globalen Erwärmung wird mehrere und gleichzeitige Gefahren verstärken (hohes Vertrauen). Eine tiefgreifende, schnelle und nachhaltige Reduzierung der Treibhausgasemissionen würde innerhalb von etwa zwei Jahrzehnten zu einer spürbaren Verlangsamung der globalen Erwärmung und innerhalb weniger Jahre zu erkennbaren Veränderungen der atmosphärischen Zusammensetzung (hohes Vertrauen). {Querschnittsfelder 1 und 2, 3.1, 3.3, Tabelle 3.1, Abbildung 3.1, 4.3} (Abbildung SPM.2, Kasten SPM.1)

B.1.1 Die Erderwärmung²⁸ wird in naher Zukunft (2021-2040) weiter zunehmen, was hauptsächlich auf erhöhte kumulative CO₂-Emissionen in fast allen betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden zurückzuführen ist. In naher Zukunft wird die globale Erwärmung selbst unter dem Szenario mit sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (SSP1-1.9) eher als nicht 1,5 °C erreichen und unter höheren Emissionsszenarien wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich 1,5 °C überschreiten. In den betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden liegen die besten Schätzungen des Zeitpunkts, zu dem das Niveau der globalen Erwärmung von 1,5 °C erreicht wird,²⁹ auf kurze Sicht vor. Die globale Erwärmung sinkt bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in einigen Szenarien und modellierten Pfaden wieder auf unter 1,5 °C (siehe B.7). Die bewertete Klimareaktion auf THG-Emissionsszenarien führt zu einer besten Schätzung der Erwärmung für den Zeitraum 2081–2100, die einen Bereich von 1,4 °C für ein Szenario mit sehr niedrigen THG-Emissionen (SSP1-1.9) bis 2,7³⁰°C für ein Szenario mit mittleren THG-Emissionen (SSP2-4.5) und 4,4 °C für ein Szenario mit sehr hohen THG-Emissionen (SSP5-8.5) mit engeren Unsicherheitsbereichen³¹ als für entsprechende Szenarien im AR5 umfasst. {Querschnittsfelder 1 und 2, 3.1.1, 3.3.4, Tabelle 3.1, 4.3} (Feld SPM.1)

B.1.2 Deutliche Unterschiede bei den Trends der globalen Oberflächentemperatur zwischen gegensätzlichen THG-Emissionsszenarien (SSP1-1.9 und SSP1-2.6 vs. SSP3-7.0 und SSP5-8.5) würden³² sich innerhalb von etwa 20 Jahren aus der natürlichen Variabilität ergeben. In diesen gegensätzlichen Szenarien würden sich aufgrund der kombinierten gezielten Luftverschmutzungskontrollen und der starken und anhaltenden Verringerung der Methanemissionen innerhalb von Jahren erkennbare Auswirkungen auf die THG-Konzentrationen und früher auf die Verbesserung der Luftqualität ergeben. Gezielte Verringerungen der Luftschadstoffemissionen führen innerhalb von Jahren zu schnelleren Verbesserungen der Luftqualität im Vergleich zu nur geringeren THG-Emissionen, aber langfristig werden weitere Verbesserungen in Szenarien projiziert, in denen Anstrengungen zur Verringerung von Luftschadstoffen und THG-Emissionen kombiniert werden.³³ (hohes Vertrauen) {3.1.1} (Kasten SPM.1)

B.1.3 Die anhaltenden Emissionen werden sich weiter auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken. Mit jedem weiteren Anstieg der globalen Erwärmung werden die Veränderungen in den Extremen immer größer. Es wird erwartet, dass die anhaltende globale Erwärmung den globalen Wasserkreislauf weiter intensivieren wird, einschließlich seiner Variabilität, des globalen Monsunniederschlags und der sehr nassen und sehr trockenen Wetter- und Klimaereignisse und -jahreszeiten (hohes Vertrauen). In Szenarien mit steigenden CO₂-Emissionen

28 Erderwärmung (siehe Anhang I: Glossar) wird hier als laufender 20-Jahresdurchschnitt im Vergleich zu 1850–1900 angegeben, sofern nicht anders angegeben. Die globale Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr kann aufgrund der natürlichen Variabilität über oder unter dem langfristigen vom Menschen verursachten Trend variieren. Die interne Variabilität der globalen Oberflächentemperatur in einem einzigen Jahr wird auf etwa ±0,25 °C (5-95 % Bereich, hohe Zuverlässigkeit) geschätzt. Das Auftreten einzelner Jahre mit einer globalen Temperaturänderung über einem bestimmten Niveau bedeutet nicht, dass dieses Niveau der globalen Erwärmung erreicht wurde. {4.3, Querschnittsfeld.2}

29 Das mittlere Fünfjahresintervall, in dem ein globales Erwärmungsniveau von 1,5 °C (50 % Wahrscheinlichkeit) in Kategorien modellierter Pfade erreicht wird, die in der Arbeitsgruppe III betrachtet werden, beträgt 2030-2035. Bis 2030 könnte die globale Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr 1,5 °C im Vergleich zu 1850–1900 mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 40 % und 60 % in den fünf in der WGI bewerteten Szenarien (mittleres Vertrauen) überschreiten. In allen in der WGI berücksichtigten Szenarien mit Ausnahme des Szenarios mit sehr hohen Emissionen (SSP5-8.5) liegt der Mittelpunkt des ersten 20-jährigen durchschnittlichen Zeitraums, in dem die geschätzte durchschnittliche globale Oberflächentemperaturänderung 1,5 °C erreicht, in der ersten Hälfte der 2030er Jahre. Im sehr hohen THG-Emissionsszenario liegt der Mittelpunkt in den späten 2020er Jahren. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (Kasten SPM.1)

30 Die besten Schätzungen [und sehr wahrscheinliche Spannen] für die verschiedenen Szenarien sind: 1.4 [1.0 bis 1.8]°C (SSP1-1.9); 1,8 [1.3 bis 2.4] °C (SSP1-2.6); 2.7 [2.1 bis 3.5] °C (SSP2-4.5); 3.6 [2.8 bis 4.6]°C (SSP3-7.0); und 4.4 [3.3 bis 5.7]°C (SSP5-8.5). {3.1.1} (Kasten SPM.1)

31 Zukünftige Änderungen der globalen Oberflächentemperatur wurden erstmals durch die Kombination von Multimodellprojektionen mit Beobachtungseinschränkungen und der bewerteten Gleichgewichtsklimasensitivität und der vorübergehenden Klimareaktion berechnet. Der Unsicherheitsbereich ist aufgrund verbesserter Kenntnisse über Klimaprozesse, Paläoklimabeweise und modellbasierter Emerging Constraints enger als im AR5. {3.1.1}

32 Siehe Anhang I: Glossar. Natürliche Variabilität umfasst natürliche Treiber und interne Variabilität. Die wichtigsten internen Variabilitätsphänomene sind El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability und Atlantic Multi-decadal Variability. {4.3}

33 Basierend auf zusätzlichen Szenarien.

werden natürliche Land- und Ozean-Kohlenstoffsinken voraussichtlich einen abnehmenden Anteil dieser Emissionen aufnehmen (hohes Vertrauen). Weitere projizierte Veränderungen sind eine weitere Verringerung des Ausmaßes und/oder Volumens fast aller kryosphärischen Elemente³⁴ (hohes Vertrauen), ein weiterer globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg (praktisch sicher) und eine erhöhte Ozeanversauerung (praktisch sicher) und Desoxygenierung (hohes Vertrauen). {3.1.1, 3.3.1, Abbildung 3.4} (Abbildung SPM.2)

- B.1.4 Mit der weiteren Erwärmung wird projiziert, dass jede Region zunehmend gleichzeitige und mehrfache Veränderungen bei den Klimaeinwirkungstreibern erleben wird. Zusammengesetzte Hitzewellen und Dürren werden voraussichtlich häufiger werden, einschließlich gleichzeitiger Ereignisse an mehreren Standorten (hohes Vertrauen). Aufgrund des relativen Anstiegs des Meeresspiegels wird davon ausgegangen, dass die aktuellen 1-in-100-Jahres-extremen Meeresspiegelereignisse mindestens einmal jährlich in mehr als der Hälfte aller Gezeitenmessstellen bis 2100 in allen betrachteten Szenarien auftreten werden (hohes Vertrauen). Weitere projizierte regionale Veränderungen sind die Intensivierung tropischer Wirbelstürme und/oder extratropischer Stürme (mittleres Vertrauen) und die Zunahme von Trockenheit und Feuerwetter (mittleres bis hohes Vertrauen). {3.1.1, 3.1.3}
- B.1.5 Die natürliche Variabilität wird weiterhin die vom Menschen verursachten Klimaveränderungen modulieren und entweder die projizierten Veränderungen abschwächen oder verstärken, mit geringen Auswirkungen auf die globale Erwärmung im hundertjährigen Maßstab (hohes Vertrauen). Diese Modulationen sind wichtig für die Anpassungsplanung, insbesondere auf regionaler Ebene und in naher Zukunft. Wenn ein großer explosiver Vulkanausbruch eintreten würde,³⁵würde er den vom Menschen verursachten Klimawandel vorübergehend und teilweise verschleiern, indem er die globale Oberflächentemperatur und den Niederschlag für ein bis drei Jahre reduziert (mittleres Vertrauen). {4.3}

34 Permafrost, saisonale Schneedecke, Gletscher, das grönländische und antarktische Eis und arktisches Meereis.

35 Basierend auf 2500-jährigen Rekonstruktionen treten Eruptionen mit einem Strahlungsantrieb, der negativer ist als -1 W m^{-2} , im Zusammenhang mit der Strahlungswirkung vulkanischer stratosphärischer Aerosole in der in diesem Bericht bewerteten Literatur im Durchschnitt zweimal pro Jahrhundert auf. {4.3}

Mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung werden regionale Veränderungen des mittleren Klimas und der Extreme weiter verbreitet und ausgeprägt.

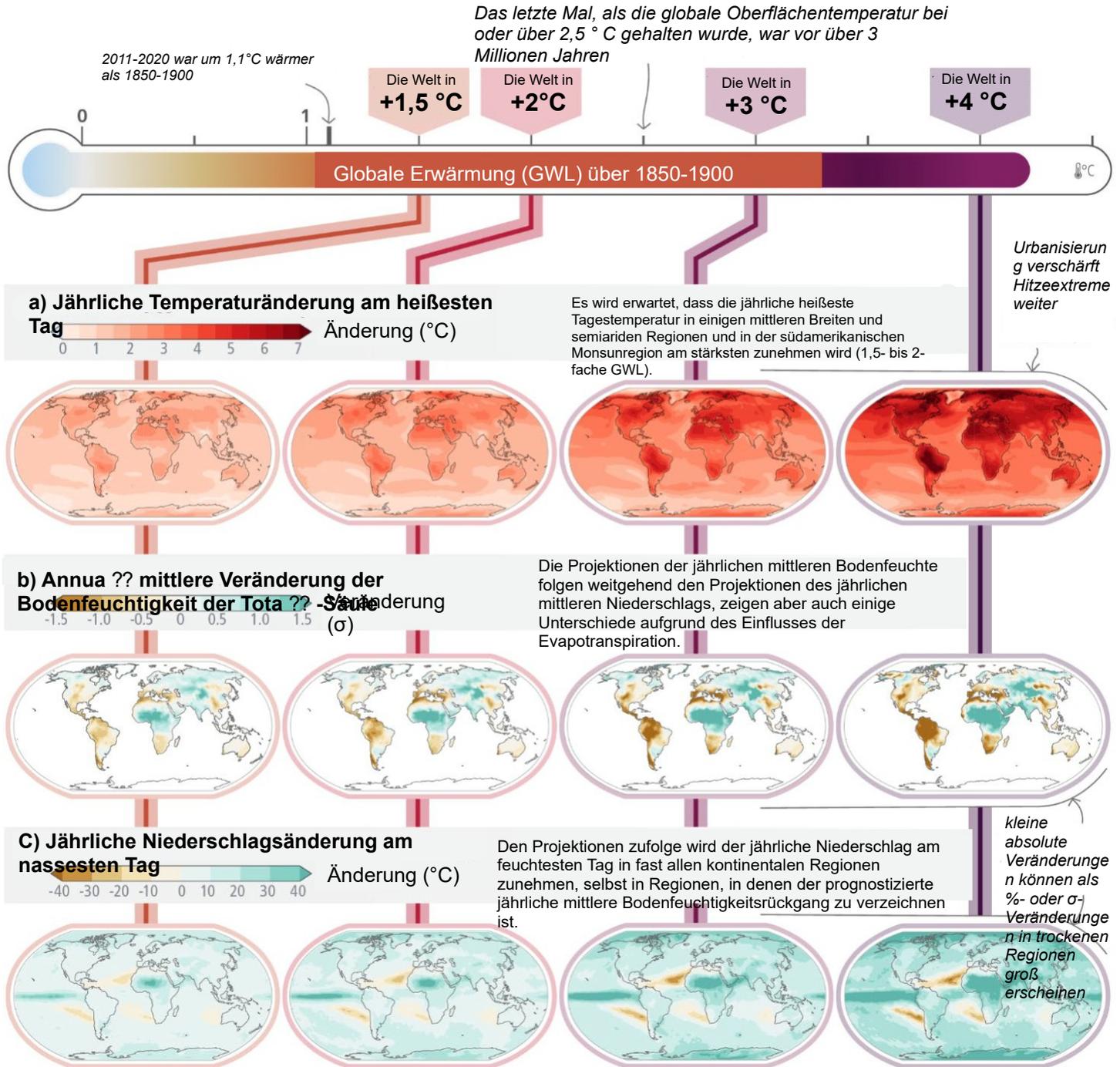


Abbildung SPM.2: Voraussichtliche Änderungen der jährlichen maximalen Tageshöchsttemperatur, der jährlichen mittleren Gesamtsäulenbodenfeuchte und der jährlichen maximalen 1-Tages-Niederschläge bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C, 2 °C, 3 °C und 4 °C im Vergleich zu 1850–1900. Voraussichtliche (a) jährliche maximale tägliche Temperaturänderung (°C), (b) jährliche mittlere Gesamtsäulenbodenfeuchteänderung (Standardabweichung), (c) jährliche maximale 1-Tages-Niederschlagsänderung (%). Die Panels zeigen CMIP6 Multi-Modell Median Änderungen. In den Feldern b) und c) können große positive relative Veränderungen in trockenen Regionen kleinen absoluten Veränderungen entsprechen. In Feld b ist die Einheit die Standardabweichung der jährlichen Variabilität der Bodenfeuchte im Zeitraum 1850–1900. Standardabweichung ist eine weit verbreitete Metrik zur Charakterisierung der Dürreschwere. Eine projizierte Verringerung der mittleren Bodenfeuchte um eine Standardabweichung entspricht den für Dürren typischen Bodenfeuchtebedingungen, die zwischen 1850 und 1900 etwa alle sechs Jahre auftraten. Der interaktive WGI-Atlas (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) kann verwendet werden, um zusätzliche Veränderungen im Klimasystem über den in dieser Abbildung dargestellten Bereich der globalen Erwärmung zu untersuchen. {Abbildung 3.1, Querschnittsfeld.2}

Auswirkungen des Klimawandels und klimabedingte Risiken

B.2 Für ein bestimmtes zukünftiges Erwärmungsniveau sind viele klimabedingte Risiken höher als in AR5 bewertet, und die prognostizierten langfristigen Auswirkungen sind bis zu ein Vielfaches höher als derzeit beobachtet (hohes Vertrauen). Risiken und projizierte negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden durch den Klimawandel eskalieren mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung (sehr hohes Vertrauen). Klimatische und nicht-klimatische Risiken werden zunehmend miteinander interagieren und zusammengesetzte und kaskadierende Risiken schaffen, die komplexer und schwieriger zu handhaben sind (hohes Vertrauen). {Abschnitt Box.2, 3.1, 4.3, Abbildung 3.3, Abbildung 4.3} (Abbildung SPM.3, Abbildung SPM.4)

B.2.1 In naher Zukunft wird voraussichtlich jede Region der Welt mit einem weiteren Anstieg der Klimagefahren konfrontiert sein (mittleres bis hohes Vertrauen, je nach Region und Gefahr), wodurch mehrere Risiken für Ökosysteme und Menschen zunehmen werden (sehr hohes Vertrauen). Zu den kurzfristig zu erwartenden Gefahren und damit verbundenen Risiken gehören eine Zunahme der hitzebedingten menschlichen Sterblichkeit und Morbidität (hohes Vertrauen), lebensmittelbedingte, durch Wasser und Vektoren übertragene Krankheiten (hohes Vertrauen) und psychische Gesundheitsprobleme³⁶ (sehr hohes Vertrauen), Überschwemmungen in Küsten- und anderen tief liegenden Städten und Regionen (hohes Vertrauen), der Verlust an biologischer Vielfalt in Land-, Süßwasser- und Ozeanökosystemen (mittleres bis sehr hohes Vertrauen, je nach Ökosystem) und ein Rückgang der Nahrungsmittelproduktion in einigen Regionen (hohes Vertrauen). Kryosphärenbedingte Veränderungen bei Überschwemmungen, Erdbeben und Wasserverfügbarkeit können in den meisten Bergregionen zu schwerwiegenden Folgen für Mensch, Infrastruktur und Wirtschaft führen (hohes Vertrauen). Die projizierte Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen (hohes Vertrauen) wird regenbedingte lokale Überschwemmungen (mittleres Vertrauen) erhöhen. {Abbildung 3.2, Abbildung 3.3, 4.3, Abbildung 4.3} (Abbildung SPM.3, Abbildung SPM.4)

B.2.2 Risiken und projizierte negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden durch den Klimawandel werden mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung eskalieren (sehr hohes Vertrauen). Sie sind höher für die globale Erwärmung von 1,5 °C als derzeit und sogar höher bei 2 °C (hohes Vertrauen). Im Vergleich zum AR5 werden die globalen aggregierten Risikoniveaus³⁷ (Gründe für Bedenken)³⁸ auf niedrigeren Niveaus der globalen Erwärmung als hoch bis sehr hoch eingestuft, da in jüngster Zeit Hinweise auf beobachtete Auswirkungen, ein verbessertes Prozessverständnis und neue Erkenntnisse über die Exposition und Anfälligkeit menschlicher und natürlicher Systeme, einschließlich der Anpassungsgrenzen (hohes Vertrauen), vorliegen. Aufgrund des unvermeidbaren Anstiegs des Meeresspiegels (siehe auch B.3) werden die Risiken für Küstenökosysteme, Menschen und Infrastruktur über 2100 hinaus weiter zunehmen (hohes Vertrauen). {3.1.2, 3.1.3, Abbildung 3.4, Abbildung 4.3} (Abbildung SPM.3, Abbildung SPM.4)

B.2.3 Mit der weiteren Erwärmung werden die Risiken des Klimawandels immer komplexer und schwieriger zu bewältigen sein. Mehrere klimatische und nichtklimatische Risikofaktoren werden interagieren, was zu einer Verschärfung des Gesamtrisikos und der Risiken führt, die über Sektoren und Regionen hinweg kaskadieren.

36 In allen bewerteten Regionen.

37 Das nicht nachweisbare Risikoniveau weist darauf hin, dass keine damit verbundenen Auswirkungen nachweisbar und auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Ein moderates Risiko darauf hindeutet, dass die damit verbundenen Auswirkungen sowohl nachweisbar als auch dem Klimawandel mit mindestens mittlerem Vertrauen zuzuschreiben sind, wobei auch die anderen spezifischen Kriterien für Schlüsselrisiken berücksichtigt werden; ein hohes Risiko auf schwerwiegende und weit verbreitete Auswirkungen hindeutet, die bei einem oder mehreren Kriterien für die Bewertung der wichtigsten Risiken als hoch eingeschätzt werden; und ein sehr hohes Risikoniveau deutet auf ein sehr hohes Risiko schwerer Auswirkungen und das Vorhandensein einer erheblichen Unumkehrbarkeit oder des Fortbestehens klimabedingter Gefahren in Verbindung mit einer begrenzten Anpassungsfähigkeit aufgrund der Art der Gefahr oder der Auswirkungen/Risiken hin. {3.1.2}

38 Das Framework Reasons for Concern (RFC) vermittelt das wissenschaftliche Verständnis über die Anhäufung von Risiken für fünf große Kategorien. RFC1: Einzigartige und bedrohte Systeme: ökologische und menschliche Systeme, deren geografische Reichweite durch klimabedingte Bedingungen eingeschränkt ist und die einen hohen Endemismus oder andere charakteristische Eigenschaften aufweisen. RFC2: Extreme Wetterereignisse: Risiken/Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die menschliche Gesundheit, Lebensgrundlagen, Vermögenswerte und Ökosysteme. RFC3: Verteilung der Auswirkungen: Risiken/Auswirkungen, von denen bestimmte Gruppen aufgrund der ungleichen Verteilung der Gefahren des physischen Klimawandels, der Exposition oder der Anfälligkeit unverhältnismäßig stark betroffen sind. RFC4: Globale aggregierte Auswirkungen: Auswirkungen auf sozio-ökologische Systeme, die global in einer einzigen Metrik zusammengefasst werden können. RFC5: Große Einzelveranstaltungen: relativ große, abrupte und manchmal irreversible Veränderungen in Systemen, die durch die globale Erwärmung verursacht werden. Siehe auch Anhang I: Glossar. {3.1.2, Querschnittsfeld.2}

Klimabedingte Ernährungsunsicherheit und Versorgungsinstabilität beispielsweise werden mit zunehmender Erderwärmung voraussichtlich zunehmen und mit nicht klimatischen Risikofaktoren wie dem Wettbewerb um Land zwischen städtischer Expansion und Nahrungsmittelproduktion, Pandemien und Konflikten interagieren. (hohes Vertrauen) {3.1.2, 4.3, Abbildung 4.3}

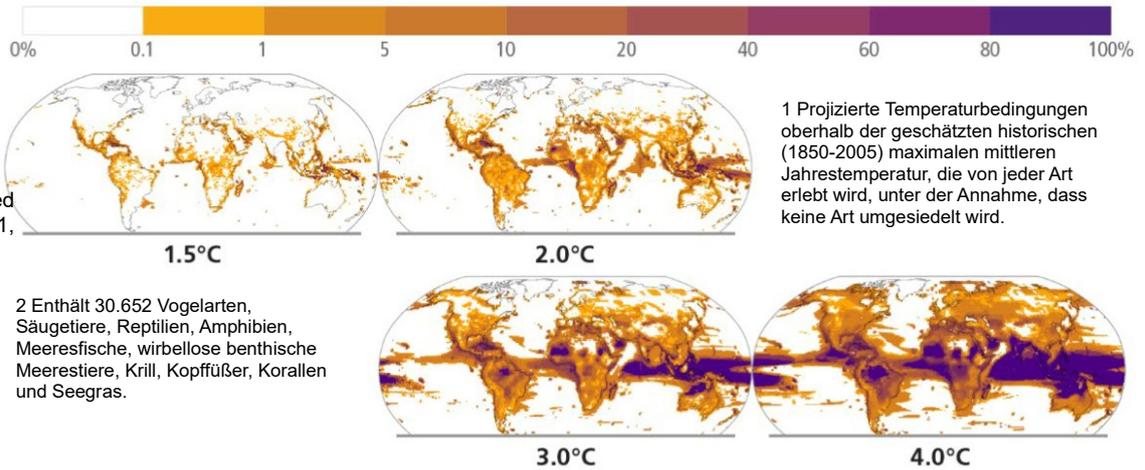
- B.2.4 Bei jedem Erwärmungsniveau hängt das Risiko auch von Trends bei der Anfälligkeit und Exposition von Menschen und Ökosystemen ab. Die künftige Exposition gegenüber Klimagefahren nimmt weltweit aufgrund sozioökonomischer Entwicklungstrends wie Migration, wachsender Ungleichheit und Urbanisierung zu. Die menschliche Verwundbarkeit wird sich auf informelle Siedlungen und schnell wachsende kleinere Siedlungen konzentrieren. In ländlichen Gebieten wird die Anfälligkeit durch die hohe Abhängigkeit von klimasensiblen Lebensgrundlagen erhöht. Die Verwundbarkeit von Ökosystemen wird stark von vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Mustern eines nicht nachhaltigen Verbrauchs und einer nicht nachhaltigen Produktion, einem zunehmenden demografischen Druck und einer anhaltenden nicht nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung von Land, Ozean und Wasser beeinflusst. Der Verlust von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen hat kaskadierende und langfristige Auswirkungen auf die Menschen weltweit, insbesondere für indigene Völker und lokale Gemeinschaften, die zur Deckung der Grundbedürfnisse direkt von Ökosystemen abhängig sind. (hohes Vertrauen) {Abschnitt Box.2 Abbildung 1c, 3.1.2, 4.3}

Der künftige Klimawandel wird voraussichtlich die Schwere der Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme erhöhen und die regionalen Unterschiede verstärken.

Beispiele für Auswirkungen ohne zusätzliche Anpassung

a) Risiko von Artenverlusten

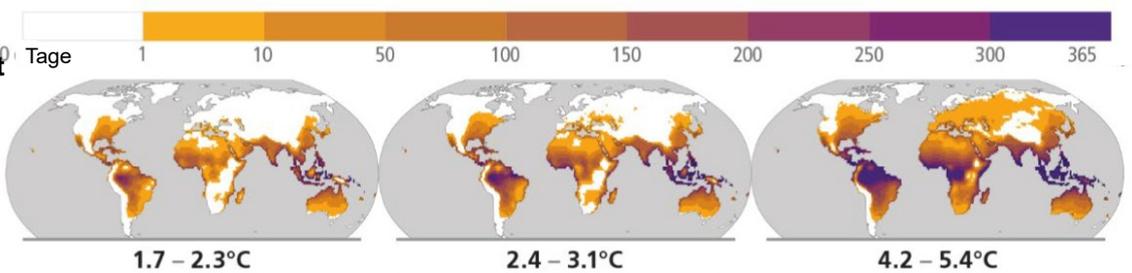
Prozentsatz der Tierarten und Seegrasarten, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind¹,
2



b) Hitze-Feuchtigkeit Risiken für die menschliche Gesundheit

Historical | 1991-2005

Tage pro Jahr, an denen kombinierte Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ein Sterblichkeitsrisiko für Einzelpersonen darstellen³



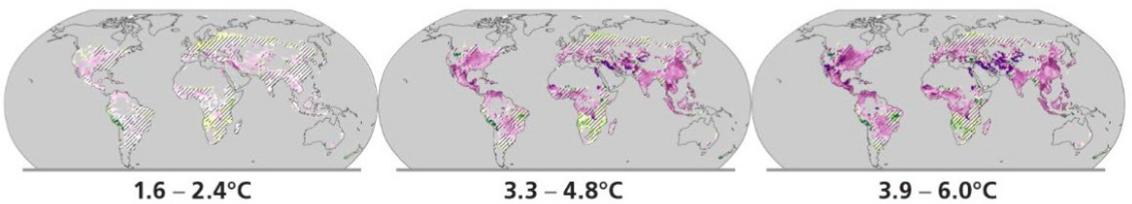
3 Die prognostizierten regionalen Auswirkungen verwenden einen globalen Schwellenwert, ab dem die tägliche mittlere Oberflächenlufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit eine Hyperthermie auslösen können, die ein Mortalitätsrisiko darstellt. Dauer und Intensität von Hitzewellen werden hier nicht dargestellt. Hitzebedingte Gesundheitsergebnisse variieren je nach Standort und werden stark durch sozioökonomische, berufliche und andere nicht-klimatische Determinanten der individuellen gesundheitlichen sozioökonomischen Vulnerabilität moderiert. Die in diesen Karten verwendete Schwelle basiert auf einer einzigen Studie, in der Daten aus 783 Fällen synthetisiert wurden, um den Zusammenhang zwischen Hitze-Feuchte-Bedingungen und Mortalität zu bestimmen, die weitgehend aus Beobachtungen in gemäßigten Klimazonen stammen



c) Auswirkungen auf die Lebensmittelproduktion

c1) Maisausbeute

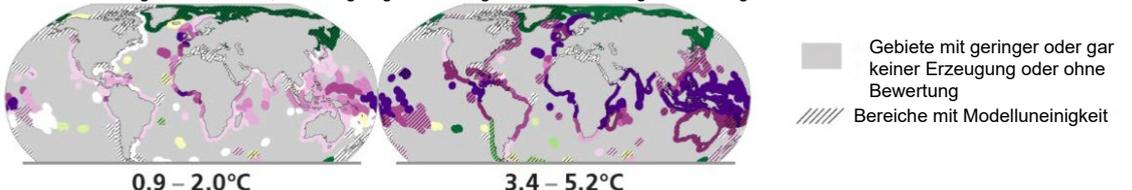
4 Ertragsveränderungen (%)



4 Die prognostizierten regionalen Auswirkungen spiegeln biophysikalische Reaktionen auf sich ändernde Temperatur, Niederschlag, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Wind und CO₂-Steigerung des Wachstums und der Wasserretention in derzeit bewirtschafteten Gebieten wider. Modelle gehen davon aus, dass bewässerte Flächen nicht wasserbegrenzt sind. Modelle stellen keine Schädlinge, Krankheiten, zukünftige agrotechnologische Veränderungen und einige extreme Klimareaktionen dar.

c2) Fischereiertrag

5 Änderungen (%) des maximalen Fangpotenzials



5 Die prognostizierten regionalen Auswirkungen spiegeln die Reaktionen der Fischerei und der Meeresökosysteme auf die physikalischen und biogeochemischen Bedingungen der Ozeane wie Temperatur, Sauerstoffgehalt und Nettoprimärproduktion wider. Modelle stellen keine Änderungen der Fischereitätigkeiten und einige extreme klimatische Bedingungen dar. Die prognostizierten Veränderungen in den arktischen Regionen haben aufgrund von Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Modellierung mehrerer interagierender Treiber und Ökosystemreaktionen ein geringes Vertrauen.

Abbildung SPM.3: Projizierte Risiken und Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche und menschliche Systeme auf verschiedenen Niveaus der globalen Erwärmung (GWL) im Vergleich zu den Niveaus von 1850–1900. Die projizierten Risiken und Auswirkungen, die auf den Karten dargestellt werden, basieren auf Ergebnissen aus verschiedenen Teilmengen des Erdsystems und Auswirkungsmodellen, die verwendet wurden, um jeden Auswirkungsindikator ohne zusätzliche Anpassung zu projizieren. Die Arbeitsgruppe II bietet eine weitere Bewertung der Auswirkungen auf menschliche und natürliche Systeme anhand dieser Projektionen und zusätzlicher Nachweise. a) Risiken von Artenverlusten, die sich aus dem Prozentsatz der bewerteten Arten ergeben, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind, wie sie durch Bedingungen definiert sind, die über die geschätzte historische mittlere Jahreshöchsttemperatur (1850–2005) jeder Art bei GWLs von 1,5 °C, 2 °C, 3 °C und 4 °C hinausgehen. Die zugrunde liegenden Temperaturprojektionen stammen aus 21 Erdsystemmodellen und berücksichtigen keine Extremereignisse, die sich auf Ökosysteme wie die Arktis auswirken. b) Risiken für die menschliche Gesundheit, die sich aus den Tagen pro Jahr ergeben, an denen die Bevölkerung hyperthermen Bedingungen ausgesetzt ist, die im historischen Zeitraum (1991–2005) und bei GWLs von 1,7 °C–2,3 °C (Mittelwert = 1,9 °C) ein Sterblichkeitsrisiko aufgrund von Oberflächenlufttemperatur und Luftfeuchtigkeit darstellen; 13 Klimamodelle), 2,4 °C–3,1 °C (2,7 °C; 16 Klimamodelle) und 4,2 °C–5,4 °C (4,7 °C; 15 Klimamodelle). Interquartile GWL-Bereiche bis 2081–2100 unter RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5. Der vorgestellte Index steht im Einklang mit den gemeinsamen Merkmalen vieler Indizes, die in WGI- und WGII-Bewertungen enthalten sind. c) Auswirkungen auf die Lebensmittelerzeugung: c1) Veränderungen des Maisertrags bis 2080–2099 gegenüber 1986–2005 bei prognostizierten GWL von 1,6 °C–2,4 °C (2,0 °C), 3,3 °C–4,8 °C (4,1 °C) und 3,9 °C–6,0 °C (4,9 °C). Mediane Ertragsänderungen aus einem Ensemble von 12 Erntemodellen, die jeweils durch voreingenommene Ergebnisse aus 5 Erdsystemmodellen aus dem Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) und dem Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP) getrieben werden. Die Karten zeigen 2080–2099 im Vergleich zu 1986–2005 für die derzeitigen Wachstumsregionen (> 10 ha), wobei der entsprechende Bereich der künftigen globalen Erwärmung in den Abschnitten SSP1- 2.6, SSP3-7.0 bzw. SSP5-8.5 dargestellt ist. Das Schraffieren zeigt Bereiche an, in denen <70% der Klima-Kultur-Modellkombinationen sich auf das Aufprallzeichen einigen. (c2) Änderung des maximalen Fangpotenzials der Fischereien bis 2081–2099 gegenüber 1986–2005 bei prognostizierten GWL von 0,9 °C–2,0 °C (1,5 °C) und 3,4 °C–5,2 °C (4,3 °C). GWL bis 2081–2100 unter RCP2.6 und RCP8.5. Hatching zeigt an, wo die beiden Klimafischereimodelle in der Richtung des Wandels nicht übereinstimmen. Große relative Veränderungen in ertragsschwachen Regionen können kleinen absoluten Veränderungen entsprechen. Die biologische Vielfalt und die Fischerei in der Antarktis wurden aufgrund von Datenbeschränkungen nicht analysiert. Die Ernährungssicherheit wird auch durch Ernte- und Fischereiausfälle beeinträchtigt, die hier nicht dargestellt werden. {3.1.2, Abbildung 3.2, Querschnittsfeld.2} (Feld SPM.1)

Die Risiken steigen mit jedem Anstieg der Erwärmung

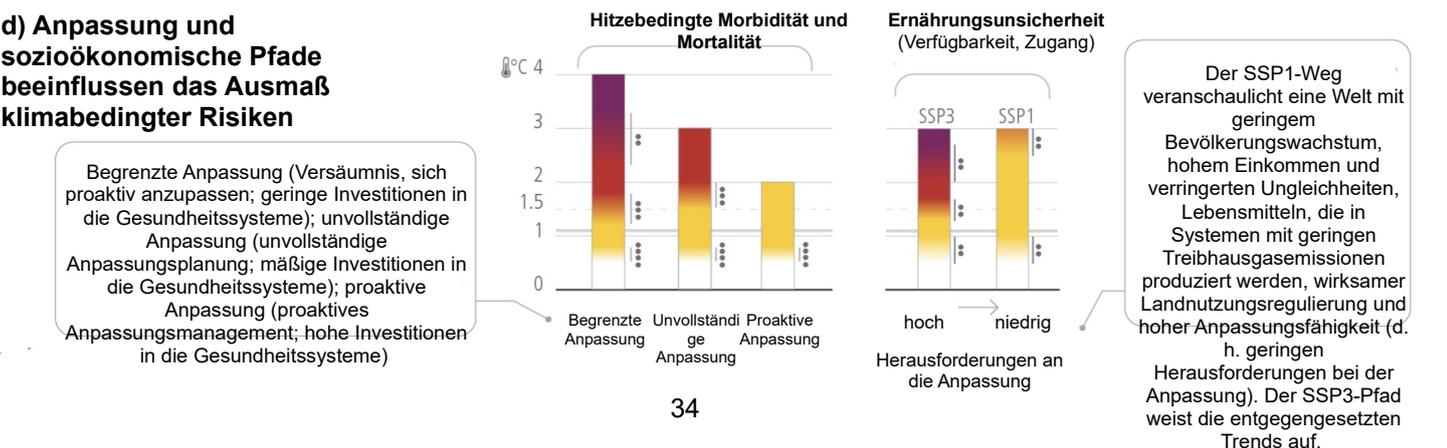
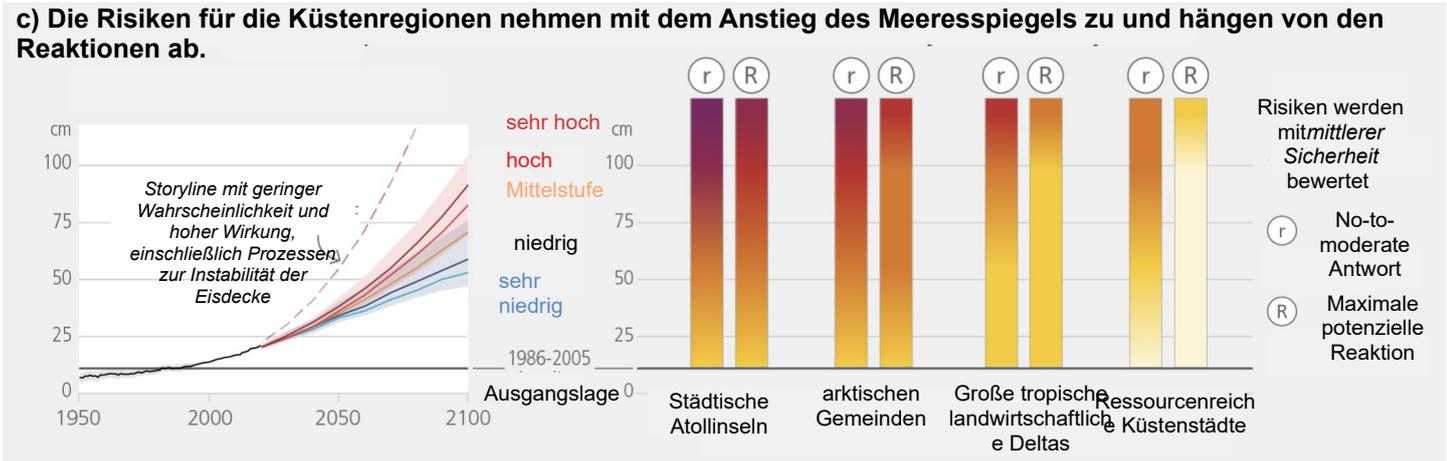
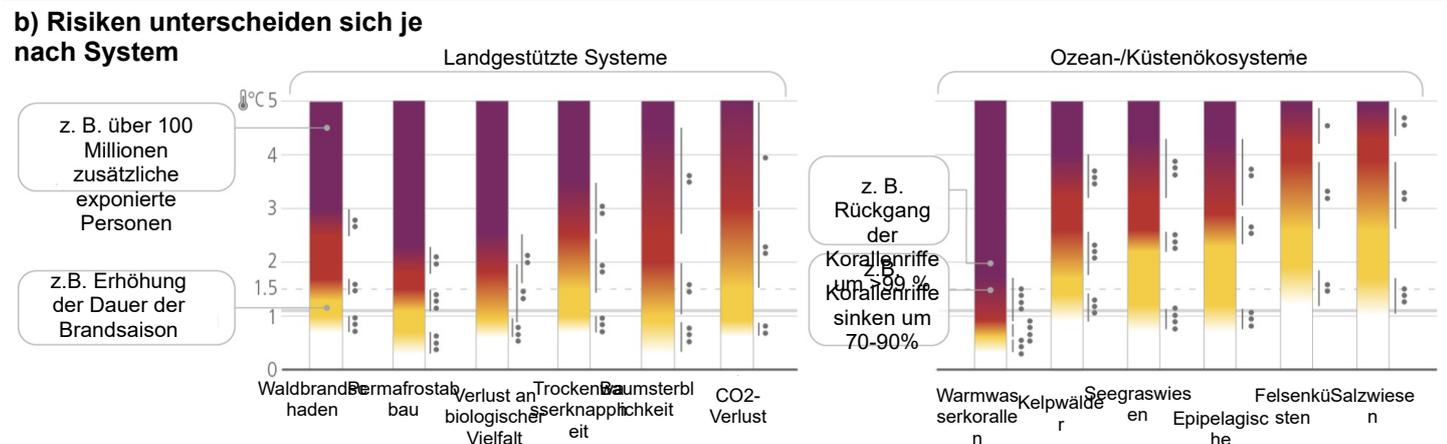
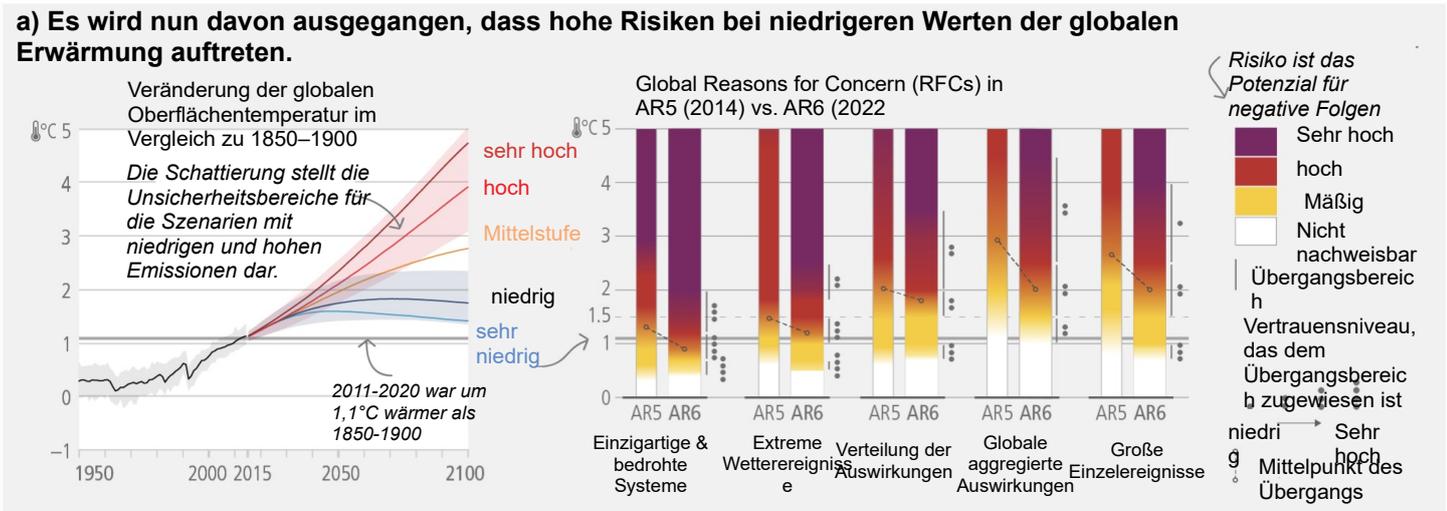


Abbildung SPM.4: Teilmenge der bewerteten Klimaergebnisse und der damit verbundenen globalen und regionalen Klimarisiken.

Die brennende Glut resultiert aus einer literaturbasierten Expertenbefragung. Panel (a): Links – Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur in °C im Vergleich zu 1850–1900. Diese Veränderungen wurden durch die Kombination von CMIP6-Modellsimulationen mit Beobachtungseinschränkungen auf der Grundlage der simulierten Erwärmung in der Vergangenheit sowie durch eine aktualisierte Bewertung der Gleichgewichtsklimasensitivität erzielt. Für die Szenarien mit niedrigen und hohen THG-Emissionen (SSP1-2.6 und SSP3-7.0) werden sehr wahrscheinlich Bereiche angezeigt (Abschnitt Box.2). Rechts – Global Reasons for Concern (RFC) zum Vergleich von AR6-Bewertungen (dicke Glut) und AR5-Bewertungen (dünne Glut). Risikoübergänge haben sich im Allgemeinen mit einem aktualisierten wissenschaftlichen Verständnis auf niedrigere Temperaturen verlagert. Für jede RFC werden Diagramme angezeigt, wobei von einer geringen bis keiner Anpassung ausgegangen wird. Linien verbinden die Mittelpunkte der Übergänge von mittlerem zu hohem Risiko über AR5 und AR6. Panel (b): Ausgewählte globale Risiken für Land- und Ozeanökosysteme, die eine allgemeine Erhöhung des Risikos bei einer globalen Erwärmung mit geringer bis keiner Anpassung veranschaulichen. Panel (c): Links - Globale mittlere Meeresspiegeländerung in Zentimetern im Vergleich zu 1900. Die historischen Veränderungen (schwarz) werden von Gezeitenmessern vor 1992 und Höhenmessern danach beobachtet. Die zukünftigen Änderungen an 2100 (farbige Linien und Schattierungen) werden konsistent mit Beobachtungsbeschränkungen bewertet, die auf der Emulation von CMIP-, Eisschild- und Gletschermodellen basieren, und wahrscheinliche Bereiche werden für SSP1-2.6 und SSP3-7.0 gezeigt. Rechts – Bewertung des kombinierten Risikos von Küstenüberschwemmungen, Erosion und Versalzung für vier illustrative Küstenregionen im Jahr 2100 aufgrund sich ändernder mittlerer und extremer Meeresspiegel in zwei Reaktionsszenarien in Bezug auf den SROCC-Ausgangszeitraum (1986–2005). Die Bewertung berücksichtigt keine Veränderungen des extremen Meeresspiegels, die über diejenigen hinausgehen, die direkt durch den mittleren Meeresspiegelanstieg verursacht werden. Das Risikoniveau könnte steigen, wenn andere Änderungen des extremen Meeresspiegels in Betracht gezogen würden (z. B. aufgrund von Änderungen der Zyklonintensität). „No-to-moderate response“ beschreibt die bisherigen Bemühungen (d. h. keine weiteren bedeutenden Maßnahmen oder neue Arten von Maßnahmen). Bei der „maximalen potenziellen Reaktion“ handelt es sich um eine Kombination von Antworten, die in vollem Umfang umgesetzt werden, und damit um erhebliche zusätzliche Anstrengungen im Vergleich zu heute, wobei von minimalen finanziellen, sozialen und politischen Hindernissen ausgegangen wird. (In diesem Zusammenhang bezieht sich „heute“ auf das Jahr 2019.) Zu den Bewertungskriterien gehören Exposition und Anfälligkeit, Küstengefahren, In-situ-Maßnahmen und geplante Umsiedlungen. Geplante Umsiedlung bezieht sich auf verwalteten Rückzug oder Umsiedlungen. Der Begriff Antwort wird hier anstelle von Anpassung verwendet, weil einige Antworten, wie Retreat, als Anpassung betrachtet werden können oder auch nicht. Panel (d): Ausgewählte Risiken unter verschiedenen sozioökonomischen Pfaden, die veranschaulichen, wie Entwicklungsstrategien und Anpassungsherausforderungen das Risiko beeinflussen. Links - Hitzesensible Ergebnisse der menschlichen Gesundheit unter drei Szenarien der Anpassungseffektivität. Die Diagramme werden unter drei SSP-Szenarien im Bereich der Temperaturänderung im Jahr 2100 auf die nächstgelegene ganze °C abgeschnitten. Rechts - Risiken im Zusammenhang mit der Ernährungssicherheit aufgrund des Klimawandels und Muster der sozioökonomischen Entwicklung. Zu den Risiken für die Ernährungssicherheit gehören die Verfügbarkeit und der Zugang zu Nahrungsmitteln, einschließlich der hungergefährdeten Bevölkerung, der Anstieg der Lebensmittelpreise und der Anstieg der behindertengerechten Lebensjahre, die auf Untergewicht im Kindesalter zurückzuführen sind. Die Risiken werden für zwei gegensätzliche sozioökonomische Pfade (SP1 und SP3) ohne die Auswirkungen gezielter Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen bewertet. {Abbildung 3.3} (Kasten SPM.1)

Wahrscheinlichkeit und Risiken unvermeidbarer, irreversibler oder abrupter Veränderungen

B.3 Einige künftige Veränderungen sind unvermeidbar und/oder irreversibel, können aber durch tiefgreifende, schnelle und nachhaltige Reduzierungen der globalen Treibhausgasemissionen begrenzt werden. Die Wahrscheinlichkeit abrupter und/oder irreversibler Veränderungen steigt mit höheren Werten der globalen Erwärmung. In ähnlicher Weise steigt die Wahrscheinlichkeit von Ergebnissen mit geringer Wahrscheinlichkeit, die mit potenziell sehr großen negativen Auswirkungen verbunden sind, mit höheren Werten der globalen Erwärmung. (hohes Vertrauen) {3.1}

B.3.1 Die Begrenzung der globalen Oberflächentemperatur verhindert keine anhaltenden Veränderungen der Komponenten des Klimasystems, die multidekadische oder längere Reaktionszeiten aufweisen (hohes Vertrauen). Der Anstieg des Meeresspiegels ist aufgrund der anhaltenden tiefen Erwärmung der Ozeane und der Eisschildschmelze für Jahrhunderte bis Jahrtausende unvermeidlich, und der Meeresspiegel wird für Tausende von Jahren erhöht bleiben (hohes Vertrauen). Eine tiefgreifende, rasche und nachhaltige Verringerung der Treibhausgasemissionen würde jedoch die weitere Beschleunigung des Anstiegs des Meeresspiegels und die prognostizierte langfristige Verpflichtung zum Anstieg des Meeresspiegels einschränken. Im Vergleich zu 1995–2014 beträgt der wahrscheinliche globale mittlere Meeresspiegelanstieg im Rahmen des SSP1-1,9-Treibhausgasemissionsszenarios 0,15–0,23 m bis 2050 und 0,28–0,55 m bis 2100; beim SSP5-8,5-THG-Emissionsszenario sind es 0,20–0,29 m bis 2050 und 0,63–1,01 m bis 2100 (mittleres Vertrauen). In den nächsten 2000 Jahren wird der globale mittlere Meeresspiegel um etwa 2–3 m ansteigen, wenn die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzt ist, und um 2–6 m, wenn sie auf 2 °C begrenzt ist (geringes Vertrauen). {3.1.3, Abbildung 3.4} (Kasten SPM.1)

B.3.2 Die Wahrscheinlichkeit und die Auswirkungen abrupter und/oder irreversibler Veränderungen im Klimasystem, einschließlich Änderungen, die beim Erreichen von Kipppunkten ausgelöst werden, nehmen mit der weiteren globalen Erwärmung zu (hohes Vertrauen). Mit zunehmender Erwärmung steigen auch die Risiken des Artensterbens oder des irreversiblen Verlusts der biologischen Vielfalt in Ökosystemen wie Wäldern (mittleres Vertrauen), Korallenriffen (sehr hohes Vertrauen) und in arktischen Regionen (hohes Vertrauen). Bei einer anhaltenden Erwärmung zwischen 2 °C und 3 °C werden die grönländischen und westantarktischen Eisschilde über mehrere Jahrtausende fast vollständig und irreversibel verloren gehen, was zu einem Anstieg des

Meeresspiegels um mehrere Meter führt (begrenzte Beweise). Die Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit des Eismassenverlustes steigt mit höheren globalen Oberflächentemperaturen (hohes Vertrauen). {3.1.2, 3.1.3}

- B.3.3 Die Wahrscheinlichkeit von Ergebnissen mit geringer Wahrscheinlichkeit, die mit potenziell sehr großen Auswirkungen verbunden sind, steigt mit höheren Werten der globalen Erwärmung (hohes Vertrauen). Aufgrund der tiefen Unsicherheit im Zusammenhang mit Eisschildprozessen kann der globale mittlere Meeresspiegelanstieg über den wahrscheinlichen Bereich – der sich 2 m bis 2100 und mehr als 15 m bis 2300 im Szenario mit sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP5-8,5) (geringes Vertrauen) nähert – nicht ausgeschlossen werden. Es besteht mittleres Vertrauen, dass die atlantische Meridionale Umwälzung der Zirkulation nicht vor 2100 abrupt zusammenbrechen wird, aber wenn sie eintreten würde, würde sie sehr wahrscheinlich abrupte Verschiebungen der regionalen Wettermuster und große Auswirkungen auf Ökosysteme und menschliche Aktivitäten verursachen. {3.1.3} (Kasten SPM.1)

Anpassungsmöglichkeiten und ihre Grenzen in einer wärmeren Welt

B.4 Anpassungsoptionen, die heute machbar und wirksam sind, werden mit zunehmender Erderwärmung eingeschränkt und weniger wirksam werden. Mit zunehmender Erderwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen und zusätzliche menschliche und natürliche Systeme werden Anpassungsgrenzen erreichen. Fehlanpassungen können durch eine flexible, sektorübergreifende, inklusive und langfristige Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen vermieden werden, was sich positiv auf viele Sektoren und Systeme auswirkt. (hohes Vertrauen) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}

B.4.1 Die Wirksamkeit der Anpassung, einschließlich ökosystembasierter und der meisten wasserbezogenen Optionen, wird mit zunehmender Erwärmung abnehmen. Die Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Optionen wird durch integrierte, multisektorale Lösungen erhöht, die die Reaktionen auf der Grundlage des Klimarisikos unterscheiden, systemübergreifend sind und soziale Ungleichheiten angehen. Da Anpassungsoptionen oft lange Umsetzungszeiten haben, erhöht die langfristige Planung ihre Effizienz. (hohes Vertrauen) {3.2, Abbildung 3.4, 4.1, 4.2}

B.4.2 Mit der zusätzlichen globalen Erwärmung werden Anpassungsgrenzen und Verluste und Schäden, die sich stark auf gefährdete Bevölkerungsgruppen konzentrieren, immer schwieriger zu vermeiden sein (hohes Vertrauen). Über 1,5 °C der globalen Erwärmung stellen begrenzte Süßwasserressourcen potenzielle harte Anpassungsgrenzen für kleine Inseln und für Regionen dar, die von Gletschern und Schneeschmelze abhängig sind (mittleres Vertrauen). Darüber hinaus werden Ökosysteme wie einige Warmwasserkorallenriffe, Küstenfeuchtgebiete, Regenwälder sowie Polar- und Bergökosysteme harte Anpassungsgrenzen erreicht oder überschritten haben, und infolgedessen werden auch einige ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen ihre Wirksamkeit verlieren (hohes Vertrauen). {2.3.2, 3.2, 4.3}

B.4.3 Maßnahmen, die sich isoliert auf Sektoren und Risiken und auf kurzfristige Gewinne konzentrieren, führen häufig langfristig zu Fehlanpassungen, was zu Engpässen in Bezug auf Anfälligkeit, Exposition und Risiken führt, die nur schwer zu ändern sind. Zum Beispiel verringern Seemauern kurzfristig effektiv die Auswirkungen auf Menschen und Vermögenswerte, können aber auch zu Lock-ins führen und die Exposition gegenüber Klimarisiken langfristig erhöhen, es sei denn, sie sind in einen langfristigen Anpassungsplan integriert. Fehlanpassungen können bestehende Ungleichheiten insbesondere für indigene Völker und marginalisierte Gruppen verschlimmern und die Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme und der biologischen Vielfalt verringern. Fehlanpassungen können durch eine flexible, sektorübergreifende, inklusive und langfristige Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen vermieden werden, was sich positiv auf viele Sektoren und Systeme auswirkt. (hohes Vertrauen) {2.3.2, 3.2}

CO₂-Budgets und Netto-Null-Emissionen

B.5 Die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung erfordert Netto-Null-CO₂-Emissionen. Die kumulierten CO₂-Emissionen bis zum Erreichen der Netto-Null-CO₂-Emissionen und die Verringerung der Treibhausgasemissionen in diesem Jahrzehnt bestimmen weitgehend, ob die Erwärmung auf 1,5 °C oder 2 °C begrenzt werden kann (hohes Vertrauen). Die prognostizierten CO₂-Emissionen aus der bestehenden Infrastruktur für fossile Brennstoffe ohne zusätzliche Minderung würden das verbleibende CO₂-Budget für 1,5 °C (50%) übersteigen (hohes Vertrauen). {2.3, 3.1, 3.3, Tabelle 3.1}

B.5.1 Aus physikalischer Sicht erfordert die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau die Begrenzung der kumulativen CO₂-Emissionen, das Erreichen von mindestens Netto-Null-CO₂-Emissionen sowie eine starke Verringerung anderer Treibhausgasemissionen. Das Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen erfordert in erster Linie eine tiefgreifende Verringerung der CO₂-, Methan- und anderen Treibhausgasemissionen und impliziert negative Netto-CO₂-Emissionen.³⁹ Die CO₂-Entnahme (CDR) wird notwendig sein, um negative Netto-CO₂-Emissionen zu erreichen (siehe B.6). Wenn die Netto-Null-Treibhausgasemissionen anhalten, werden sie voraussichtlich zu einem allmählichen Rückgang der globalen Oberflächentemperaturen nach einem früheren Höchststand führen. (hohes Vertrauen) {3.1.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, Tabelle 3.1, Querschnittsfeld.1}

B.5.2 Für alle 1000 Gt CO₂, die durch menschliche Aktivität emittiert werden, steigt die globale Oberflächentemperatur um 0,45 °C (beste Schätzung, mit einem wahrscheinlichen Bereich von 0,27 °C bis 0,63 °C). Die besten Schätzungen der verbleibenden CO₂-Budgets ab Anfang 2020 sind 500 GtCO₂ für eine Wahrscheinlichkeit von 50 %, die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, und 1150 GtCO₂ für eine Wahrscheinlichkeit von 67 %, die Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen.⁴⁰ Je stärker die Verringerung der Nicht-CO₂-Emissionen ist, desto niedriger

³⁹ Netto-Null-Treibhausgasemissionen, definiert durch das 100-jährige Erderwärmungspotenzial. Siehe Fußnote 9.

⁴⁰ Globale Datenbanken treffen unterschiedliche Entscheidungen darüber, welche Emissionen und der Abbau an Land als anthropogen gelten. Die meisten Länder melden ihre anthropogenen Land-CO₂-Flüsse einschließlich der Flüsse aufgrund von vom Menschen verursachten Umweltveränderungen (z. B. CO₂-Düngung) auf „bewirtschafteten“ Flächen in ihren nationalen Treibhausgasinventaren. Anhand von Emissionsschätzungen auf Basis dieser Inventare müssen die verbleibenden CO₂-Budgets entsprechend reduziert werden.

sind die resultierenden Temperaturen für ein bestimmtes verbleibendes CO₂-Budget oder das größere verbleibende CO₂-Budget für das gleiche Maß an Temperaturänderung.⁴¹ {3.3.1}

- B.5.3 Wenn die jährlichen CO₂-Emissionen zwischen 2020 und 2030 im Durchschnitt auf dem Niveau von 2019 blieben, würden die daraus resultierenden kumulativen Emissionen das verbleibende CO₂-Budget für 1,5 °C (50 %) fast ausschöpfen und mehr als ein Drittel des verbleibenden CO₂-Budgets für 2 °C (67 %) aufbrauchen. Schätzungen der künftigen CO₂-Emissionen aus bestehenden Infrastrukturen für fossile Brennstoffe ohne zusätzliche Minderung übersteigen⁴² bereits das verbleibende CO₂-Budget für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (50 %) (hohes Vertrauen). Die prognostizierten kumulativen künftigen CO₂-Emissionen über die gesamte Lebensdauer bestehender und geplanter Infrastrukturen für fossile Brennstoffe sind, wenn historische Betriebsmuster beibehalten werden und keine zusätzlichen Minderungen vorgenommen werden,⁴³ ungefähr gleich dem verbleibenden CO₂-Budget für die Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 83 %⁴⁴ (hohes Vertrauen). {2.3.1, 3.3.1, Abbildung 3.5}
- B.5.4 Nur auf der Grundlage zentraler Schätzungen belaufen sich die historischen kumulativen Netto-CO₂-Emissionen zwischen 1850 und 2019 auf etwa vier Fünftel⁴⁵ des gesamten CO₂-Budgets für eine Wahrscheinlichkeit von 50 %, die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung etwa 2900 GtCO₂), und auf etwa zwei Drittel⁴⁶ des gesamten CO₂-Budgets für eine Wahrscheinlichkeit von 67 %, die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung etwa 3550 GtCO₂). {3.3.1, Abbildung 3.5}

Minderungspfade

- B.6 Alle global modellierten Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, und solche, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, beinhalten in diesem Jahrzehnt schnelle und tiefe und in den meisten Fällen sofortige Reduktionen der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren. Die globalen Netto-CO₂-Emissionen werden für diese Pfadkategorien Anfang der 2050er Jahre bzw. Anfang der 2070er Jahre erreicht. (hohes Vertrauen) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, Tabelle 3.1} (Abbildung SPM.5, Kasten SPM.1)**
- B.6.1 Global modellierte Pfade liefern Informationen über die Begrenzung der Erwärmung auf verschiedene Ebenen; diese Pfade, insbesondere ihre sektoralen und regionalen Aspekte, hängen von den in Kasten SPM.1 beschriebenen Annahmen ab. Global modellierte Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen oder die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, zeichnen sich durch tiefe, schnelle und in den meisten Fällen sofortige Reduzierungen der Treibhausgasemissionen aus. Wege, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, erreichen Anfang der 2050er Jahre Netto-Null-CO₂-Emissionen, gefolgt von Netto-negativen CO₂-Emissionen. Die Wege, die Netto-Null-Treibhausgasemissionen erreichen, tun dies um die 2070er Jahre herum. Wege, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, erreichen Anfang der 2070er Jahre Netto-Null-CO₂-Emissionen. Die globalen THG-Emissionen werden den Projektionen zufolge zwischen 2020 und spätestens vor 2025 ihren Höchststand in global modellierten Pfaden erreichen, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, und in solchen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen und sofortige Maßnahmen ergreifen. (hohes Vertrauen) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6} (Tabelle SPM.1)

Tabelle SPM.1: Treibhausgas- und CO₂-Emissionsreduktionen ab 2019, Median und 5-95 Perzentile. {3.3.1, 4.1, Tabelle 3.1, Abbildung 2.5, Kasten SPM.1}

		Emissionsreduktionen gegenüber 2019 (%)			
		2030	2035	2040	2050
Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung	THG	43 [34-60]	60 [49 bis 77]	69 [58 bis 90]	84 [73-98]
	CO ₂	48 [36 bis 69]	65 [50-96]	80 [61 bis 109]	99 [79-119]

{3.3.1}

- 41 Beispielsweise könnten die verbleibenden CO₂-Budgets 300 oder 600 GtCO₂ für 1,5 °C (50%) bzw. für hohe und niedrige Nicht-CO₂-Emissionen betragen, verglichen mit 500 GtCO₂ im zentralen Fall. {3.3.1}
- 42 Abatement bezieht sich hier auf menschliche Eingriffe, die die Menge an Treibhausgasen reduzieren, die aus der Infrastruktur für fossile Brennstoffe in die Atmosphäre freigesetzt werden.
- 43 Ebd.
- 44 WGI bietet CO₂-Budgets, die mit der Begrenzung der globalen Erwärmung auf Temperaturgrenzen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit, wie 50%, 67% oder 83%, im Einklang stehen. {3.3.1}
- 45 Unsicherheiten in Bezug auf die gesamten CO₂-Budgets wurden nicht bewertet und könnten sich auf die spezifischen berechneten Fraktionen auswirken.
- 46 Ebd.

Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>67%)	THG	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34 bis 63]	64 [53-77] weiterempfehlen.
	CO2	22 [1-44] weiterempfehlen	37 [21 bis 59]	51 [36-70]	73 [55 bis 90]

B.6.2 Das Erreichen von Netto-Null-CO₂- oder THG-Emissionen erfordert in erster Linie eine tiefgreifende und schnelle Verringerung der Brutto-CO₂-Emissionen sowie eine erhebliche Verringerung der Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen (hohes Vertrauen). So werden beispielsweise bei modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, die globalen Methanemissionen bis 2030 im Vergleich zu 2019 um 34 [21-57] % reduziert. Einige schwer zu vermindern Rest-Treibhausgasemissionen (z. B. einige Emissionen aus Landwirtschaft, Luftfahrt, Schifffahrt und industriellen Prozessen) bleiben jedoch bestehen und müssten durch den Einsatz von CDR-Methoden ausgeglichen werden, um Netto-Null-CO₂- oder THG-Emissionen zu erreichen (hohes Vertrauen). Infolgedessen wird Netto-Null-CO₂ früher erreicht als Netto-Null-Treibhausgase (hohes Vertrauen). {3.3.2, 3.3.3, Tabelle 3.1, Abbildung 3.5} (Abbildung SPM.5)

B.6.3 Globale modellierte Minderungspfade, die Netto-Null-CO₂- und Treibhausgasemissionen erreichen, umfassen den Übergang von fossilen Brennstoffen ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) zu sehr CO₂-armen oder CO₂-freien Energiequellen wie erneuerbaren oder fossilen Brennstoffen mit CCS, nachfrageseitige Maßnahmen und die Verbesserung der Effizienz, die Verringerung der Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen und die CDR.⁴⁷ In den meisten global modellierten Pfaden erreichen Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (durch Wiederaufforstung und reduzierte Entwaldung) und der Energieversorgungssektor Netto-Null-CO₂-Emissionen früher als der Gebäude-, Industrie- und Verkehrssektor. (hohes Vertrauen) {3.3.3, 4.1, 4.5, Abbildung 4.1} (Abbildung SPM.5, Kasten SPM.1)

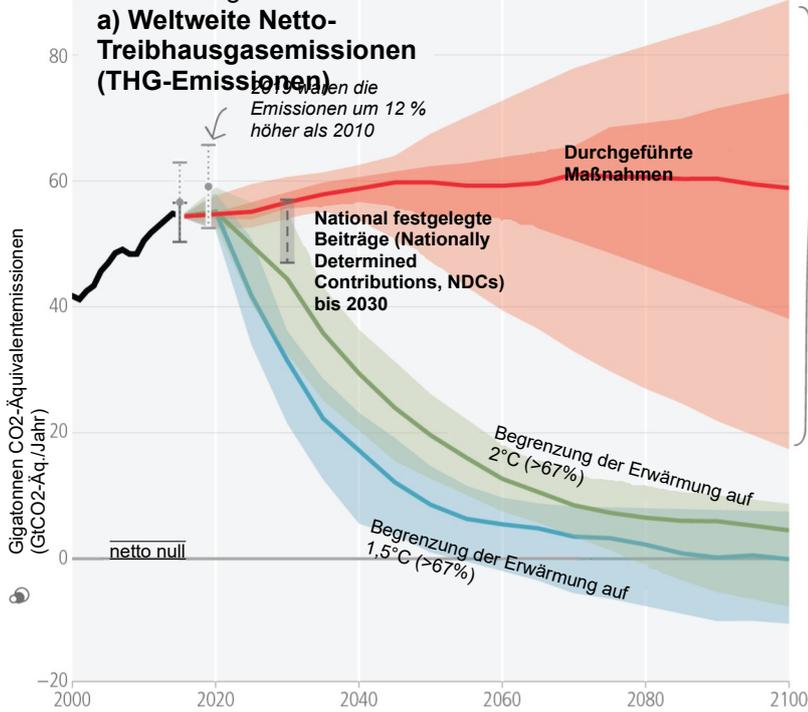
B.6.4 Mitigation Optionen haben oft Synergien mit anderen Aspekten der nachhaltigen Entwicklung, aber einige Optionen können auch Kompromisse haben. Es gibt potenzielle Synergien zwischen nachhaltiger Entwicklung und beispielsweise Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. Je nach Kontext können biologische CDR-Methoden⁴⁸ wie Wiederaufforstung, verbesserte Waldbewirtschaftung, Kohlenstoffbindung im Boden, Wiederherstellung von Torfflächen und Bewirtschaftung des blauen Kohlenstoffs an der Küste die biologische Vielfalt und die Ökosystemfunktionen, die Beschäftigung und die lokalen Lebensgrundlagen verbessern. Aufforstung oder Erzeugung von Biomassepflanzen können jedoch nachteilige sozioökonomische und ökologische Auswirkungen haben, unter anderem auf die biologische Vielfalt, die Ernährungs- und Wassersicherheit, die lokalen Lebensgrundlagen und die Rechte indigener Völker, insbesondere wenn sie in großem Maßstab umgesetzt werden und Landbesitz unsicher ist. Zu den modellierten Pfaden, bei denen davon ausgegangen wird, dass Ressourcen effizienter genutzt werden oder die globale Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit verlagert wird, gehören weniger Herausforderungen wie die geringere Abhängigkeit von der CDR und der Druck auf Land und Biodiversität. (hohes Vertrauen) {3.4.1}

47 CCS ist eine Option zur Verringerung der Emissionen aus fossilen Energie- und Industriequellen in großem Maßstab, sofern eine geologische Speicherung verfügbar ist. Wenn CO₂ direkt aus der Atmosphäre (DACCS) oder aus Biomasse (BECCS) abgeschieden wird, liefert CCS die Speicherkomponente dieser CDR-Methoden. Die CO₂-Abscheidung und unterirdische Einspritzung ist eine ausgereifte Technologie für die Gasverarbeitung und die verbesserte Ölrückgewinnung. Im Gegensatz zum Öl- und Gassektor ist CCS im Energiesektor sowie in der Zement- und Chemikalienproduktion, wo es eine kritische Minderungsoption darstellt, weniger ausgereift. Die technische geologische Speicherkapazität wird auf etwa 1000 Gt CO₂ geschätzt, was mehr ist als der CO₂-Speicherbedarf bis 2100, um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, obwohl die regionale Verfügbarkeit der geologischen Speicherung ein begrenzender Faktor sein könnte. Wenn die geologische Speicherstätte entsprechend ausgewählt und verwaltet wird, wird geschätzt, dass das CO₂ dauerhaft von der Atmosphäre isoliert werden kann. Die Umsetzung von CCS steht derzeit vor technologischen, wirtschaftlichen, institutionellen, ökologischen, ökologischen und soziokulturellen Hindernissen. Derzeit liegen die weltweiten CCS-Einführungsraten weit unter denen in modellierten Pfaden, die die Erderwärmung auf 1,5 °C bis 2 °C begrenzen. Ermöglichende Bedingungen wie politische Instrumente, eine stärkere öffentliche Unterstützung und technologische Innovationen könnten diese Hindernisse abbauen. (hohes Vertrauen) {3.3.3}

48 Die Auswirkungen, Risiken und Nebeneffekte der CDR-Einführung für Ökosysteme, Biodiversität und Menschen werden je nach Methode, standortspezifischem Kontext, Umsetzung und Umfang (hohes Vertrauen) sehr variabel sein.

Die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C und 2 °C beinhaltet eine schnelle, tiefe und in den meisten Fällen sofortige Reduzierung der Treibhausgasemissionen

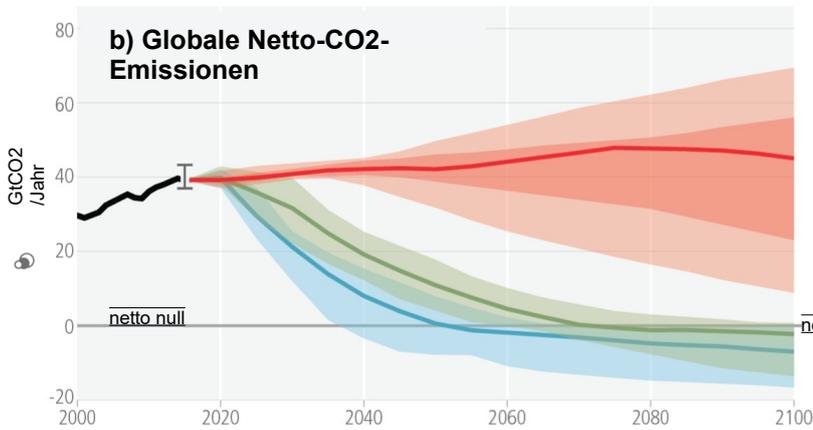
Netto-Null-CO₂-Emissionen und Netto-Null-Treibhausgasemissionen können durch starke Reduzierungen in allen Sektoren erreicht werden



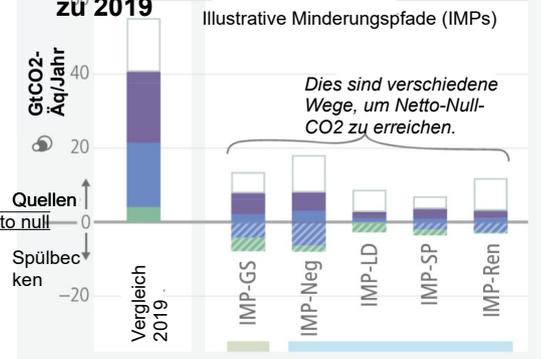
Durchgeführte Politiken führen zu projizierten Emissionen, die zu einer Erwärmung von 0,3-2 °C führen, mit einem Bereich von 2,2 °C bis 3,5 °C (mittleres Vertrauen).

- Schlüssel: Implementierte Richtlinien (Median, mit Perzentilen 25-75% und 5-95%)
- Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>67%)
- Begrenzung der Erwärmung auf 1,5°C (>50%) ohne oder mit begrenzter Überschreitung
- Frühere Emissionen (2000-2015)

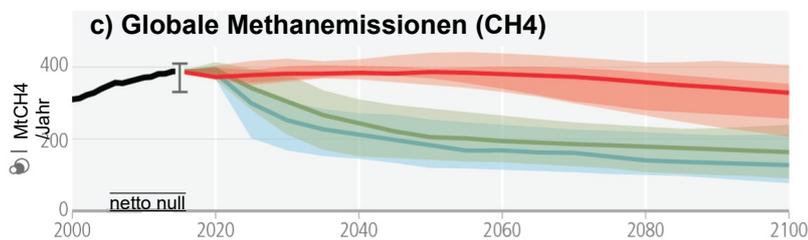
Vergangene THG-Emissionen und Unsicherheit für 2015 und 2019 (Punkt gibt den Median an)



e) Treibhausgasemissionen nach Sektoren zum Zeitpunkt der Netto-Null-CO₂-Emissionen im Vergleich zu 2019



- Schlüssel: Nicht-CO₂-Emissionen
- Verkehr, Industrie und Gebäude
- Energieversorgung (einschließlich Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft)



d) Netto-Null-CO₂ wird vor Netto-Null-Treibhausgasemissionen erreicht

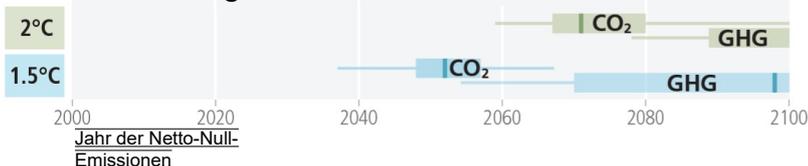


Abbildung SPM.5: Globale Emissionspfade im Einklang mit umgesetzten Strategien und Minderungsstrategien. Die Panels (a), (b) und (c) zeigen die Entwicklung der globalen Treibhausgas-, CO₂- und Methanemissionen in modellierten Pfaden, während Panel (d) den zugehörigen Zeitpunkt anzeigt, zu dem die Treibhausgas- und CO₂-Emissionen Netto-Null erreichen. Farbige Bereiche bezeichnen das 5. bis 95. Perzentil über die globalen modellierten Pfade innerhalb einer bestimmten Kategorie, wie in Kasten SPM.1 beschrieben. Die roten Bereiche zeigen Emissionspfade unter Annahme von Maßnahmen, die bis Ende 2020 umgesetzt wurden. Bereiche modellierter Pfade, die die Erwärmung auf 1,5°C (>50%) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, werden in hellblau (Kategorie C1) und Pfade, die die Erwärmung auf 2°C (>67%) begrenzen, in grün (Kategorie C3) dargestellt. Globale Emissionspfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen und auch in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Netto-Null-Treibhausgase erreichen würden, tun dies zwischen 2070 und 2075. Panel (e) zeigt die sektoralen Beiträge von CO₂- und Nicht-CO₂-Emissionsquellen und -senken zu dem Zeitpunkt, zu dem Netto-Null-CO₂-Emissionen in illustrativen Minderungspfaden (IMPs) erreicht werden, die mit einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C mit einer hohen Abhängigkeit von negativen Nettoemissionen (IMP-Neg) („hohe Überschreitung“), einer hohen Ressourceneffizienz (IMP-LD), einem Schwerpunkt auf nachhaltiger Entwicklung (IMP-SP), erneuerbaren Energien (IMP-Ren) und einer Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C mit weniger rascher Minderung, zunächst gefolgt von einer schrittweisen Stärkung (IMP-GS). Positive und negative Emissionen für verschiedene IMP werden mit den THG-Emissionen aus dem Jahr 2019 verglichen. Die Energieversorgung (einschließlich Strom) umfasst Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung und direkter Kohlendioxidabscheidung und -speicherung in der Luft. CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft können nur als Nettowert ausgewiesen werden, da viele Modelle Emissionen und Senken dieser Kategorie nicht separat melden. {Abbildung 3.6, 4.1} (Kasten SPM.1)

Überschreitung: Überschreitung eines Erwärmungsniveaus und Rückkehr

- B.7 Wenn die Erwärmung ein bestimmtes Niveau wie 1,5 °C überschreitet, könnte sie allmählich wieder reduziert werden, indem negative globale Netto-CO₂-Emissionen erreicht und aufrechterhalten werden. Dies würde einen zusätzlichen Einsatz der CO₂-Entnahme im Vergleich zu Pfaden ohne Überschreitung erfordern, was zu größeren Bedenken hinsichtlich der Durchführbarkeit und Nachhaltigkeit führen würde. Die Überschreitung bringt negative Auswirkungen, einige irreversible und zusätzliche Risiken für menschliche und natürliche Systeme mit sich, die alle mit dem Ausmaß und der Dauer der Überschreitung zunehmen. (hohes Vertrauen) {3.1, 3.3, 3.4, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6}
- B.7.1 Nur wenige der ehrgeizigsten global modellierten Pfade begrenzen die Erderwärmung bis 2100 auf 1,5 °C (> 50 %), ohne diesen Wert vorübergehend zu überschreiten. Die Erreichung und Aufrechterhaltung negativer globaler Netto-CO₂-Emissionen mit jährlichen CDR-Raten, die größer sind als die verbleibenden CO₂-Emissionen, würde das Erwärmungsniveau allmählich wieder senken (hohes Vertrauen). Negative Auswirkungen, die während dieser Zeit des Überschwingens auftreten und zusätzliche Erwärmung durch Rückkopplungsmechanismen verursachen, wie erhöhte Waldbrände, Massensterblichkeit von Bäumen, Trocknung von Torfmooren und Auftauen von Permafrost, Schwächung der natürlichen Kohlenstoffsinken auf dem Land und zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen, würden die Rückkehr schwieriger machen (mittleres Vertrauen). {3.3.2, 3.3.4, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6} (Kasten SPM.1)
- B.7.2 Je größer das Ausmaß und je länger die Dauer der Überschreitung ist, desto mehr Ökosysteme und Gesellschaften sind größeren und weiter verbreiteten Veränderungen der Klimateinflussfaktoren ausgesetzt, was die Risiken für viele natürliche und menschliche Systeme erhöht. Im Vergleich zu Pfaden ohne Überschreitung wären Gesellschaften höheren Risiken für die Infrastruktur, niedrig gelegene Küstensiedlungen und die damit verbundenen Lebensgrundlagen ausgesetzt. Die Überschreitung von 1,5 °C wird zu irreversiblen negativen Auswirkungen auf bestimmte Ökosysteme mit geringer Widerstandsfähigkeit führen, wie Polar-, Berg- und Küstenökosysteme, die von Eisschildschmelze, Gletscherschmelze oder einem beschleunigten und höheren Anstieg des Meeresspiegels betroffen sind. (hohes Vertrauen) {3.1.2, 3.3.4}
- B.7.3 Je größer die Überschreitung, desto mehr negative Netto-CO₂-Emissionen wären erforderlich, um bis 2100 auf 1,5 °C zurückzukehren. Ein schnellerer Übergang zu Netto-Null-CO₂-Emissionen und eine schnellere Verringerung von Nicht-CO₂-Emissionen wie Methan würden die Spitzenwerte der Erwärmung begrenzen und die Anforderung an Netto-negative CO₂-Emissionen verringern, wodurch Machbarkeits- und Nachhaltigkeitsbedenken sowie soziale und ökologische Risiken im Zusammenhang mit dem Einsatz von CDR in großem Maßstab verringert würden. (hohes Vertrauen) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, Tabelle 3.1}

C. Kurzfristige Antworten

Dringlichkeit eines kurzfristigen integrierten Klimaschutzes

- C.1 Der Klimawandel stellt eine Bedrohung für das menschliche Wohlergehen und die Gesundheit des Planeten dar (sehr hohes Vertrauen). Es gibt ein sich schnell schließendes Zeitfenster, um eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern (sehr hohes Vertrauen). Die klimaresiliente Entwicklung integriert Anpassung und Eindämmung, um die nachhaltige Entwicklung für alle voranzubringen, und wird durch eine verstärkte internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich eines verbesserten Zugangs zu angemessenen Finanzmitteln, insbesondere für gefährdete Regionen, Sektoren und Gruppen, und einer inklusiven Governance und koordinierten Politik (hohes Vertrauen). Die Entscheidungen und Maßnahmen, die in diesem Jahrzehnt umgesetzt werden, werden jetzt und für Tausende von Jahren Auswirkungen haben (hohes Vertrauen). {3.1, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 4.9, Abbildung 3.1, Abbildung 3.3, Abbildung 4.2} (Abbildung SPM.1, Abbildung SPM.6)**
- C.1.1 Beweise für beobachtete negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden, projizierte Risiken, Niveaus und Trends bei Vulnerabilitäts- und Anpassungsgrenzen zeigen, dass weltweit klimaresiliente Entwicklungsmaßnahmen dringender sind als zuvor in AR5 bewertet. Klimaresiliente Entwicklung integriert Anpassung und THG-Minderung, um eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben. Klimaresiliente Entwicklungspfade wurden durch vergangene Entwicklungen, Emissionen und den Klimawandel eingeschränkt und werden zunehmend durch jede Zunahme der Erwärmung eingeschränkt, insbesondere über 1,5 °C hinaus. (sehr hohes Vertrauen) {3.4, 3.4.2, 4.1}
- C.1.2 Staatliche Maßnahmen auf subnationaler, nationaler und internationaler Ebene mit der Zivilgesellschaft und dem Privatsektor spielen eine entscheidende Rolle bei der Ermöglichung und Beschleunigung von Veränderungen bei den Entwicklungspfaden hin zu Nachhaltigkeit und klimaresistenter Entwicklung (sehr hohes Vertrauen). Eine klimaresiliente Entwicklung wird ermöglicht, wenn Regierungen, die Zivilgesellschaft und der Privatsektor inklusive Entwicklungsentscheidungen treffen, bei denen Risikominderung, Gerechtigkeit und Gerechtigkeit Priorität haben, und wenn Entscheidungsprozesse, Finanzen und Maßnahmen über Governance-Ebenen, Sektoren und Zeitrahmen hinweg integriert werden (sehr hohes Vertrauen). Die grundlegenden Bedingungen werden nach nationalen, regionalen und lokalen Gegebenheiten und Geografien nach Fähigkeiten differenziert und umfassen: politisches Engagement und Folgemaßnahmen, koordinierte politische Maßnahmen, soziale und internationale Zusammenarbeit, Ökosystemverantwortung, inklusive Governance, Wissensvielfalt, technologische Innovation, Überwachung und Evaluierung sowie verbesserter Zugang zu angemessenen Finanzmitteln, insbesondere für gefährdete Regionen, Sektoren und Gemeinschaften (hohes Vertrauen). {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8} (Abbildung SPM.6)
- C.1.3 Die anhaltenden Emissionen werden sich weiter auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken, und viele Veränderungen werden auf hundertjährigen bis tausendjährigen Zeitskalen irreversibel sein und mit zunehmender Erderwärmung größer werden. Ohne dringende, wirksame und gerechte Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen bedroht der Klimawandel zunehmend Ökosysteme, die biologische Vielfalt sowie die Lebensgrundlagen, die Gesundheit und das Wohlergehen heutiger und künftiger Generationen. (hohes Vertrauen) {3.1.3, 3.3.3, 3.4.1, Abbildung 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4} (Abbildung SPM.1, Abbildung SPM.6)

Es gibt ein sich schnell verengendes Zeitfenster, um eine klimaresiliente Entwicklung zu ermöglichen.

Mehrere interagierende Entscheidungen und Maßnahmen können Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern

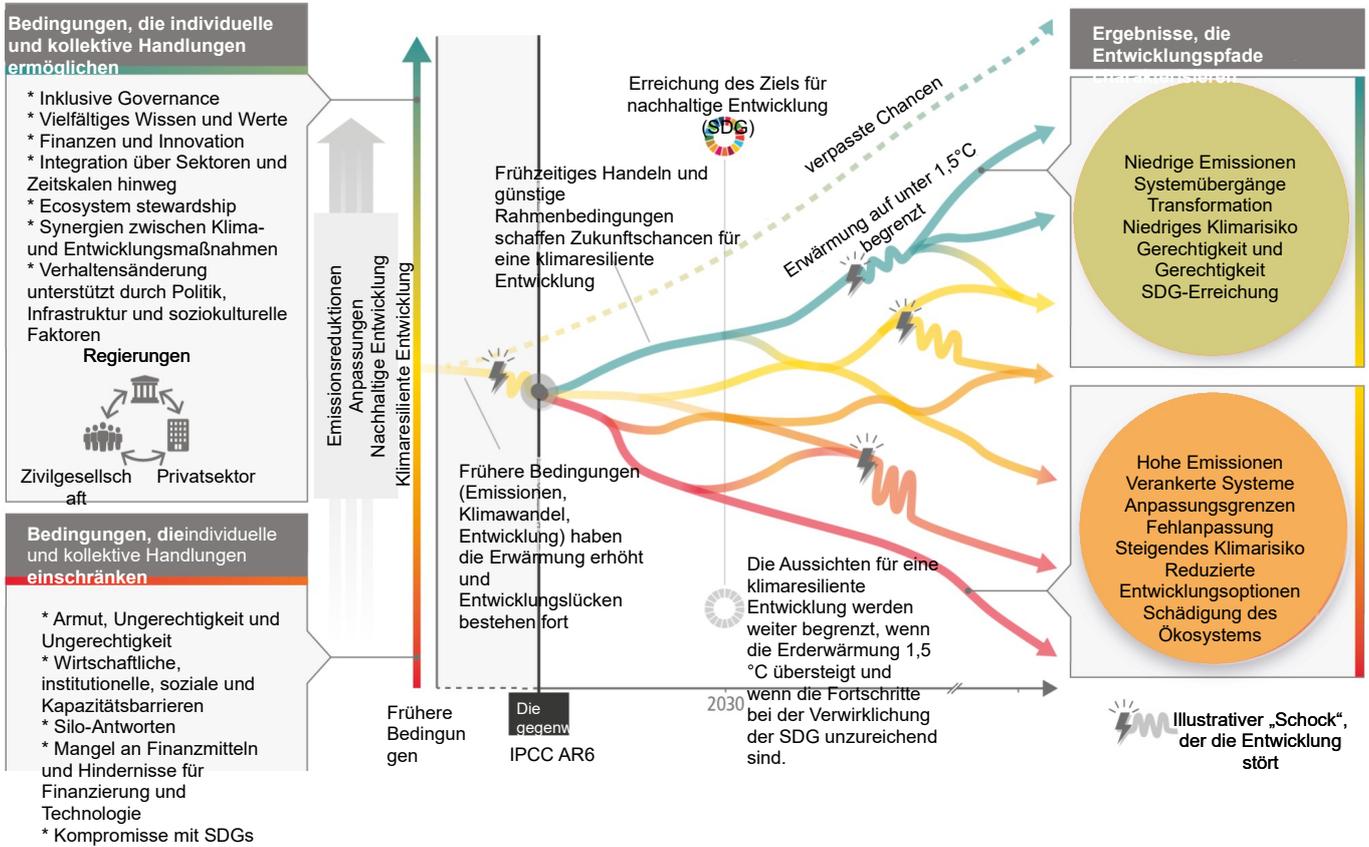


Abbildung SPM.6: Die illustrativen Entwicklungspfade (rot bis grün) und die damit verbundenen Ergebnisse (rechtes Panel) zeigen, dass sich die Möglichkeiten zur Sicherung einer lebenswerten und nachhaltigen Zukunft für alle rasch verengen. Klimaresiliente Entwicklung ist der Prozess der Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel, um eine nachhaltige Entwicklung zu unterstützen. Unterschiedliche Wege verdeutlichen, dass interagierende Entscheidungen und Maßnahmen verschiedener Akteure der Regierung, des Privatsektors und der Zivilgesellschaft die klimaresiliente Entwicklung voranbringen, Wege in Richtung Nachhaltigkeit verlagern und geringere Emissionen und Anpassung ermöglichen können. Vielfältiges Wissen und Werte umfassen kulturelle Werte, indigenes Wissen, lokales Wissen und wissenschaftliche Kenntnisse. Klimatische und nichtklimatische Ereignisse wie Dürren, Überschwemmungen oder Pandemien stellen für Wege mit einer geringeren klimaresilienten Entwicklung (rot bis gelb) schwerere Schocks dar als für Wege mit einer stärker klimaresilienten Entwicklung (grün). Es gibt Grenzen der Anpassungs- und Anpassungsfähigkeit für einige menschliche und natürliche Systeme bei einer globalen Erwärmung von 1,5 ° C, und mit jedem Anstieg der Erwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen. Die Entwicklungspfade, die von den Ländern in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung eingeschlagen werden, wirken sich auf die Treibhausgasemissionen und die Herausforderungen und Chancen zur Minderung der Treibhausgasemissionen aus, die sich von Land zu Land und von Region zu Region unterscheiden. Handlungspfade und -möglichkeiten werden durch frühere Maßnahmen (oder Nichthandlungen und verpasste Chancen) geprägt. Gestrichelter Weg) und ermöglichende und einschränkende Bedingungen (linkes Panel) und finden im Zusammenhang mit Klimarisiken, Anpassungsgrenzen und Entwicklungslücken statt. Je länger sich die Emissionsreduktionen verzögern, desto weniger effektive Anpassungsmöglichkeiten gibt es. {Abbildung 4.2, 3.1, 3.2, 3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9}

Vorteile von Near-Term Action

- C.2 Eine tiefgreifende, rasche und nachhaltige Eindämmung und beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in diesem Jahrzehnt würde die projizierten Verluste und Schäden für Menschen und Ökosysteme verringern (sehr hohes Vertrauen) und viele positive Nebeneffekte, insbesondere für die Luftqualität und die Gesundheit (hohes Vertrauen), mit sich bringen. Verzögerte Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen würden die Infrastruktur mit hohen Emissionen sperren, das Risiko von verlorenen Vermögenswerten und Kosteneskalation erhöhen, die Durchführbarkeit verringern und Verluste und Schäden erhöhen (hohes Vertrauen). Bei den kurzfristigen Maßnahmen handelt es sich um hohe Vorabinvestitionen und potenziell disruptive Veränderungen, die durch eine Reihe von grundlegenden Maßnahmen (high confidence) abgemildert werden können. {2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8}**
- C.2.1 Eine tiefgreifende, rasche und nachhaltige Eindämmung und beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in diesem Jahrzehnt würde künftige Verluste und Schäden im Zusammenhang mit dem Klimawandel für Menschen und Ökosysteme verringern (sehr hohes Vertrauen). Da Anpassungsoptionen oft lange Umsetzungszeiten haben, ist eine beschleunigte Umsetzung der Anpassung in diesem Jahrzehnt wichtig, um Anpassungslücken zu schließen (hohes Vertrauen). Umfassende, wirksame und innovative Maßnahmen zur Integration von Anpassung und Minderung können Synergien nutzen und Kompromisse zwischen Anpassung und Minderung verringern (hohes Vertrauen). {4.1, 4.2, 4.3}
- C.2.2 Verzögerte Minderungsmaßnahmen werden die globale Erwärmung weiter erhöhen, Verluste und Schäden werden zunehmen und zusätzliche menschliche und natürliche Systeme werden Anpassungsgrenzen erreichen. Zu den Herausforderungen, die sich aus verzögerten Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen ergeben, gehören das Risiko einer Kosteneskalation, die Bindung an die Infrastruktur, verlorene Vermögenswerte und die geringere Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Anpassungs- und Minderungsoptionen. Ohne rasche, tiefgreifende und nachhaltige Eindämmungsmaßnahmen und beschleunigte Anpassungsmaßnahmen werden die Verluste und Schäden weiter zunehmen, einschließlich der projizierten negativen Auswirkungen in Afrika, den am wenigsten entwickelten Ländern, SIDS, Mittel- und Südamerika,⁴⁹ Asien und der Arktis, und die am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen werden unverhältnismäßig stark betroffen sein. (hohes Vertrauen) {2.1.2, 3.1.2, 3.2, 3.3.1, 3.3.3, 4.1, 4.2, 4.3} (Abbildung SPM.3, Abbildung SPM.4)
- C.2.3 Beschleunigte Klimaschutzmaßnahmen können auch positive Nebeneffekte mit sich bringen (siehe auch C.4) (hohes Vertrauen). Viele Klimaschutzmaßnahmen hätten Vorteile für die Gesundheit durch geringere Luftverschmutzung, aktive Mobilität (z. B. Gehen, Radfahren) und Umstellungen auf eine nachhaltige gesunde Ernährung (hohes Vertrauen). Starke, schnelle und nachhaltige Verringerungen der Methanemissionen können die kurzfristige Erwärmung begrenzen und die Luftqualität verbessern, indem sie das globale Oberflächenozon reduzieren (hohes Vertrauen). Die Anpassung kann mehrere zusätzliche Vorteile mit sich bringen, wie die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität, Innovation, Gesundheit und Wohlbefinden, Ernährungssicherheit, Existenzgrundlage und Erhaltung der biologischen Vielfalt (sehr hohes Vertrauen). {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}
- C.2.4 Die Kosten-Nutzen-Analyse ist in ihrer Fähigkeit, alle durch den Klimawandel vermiedenen Schäden darzustellen, nach wie vor begrenzt (hohes Vertrauen). Der wirtschaftliche Nutzen für die menschliche Gesundheit, der sich aus der Verbesserung der Luftqualität infolge von Minderungsmaßnahmen ergibt, kann in derselben Größenordnung liegen wie die Minderungskosten und möglicherweise sogar noch größer sein (mittleres Vertrauen). Auch ohne alle

49 Der südliche Teil Mexikos ist in der klimatischen Subregion Südamerika (SCA) für WGI enthalten. Mexiko wird als Teil Nordamerikas für WGII bewertet. Die Literatur zum Klimawandel für die SCA-Region enthält gelegentlich Mexiko, und in diesen Fällen bezieht sich die WGII-Bewertung auf Lateinamerika. Mexiko gilt für die Arbeitsgruppe III als Teil Lateinamerikas und der Karibik.

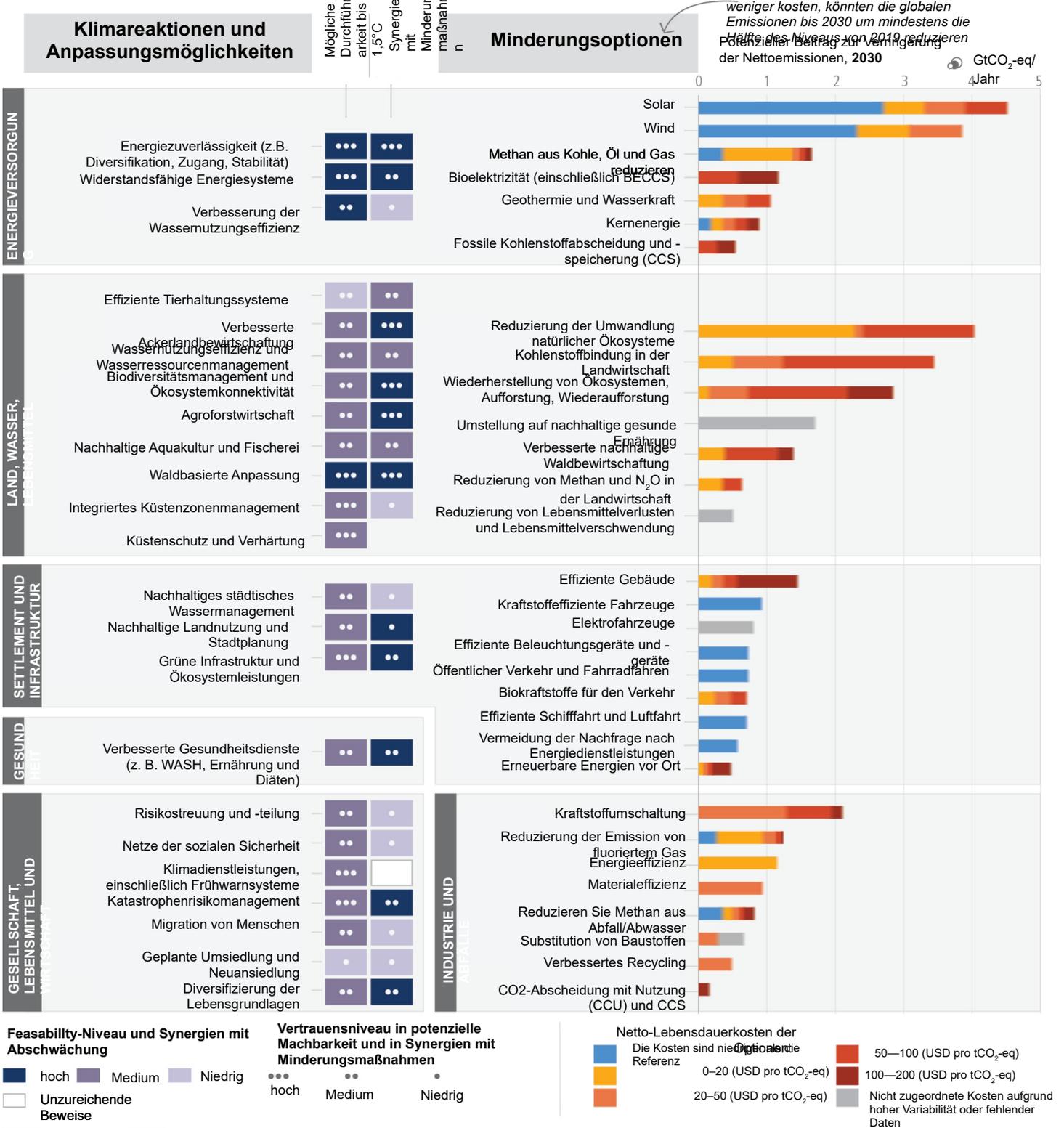
Vorteile der Vermeidung potenzieller Schäden zu berücksichtigen, übersteigt der globale wirtschaftliche und soziale Nutzen einer Begrenzung der Erderwärmung auf 2 °C die Kosten der Eindämmung in den meisten der bewerteten⁵⁰Literatur (mittleres Vertrauen). Eine raschere Eindämmung des Klimawandels, bei der die Emissionen früher ihren Höchststand erreichten, erhöht die positiven Nebeneffekte und verringert langfristig die Durchführbarkeitsrisiken und -kosten, erfordert jedoch höhere Vorabinvestitionen (hohes Vertrauen). {3.4.1, 4.2}

C.2.5 Ehrgeizige Minderungspfade implizieren große und manchmal störende Veränderungen der bestehenden Wirtschaftsstrukturen mit erheblichen Verteilungsfolgen innerhalb und zwischen den Ländern. Um den Klimaschutz zu beschleunigen, können die nachteiligen Folgen dieser Veränderungen durch fiskalische, finanzielle, institutionelle und regulatorische Reformen sowie durch die Integration von Klimaschutzmaßnahmen in die makroökonomische Politik durch i) gesamtwirtschaftliche Pakete, die mit den nationalen Gegebenheiten im Einklang stehen und nachhaltige emissionsarme Wachstumspfade unterstützen, gemildert werden. ii) klimaresiliente Sicherheitsnetze und Sozialschutz; und iii) Verbesserung des Zugangs zu Finanzmitteln für emissionsarme Infrastrukturen und Technologien, insbesondere in Entwicklungsländern. (hohes Vertrauen) {4.2, 4.4, 4.7, 4.8.1}

50 Die Evidenz ist zu begrenzt, um eine ähnliche robuste Schlussfolgerung für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C zu ziehen. Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C anstelle von 2 °C würde die Kosten der Eindämmung erhöhen, aber auch den Nutzen in Bezug auf geringere Auswirkungen und damit verbundene Risiken sowie einen geringeren Anpassungsbedarf erhöhen (hohes Vertrauen).

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Klimaschutz auszuweiten

a) Durchführbarkeit der Klimaschutzmaßnahmen und der Anpassung an den Klimawandel sowie Potenzial für kurzfristige Minderungsoptionen



b) Potenzial der Nachfrageseite Minderungsoptionen bis 2050

die Bandbreite des THG-Emissionsreduktionspotenzials liegt in diesen Endverbrauchssektoren bei 40–70 %

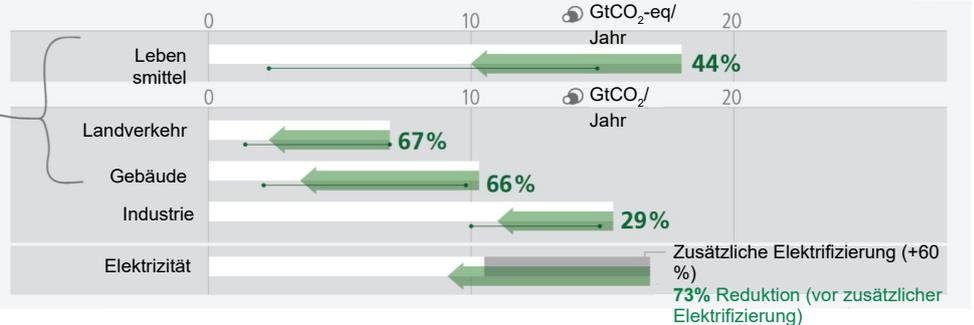
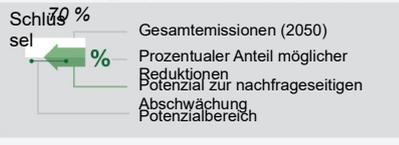


Abbildung SPM.7: Vielfältige Möglichkeiten zur Ausweitung des Klimaschutzes.

Panel (a) stellt ausgewählte Minderungs- und Anpassungsoptionen für verschiedene Systeme vor. Die linke Seite des Panels zeigt Klimareaktionen und Anpassungsoptionen, die auf ihre multidimensionale Machbarkeit auf globaler Ebene, in naher Zukunft und bis zu 1,5 °C globaler Erwärmung bewertet wurden. Da die Literatur über 1,5 °C begrenzt ist, kann sich die Machbarkeit bei höheren Erwärmungsniveaus ändern, was derzeit nicht robust beurteilt werden kann. Der Begriff Antwort wird hier zusätzlich zur Anpassung verwendet, da einige Reaktionen wie Migration, Umsiedlung und Neuansiedlung als Anpassung betrachtet werden können oder auch nicht. Waldbasierte Anpassung umfasst nachhaltige Waldbewirtschaftung, Erhaltung und Wiederherstellung von Wäldern, Wiederaufforstung und Aufforstung. WASH bezieht sich auf Wasser, Hygiene und Hygiene. Sechs Machbarkeitsdimensionen (wirtschaftliche, technologische, institutionelle, soziale, ökologische und geophysikalische) wurden verwendet, um die potenzielle Machbarkeit von Klimareaktionen und Anpassungsoptionen sowie ihre Synergien mit der Minderung zu berechnen. Für mögliche Machbarkeits- und Machbarkeitsdimensionen zeigt die Abbildung eine hohe, mittlere oder geringe Machbarkeit. Synergien mit Minderungsmaßnahmen werden als hoch, mittel und niedrig identifiziert. Die rechte Seite von Panel a bietet einen Überblick über ausgewählte Minderungsoptionen und deren geschätzte Kosten und Potenziale im Jahr 2030. Kosten sind abgezinste monetäre Nettokosten für die Lebensdauer vermiedener Treibhausgasemissionen, die im Verhältnis zu einer Referenztechnologie berechnet werden. Die relativen Potenziale und Kosten werden je nach Ort, Kontext und Zeit und längerfristig im Vergleich zu 2030 variieren. Das Potenzial (horizontale Achse) ist die Netto-Treibhausgasemissionsreduktion (Summe reduzierter Emissionen und/oder verbesserter Senken), aufgeschlüsselt nach Kostenkategorien (farbige Balkensegmente) im Vergleich zu einer Emissionsbasis, die aus aktuellen Referenzszenarien für die Politik (um 2019) aus der AR6-Szenariendatenbank besteht. Die Potenziale werden für jede Option unabhängig bewertet und sind nicht additiv. Optionen zur Minderung des Gesundheitssystems sind größtenteils in Siedlungen und Infrastrukturen (z. B. effiziente Gebäude im Gesundheitswesen) enthalten und können nicht getrennt identifiziert werden. Brennstoffwechsel in der Industrie bezieht sich auf die Umstellung auf Strom, Wasserstoff, Bioenergie und Erdgas. Allmähliche Farbübergänge weisen auf eine unsichere Aufschlüsselung nach Kostenkategorien aufgrund von Unsicherheit oder starker Kontextabhängigkeit hin. Die Unsicherheit im Gesamtpotenzial beträgt in der Regel 25–50 %. **Panel b)** zeigt das indikative Potenzial nachfrageseitiger Minderungsoptionen für 2050. Die Potenziale werden auf der Grundlage von etwa 500 Bottom-up-Studien geschätzt, die alle globalen Regionen repräsentieren. Der Basiswert (weißer Balken) wird durch die sektoralen mittleren THG-Emissionen im Jahr 2050 der beiden Szenarien (IEA-STEPS und IP_ModAct) bereitgestellt, die mit den von den nationalen Regierungen bis 2020 angekündigten Maßnahmen im Einklang stehen. Der grüne Pfeil stellt die nachfrageseitigen Emissionsreduktionspotenziale dar. Der Bereich des Potentials wird durch eine Linie dargestellt, die Punkte verbindet, die das höchste und das niedrigste Potential zeigen, über die in der Literatur berichtet wird. Nahrungsmittel zeigen das nachfrageseitige Potenzial soziokultureller Faktoren und der Infrastrukturnutzung sowie Veränderungen in den Landnutzungsmustern, die durch die Veränderung der Nahrungsmittelnachfrage ermöglicht werden. Nachfrageseitige Maßnahmen und neue Wege der Erbringung von Endverbrauchsdiensten können die globalen THG-Emissionen in den Endverbrauchssektoren (Gebäude, Landverkehr, Lebensmittel) bis 2050 im Vergleich zu Basisszenarien um 40-70 % senken, während einige Regionen und sozioökonomische Gruppen zusätzliche Energie und Ressourcen benötigen. Die letzte Zeile zeigt, wie nachfrageseitige Minderungsoptionen in anderen Sektoren die Gesamtstromnachfrage beeinflussen können. Der dunkelgraue Balken zeigt den prognostizierten Anstieg des Strombedarfs über dem Basisszenario von 2050 aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung in den anderen Sektoren. Basierend auf einer Bottom-up-Bewertung kann dieser prognostizierte Anstieg des Strombedarfs durch nachfrageseitige Minderungsoptionen in den Bereichen Infrastrukturnutzung und soziokulturelle Faktoren, die den Stromverbrauch in Industrie, Landverkehr und Gebäuden beeinflussen, vermieden werden (grüner Pfeil). {Abbildung 4.4}

Minderungs- und Anpassungsoptionen systemübergreifend

C.3 Schnelle und weitreichende Übergänge in allen Sektoren und Systemen sind notwendig, um tiefgreifende und nachhaltige Emissionsreduktionen zu erreichen und eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern. Diese Systemübergänge beinhalten eine signifikante Aufstockung eines breiten Portfolios von Minderungs- und Anpassungsoptionen. Es gibt bereits machbare, wirksame und kostengünstige Optionen für die Eindämmung und Anpassung mit Unterschieden zwischen den Systemen und Regionen. (hohes Vertrauen) {4.1, 4.5, 4.6} (Abbildung SPM.7)

C.3.1 Der systemische Wandel, der erforderlich ist, um rasche und tiefgreifende Emissionsreduktionen und eine transformative Anpassung an den Klimawandel zu erreichen, ist in Bezug auf den Umfang beispiellos, aber nicht unbedingt in Bezug auf die Geschwindigkeit (mittleres Vertrauen). Systemübergänge umfassen: Einführung emissionsarmer oder emissionsfreier Technologien; Verringerung und Veränderung der Nachfrage durch Infrastrukturgestaltung und -zugang, soziokulturelle und verhaltensbezogene Veränderungen sowie Steigerung der technologischen Effizienz und Akzeptanz; Sozialschutz, Klimadienstleistungen oder andere Dienstleistungen; und Schutz und Wiederherstellung von Ökosystemen (hohes Vertrauen). Mögliche, effektive und kostengünstige Optionen zur Eindämmung und Anpassung sind bereits verfügbar (hohes Vertrauen). Die Verfügbarkeit, Durchführbarkeit und das Potenzial von Minderungs- und Anpassungsoptionen unterscheiden sich in den einzelnen Systemen und Regionen (sehr hohes Vertrauen). {4.1, 4.5.1 bis 4.5.6} (Abbildung SPM.7)

Energiesysteme

C.3.2 Netto-Null-CO₂-Energiesysteme beinhalten: eine erhebliche Verringerung des Gesamtverbrauchs fossiler Brennstoffe, eine minimale Nutzung unverminderter fossiler Brennstoffe⁵¹ und die Nutzung der CO₂-Abscheidung und -Speicherung in den verbleibenden Systemen fossiler Brennstoffe; Stromsysteme, die kein Netto-CO₂ ausstoßen; weit verbreitete Elektrifizierung; alternative Energieträger in Anwendungen, die für die Elektrifizierung weniger geeignet sind; Energieeinsparung und -effizienz; und stärkere Integration im gesamten Energiesystem

51 In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff „unverminderte fossile Brennstoffe“ auf fossile Brennstoffe, die ohne Eingriffe hergestellt und verwendet werden, die die Menge der während des gesamten Lebenszyklus emittierten Treibhausgase erheblich reduzieren; z. B. Abscheidung von 90 % oder mehr CO₂ aus Kraftwerken oder 50–80 % der flüchtigen Methanemissionen aus der Energieversorgung.

(hohes Vertrauen). Große Beiträge zur Emissionsreduktion mit Kosten unter 20 tCO₂-eq-1 kommen aus Solar- und Windenergie, Verbesserungen der Energieeffizienz und der Verringerung der Methanemissionen (Kohlebergbau, Öl und Gas, Abfall) (mittleres Vertrauen). Es gibt machbare Anpassungsoptionen, die die Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur, zuverlässige Energiesysteme und eine effiziente Wassernutzung für bestehende und neue Energieerzeugungssysteme unterstützen (sehr hohes Vertrauen). Die Diversifizierung der Energieerzeugung (z. B. durch Wind-, Solar- und Kleinwasserkraft) und das nachfrageseitige Management (z. B. Verbesserungen bei der Speicherung und Energieeffizienz) können die Energieversorgungssicherheit erhöhen und die Anfälligkeit für den Klimawandel verringern (hohes Vertrauen). Klimaresponsive Energiemärkte, aktualisierte Designstandards für Energieanlagen entsprechend dem aktuellen und prognostizierten Klimawandel, intelligente Netztechnologien, robuste Übertragungssysteme und eine verbesserte Fähigkeit, auf Versorgungsdefizite zu reagieren, haben mittel- bis langfristig eine hohe Machbarkeit mit positiven Nebeneffekten bei der Abschwächung (sehr hohes Vertrauen). {4.5.1} (Abbildung SPM.7)

Industrie und Verkehr

C.3.3 Die Verringerung der Treibhausgasemissionen der Industrie erfordert koordinierte Maßnahmen in allen Wertschöpfungsketten, um alle Minderungsoptionen zu fördern, einschließlich Nachfragesteuerung, Energie- und Materialeffizienz, kreislauforientierte Materialflüsse sowie Minderungstechnologien und transformative Veränderungen in den Produktionsprozessen (hohes Vertrauen). Im Verkehrssektor können nachhaltige Biokraftstoffe, emissionsarmer Wasserstoff und Derivate (einschließlich Ammoniak und synthetische Kraftstoffe) die Minderung der CO₂-Emissionen aus der Schifffahrt, dem Luftverkehr und dem schweren Landverkehr unterstützen, erfordern jedoch Verbesserungen des Produktionsprozesses und Kostensenkungen (mittleres Vertrauen). Nachhaltige Biokraftstoffe können kurz- und mittelfristig zusätzliche Minderungsvorteile im Landverkehr bieten (mittleres Vertrauen). Elektrofahrzeuge, die mit Strom mit geringen THG-Emissionen betrieben werden, haben ein großes Potenzial zur Verringerung der THG-Emissionen im landgestützten Verkehr auf Lebenszyklusbasis (hohes Vertrauen). Fortschritte bei den Batterietechnologien könnten die Elektrifizierung schwerer Lkw erleichtern und herkömmliche elektrische Schienensysteme ergänzen (mittleres Vertrauen). Der ökologische Fußabdruck der Batterieproduktion und die wachsenden Bedenken hinsichtlich kritischer Mineralien können durch Strategien zur Material- und Angebotsdiversifizierung, Verbesserungen der Energie- und Materialeffizienz und zirkuläre Materialflüsse (mittleres Vertrauen) angegangen werden. {4.5.2, 4.5.3} (Abbildung SPM.7)

Städte, Siedlungen und Infrastruktur

C.3.4 Städtische Systeme sind von entscheidender Bedeutung für die Erzielung tiefgreifender Emissionsreduktionen und die Förderung einer klimaresilienten Entwicklung (hohes Vertrauen). Zu den wichtigsten Anpassungs- und Minderungselementen in Städten gehört die Berücksichtigung der Auswirkungen und Risiken des Klimawandels (z. B. durch Klimadienleistungen) bei der Gestaltung und Planung von Siedlungen und Infrastrukturen; Flächennutzungsplanung zur Erreichung einer kompakten Stadtform, Kolokalisierung von Arbeitsplätzen und Wohnraum; Unterstützung des öffentlichen Verkehrs und der aktiven Mobilität (z. B. zu Fuß und mit dem Fahrrad); effiziente Planung, Bau, Nachrüstung und Nutzung von Gebäuden; Verringerung und Veränderung des Energie- und Materialverbrauchs; Hinlänglichkeit⁵²; materielle Substitution; und Elektrifizierung in Kombination mit emissionsarmen Quellen (hohes Vertrauen). Städtische Übergänge, die Vorteile für Eindämmung, Anpassung, menschliche Gesundheit und Wohlbefinden, Ökosystemleistungen und die Verringerung der Anfälligkeit für einkommensschwache Gemeinschaften bieten, werden durch eine inklusive langfristige Planung gefördert, die einen integrierten Ansatz für physische, natürliche und soziale Infrastrukturen verfolgt (hohes Vertrauen). Grüne/natürliche und blaue Infrastruktur unterstützt die CO₂-Aufnahme und -Speicherung und kann entweder einzeln oder in Kombination mit grauer Infrastruktur den Energieverbrauch und das Risiko durch extreme Ereignisse wie Hitzewellen, Überschwemmungen, starke Niederschläge und Dürren verringern und gleichzeitig positive Nebeneffekte für Gesundheit, Wohlbefinden und Lebensgrundlagen schaffen (mittleres Vertrauen). {4.5.3}

Land, Ozean, Nahrung und Wasser

C.3.5 Viele AFOLU-Optionen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung) bieten Anpassungs- und Minderungsvorteile, die in den meisten Regionen kurzfristig ausgeweitet werden könnten. Die Erhaltung, verbesserte Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Wäldern und anderen Ökosystemen bieten den größten Anteil des wirtschaftlichen Minderungspotenzials, wobei die Entwaldung in tropischen Regionen das höchste Gesamtminderungspotenzial aufweist. Wiederherstellung, Wiederaufforstung und Aufforstung von Ökosystemen können aufgrund konkurrierender Anforderungen an Land zu Kompromissen führen. Die Minimierung von Kompromissen erfordert integrierte Ansätze, um mehrere Ziele zu erreichen, einschließlich der Ernährungssicherheit. Nachfrageseitige Maßnahmen (Umstellung auf eine nachhaltige gesunde Ernährung⁵³ und

52 Eine Reihe von Maßnahmen und täglichen Praktiken, die die Nachfrage nach Energie, Materialien, Land und Wasser vermeiden und gleichzeitig das menschliche Wohlergehen für alle innerhalb der planetaren Grenzen gewährleisten. {4.5.3}

53 „Nachhaltige gesunde Ernährung“ fördert alle Dimensionen der Gesundheit und des Wohlbefindens des Einzelnen; geringe Umweltbelastung und -auswirkungen haben; zugänglich, erschwinglich, sicher und gerecht sind; und sind kulturell akzeptabel, wie in FAO

Verringerung von Lebensmittelverlusten/-verschwendung) und eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft können die Umwandlung von Ökosystemen sowie Methan- und Lachgasemissionen verringern und Land für die Wiederaufforstung und Wiederherstellung von Ökosystemen freisetzen. Nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Produkte, einschließlich langlebiger Holzprodukte, können anstelle von THG-intensiveren Produkten in anderen Sektoren verwendet werden. Effektive Anpassungsoptionen umfassen Sortenverbesserungen, Agroforstwirtschaft, gemeindebasierte Anpassung, Diversifizierung von landwirtschaftlichen Betrieben und Landschaften sowie städtische Landwirtschaft. Diese AFOLU-Antwortoptionen erfordern die Integration biophysikalischer, sozioökonomischer und anderer grundlegender Faktoren. Einige Optionen, wie die Erhaltung kohlenstoffreicher Ökosysteme (z. B. Torfmoore, Feuchtgebiete, Weideland, Mangroven und Wälder), bieten unmittelbare Vorteile, während andere, wie die Wiederherstellung kohlenstoffreicher Ökosysteme, Jahrzehnte brauchen, um messbare Ergebnisse zu erzielen. (hohes Vertrauen) {4.5.4} (Abbildung SPM.7)

C.3.6 Die Erhaltung der Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen auf globaler Ebene hängt von einer wirksamen und gerechten Erhaltung von etwa 30 % bis 50 % der Land-, Süßwasser- und Meeresgebiete der Erde ab, einschließlich derzeit nahezu natürlicher Ökosysteme (hohes Vertrauen). Die Erhaltung, der Schutz und die Wiederherstellung von Land-, Süßwasser-, Küsten- und Ozeanökosystemen sowie ein gezieltes Management zur Anpassung an unvermeidbare Auswirkungen des Klimawandels verringern die Anfälligkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen für den Klimawandel (hohes Vertrauen), verringern Küstenerosion und Überschwemmungen (hohes Vertrauen) und könnten die Kohlenstoffaufnahme und -speicherung erhöhen, wenn die Erderwärmung begrenzt ist (mittleres Vertrauen). Der Wiederaufbau überfischter oder erschöpfter Fischereien verringert die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischerei (mittleres Vertrauen) und unterstützt die Ernährungssicherheit, die biologische Vielfalt, die menschliche Gesundheit und das Wohlergehen (hohes Vertrauen). Die Wiederherstellung von Flächen trägt zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel bei, indem Synergien über verbesserte Ökosystemleistungen erzielt werden und wirtschaftlich positive Erträge und positive Nebeneffekte für die Armutsbekämpfung und eine bessere Existenzgrundlage erzielt werden (hohes Vertrauen). Die Zusammenarbeit und inklusive Entscheidungsfindung mit indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften sowie die Anerkennung der inhärenten Rechte indigener Völker sind integraler Bestandteil einer erfolgreichen Anpassung und Eindämmung in Wäldern und anderen Ökosystemen (hohes Vertrauen). {4.5.4, 4.6} (Abbildung SPM.7)

Gesundheit und Ernährung

C.3.7 Die menschliche Gesundheit wird von integrierten Minderungs- und Anpassungsoptionen profitieren, die die Gesundheit in die Lebensmittel-, Infrastruktur-, Sozialschutz- und Wasserpolitik integrieren (sehr hohes Vertrauen). Es gibt wirksame Anpassungsoptionen, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und des menschlichen Wohlbefindens beitragen, darunter: Stärkung der Programme im Bereich der öffentlichen Gesundheit im Zusammenhang mit klimasensiblen Krankheiten, Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Gesundheitssysteme, Verbesserung der Gesundheit der Ökosysteme, Verbesserung des Zugangs zu Trinkwasser, Verringerung der Überschwemmungsbelastung von Wasser und Sanitäreinrichtungen, Verbesserung der Überwachungs- und Frühwarnsysteme, Entwicklung von Impfstoffen (sehr hohes Vertrauen), Verbesserung des Zugangs zur psychischen Gesundheitsversorgung und Aktionspläne für die Wärmegeundheit, die Frühwarn- und Reaktionssysteme umfassen (hohes Vertrauen). Anpassungsstrategien zur Verringerung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung oder zur Unterstützung einer ausgewogenen, nachhaltigen und gesunden Ernährung tragen zu Ernährung, Gesundheit, biologischer Vielfalt und anderen Vorteilen für die Umwelt bei (hohes Vertrauen). {4.5.5} (Abbildung SPM.7)

Gesellschaft, Lebensgrundlagen und Volkswirtschaften

C.3.8 Policy-Mixe, die Wetter- und Krankenversicherung, Sozialschutz und adaptive soziale Sicherheitsnetze, Eventualfinanzierung und Reservefonds sowie einen universellen Zugang zu Frühwarnsystemen in Kombination mit wirksamen Notfallplänen umfassen, können die Anfälligkeit und Exposition menschlicher Systeme verringern. Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste sowie Ansätze zur Risikostreuung und -teilung haben eine breite Anwendbarkeit in allen Sektoren. Die Verbesserung der Bildung, einschließlich Kapazitätsaufbau, Klimakompetenz und Informationen, die über Klimadienste und gemeinschaftliche Ansätze bereitgestellt werden, kann eine erhöhte Risikowahrnehmung erleichtern und Verhaltensänderungen und -planung beschleunigen. (hohes Vertrauen) {4.5.6}

Synergien und Trade-Offs mit nachhaltiger Entwicklung

C.4 Beschleunigte und gerechte Maßnahmen zur Eindämmung und Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels sind für eine nachhaltige Entwicklung von entscheidender Bedeutung. Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen haben mehr Synergien als Kompromisse mit den Zielen für nachhaltige

und WHO beschrieben. Das damit verbundene Konzept der „ausgewogenen Ernährung“ bezieht sich auf Diäten mit pflanzlichen Lebensmitteln, z. B. auf der Grundlage von groben Körnern, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, Nüssen und Samen, und Lebensmitteln tierischen Ursprungs, die in widerstandsfähigen, nachhaltigen und GHG-armen Emissionssystemen hergestellt werden, wie in SRCCCL beschrieben.

Entwicklung. Synergien und Zielkonflikte hängen vom Kontext und dem Umfang der Umsetzung ab. (hohes Vertrauen) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, Abbildung 4.5}

- C.4.1 In den breiteren Entwicklungskontext eingebettete Minderungsanstrengungen können das Tempo, die Tiefe und die Breite der Emissionsreduktionen erhöhen (mittleres Vertrauen). Länder in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung sind bestrebt, das Wohlergehen der Menschen zu verbessern, und ihre Entwicklungsprioritäten spiegeln unterschiedliche Ausgangspunkte und Kontexte wider. Verschiedene Kontexte umfassen, sind aber nicht beschränkt auf soziale, wirtschaftliche, ökologische, kulturelle, politische Umstände, Ressourcenausstattung, Fähigkeiten, internationales Umfeld und vorherige Entwicklung (hohes Vertrauen). In Regionen mit hoher Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, unter anderem für die Schaffung von Einnahmen und Arbeitsplätzen, erfordert die Minderung des Risikos für eine nachhaltige Entwicklung politische Maßnahmen, die die Diversifizierung des Wirtschafts- und Energiesektors fördern, und Überlegungen zu Grundsätzen, Prozessen und Verfahren für einen gerechten Übergang (hohes Vertrauen). Die Beseitigung extremer Armut, Energiearmut und die Bereitstellung eines angemessenen Lebensstandards in Ländern/Regionen mit geringen Emissionen im Zusammenhang mit der Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung können in naher Zukunft ohne ein signifikantes globales Emissionswachstum (hohes Vertrauen) erreicht werden. {4.4, 4.6, Anhang I: Glossar}
- C.4.2 Viele Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen haben mehrere Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDG) und der nachhaltigen Entwicklung im Allgemeinen, aber einige Maßnahmen können auch Zielkonflikte mit sich bringen. Potenzielle Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung übersteigen potenzielle Zielkonflikte; Synergien und Zielkonflikte hängen vom Tempo und Ausmaß des Wandels und vom Entwicklungskontext einschließlich Ungleichheiten unter Berücksichtigung der Klimagerechtigkeit ab. Zielkonflikte können bewertet und minimiert werden, indem der Schwerpunkt auf Kapazitätsaufbau, Finanzen, Governance, Technologietransfer, Investitionen, Entwicklung, kontextspezifische geschlechtsspezifische und andere soziale Gerechtigkeitsabwägungen unter sinnvoller Beteiligung indigener Völker, lokaler Gemeinschaften und gefährdeter Bevölkerungsgruppen gelegt wird. (hohes Vertrauen) {3.4.1, 4.6, Abbildung 4.5, 4.9}
- C.4.3 Durch die gemeinsame Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen und die Berücksichtigung von Zielkonflikten werden positive Nebeneffekte und Synergien für die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden unterstützt. Beispielsweise bringt ein verbesserter Zugang zu saubereren Energiequellen und Technologien gesundheitliche Vorteile, insbesondere für Frauen und Kinder; Die Elektrifizierung in Kombination mit treibhausgasarmer Energie und die Verlagerung auf aktive Mobilität und öffentlichen Verkehr können die Luftqualität, die Gesundheit und die Beschäftigung verbessern, Energieversorgungssicherheit schaffen und für Gerechtigkeit sorgen. (hohes Vertrauen) {4.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.6, 4.9}

Gerechtigkeit und Inklusion

- C.5 Die Priorisierung von Gerechtigkeit, Klimagerechtigkeit, sozialer Gerechtigkeit, Inklusion und Prozessen eines gerechten Übergangs kann Anpassung und ehrgeizige Klimaschutzmaßnahmen sowie eine klimaresiliente Entwicklung ermöglichen. Die Anpassungsergebnisse werden durch eine verstärkte Unterstützung von Regionen und Menschen mit der höchsten Anfälligkeit für Klimagefahren verbessert. Die Integration der Anpassung an den Klimawandel in Sozialschutzprogramme verbessert die Widerstandsfähigkeit. Es gibt viele Möglichkeiten zur Verringerung des emissionsintensiven Verbrauchs, auch durch Verhaltens- und Lebensstiländerungen, mit positiven Nebeneffekten für das gesellschaftliche Wohlergehen. (hohes Vertrauen) {4.4, 4.5}**
- C.5.1 Gleichberechtigung ist nach wie vor ein zentrales Element des UN-Klimaregimes, ungeachtet der Verschiebungen bei der Differenzierung zwischen den Staaten im Laufe der Zeit und der Herausforderungen bei der Bewertung fairer Anteile. Ehrgeizige Minderungspfade implizieren große und manchmal störende Veränderungen der Wirtschaftsstruktur mit erheblichen Verteilungsfolgen innerhalb und zwischen den Ländern. Zu den Verteilungsfolgen innerhalb und zwischen den Ländern gehört die Verlagerung von Einkommen und Beschäftigung während des Übergangs von Tätigkeiten mit hohem zu emissionsarmen Emissionen. (hohes Vertrauen) {4.4}
- C.5.2 Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen, bei denen Gerechtigkeit, soziale Gerechtigkeit, Klimagerechtigkeit, rechtebasierte Ansätze und Inklusivität Vorrang haben, zu nachhaltigeren Ergebnissen führen, Zielkonflikte verringern, transformativen Wandel unterstützen und eine klimaresiliente Entwicklung fördern. Umverteilungspolitiken zwischen Sektoren und Regionen, die die Armen und Schutzbedürftigen schützen, soziale Sicherheitsnetze, Gerechtigkeit, Inklusion und gerechte Übergänge auf allen Ebenen können tiefere gesellschaftliche Ambitionen ermöglichen und Zielkonflikte mit Zielen für nachhaltige Entwicklung lösen. Die Aufmerksamkeit für Gerechtigkeit und eine breite und sinnvolle Beteiligung aller relevanten Akteure an der Entscheidungsfindung auf allen Ebenen kann soziales Vertrauen aufbauen, das auf einer gerechten Aufteilung der Vorteile und Lasten der Abschwächung aufbaut, die die Unterstützung für transformative Veränderungen vertieft und ausweitet. (hohes Vertrauen) {4.4}
- C.5.3 Regionen und Menschen (3,3 bis 3,6 Milliarden Menschen) mit erheblichen Entwicklungsengpässen sind sehr anfällig für Klimagefahren (siehe A.2.2). Die Anpassungsergebnisse für die Schwächsten in und zwischen Ländern

und Regionen werden durch Ansätze verbessert, die sich auf Gerechtigkeit, Inklusivität und rechtebasierte Ansätze konzentrieren. Verwundbarkeit wird durch Ungleichheit und Marginalisierung verschärft, die z. B. mit Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, niedrigem Einkommen, informellen Siedlungen, Behinderung, Alter und historischen und anhaltenden Ungleichheitsmustern wie Kolonialismus verbunden sind, insbesondere für viele indigene Völker und lokale Gemeinschaften. Die Integration der Anpassung an den Klimawandel in Sozialschutzprogramme, einschließlich Geldtransfers und Programme für öffentliche Arbeiten, ist äußerst praktikabel und erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel, insbesondere wenn sie durch grundlegende Dienstleistungen und Infrastrukturen unterstützt wird. Der größte Wohlstandsgewinn in städtischen Gebieten kann erzielt werden, indem dem Zugang zu Finanzmitteln Vorrang eingeräumt wird, um das Klimarisiko für einkommensschwache und marginalisierte Gemeinschaften, einschließlich Menschen, die in informellen Siedlungen leben, zu verringern. (hohes Vertrauen) {4.4, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6}

- C.5.4 Die Ausgestaltung von Regulierungsinstrumenten und wirtschaftlichen Instrumenten sowie von verbrauchsorientierten Ansätzen kann die Gerechtigkeit fördern. Personen mit einem hohen sozioökonomischen Status tragen überproportional zu den Emissionen bei und haben das größte Potenzial für Emissionsreduktionen. Es gibt viele Möglichkeiten, den emissionsintensiven Verbrauch zu reduzieren und gleichzeitig das gesellschaftliche Wohlergehen zu verbessern. Soziokulturelle Optionen, Verhaltens- und Lebensstiländerungen, die durch politische Maßnahmen, Infrastruktur und Technologie unterstützt werden, können den Endnutzern helfen, zu einem emissionsarmen Verbrauch überzugehen, mit mehreren positiven Nebeneffekten. Ein erheblicher Teil der Bevölkerung in Ländern mit geringen Emissionen hat keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Technologieentwicklung, -transfer, Kapazitätsaufbau und -finanzierung können Entwicklungsländer/Regionen beim Überspringen oder Übergang zu emissionsarmen Verkehrssystemen unterstützen und somit mehrere positive Nebeneffekte bieten. Klimaresiliente Entwicklung wird vorangetrieben, wenn die Akteure auf gerechte, gerechte und inklusive Weise daran arbeiten, divergierende Interessen, Werte und Weltanschauungen in Einklang zu bringen, um gerechte und gerechte Ergebnisse zu erzielen. (hohes Vertrauen) {2.1, 4.4}

Governance und Politik

C.6 Wirksame Klimaschutzmaßnahmen werden durch politisches Engagement, eine gut abgestimmte Multi-Level-Governance, institutionelle Rahmenbedingungen, Gesetze, Strategien und Strategien sowie einen verbesserten Zugang zu Finanzmitteln und Technologien ermöglicht. Klare Ziele, Koordinierung über mehrere Politikbereiche hinweg und inklusive Governance-Prozesse erleichtern wirksame Klimaschutzmaßnahmen. Regulierungs- und Wirtschaftsinstrumente können tiefgreifende Emissionsreduktionen und Klimaresilienz unterstützen, wenn sie ausgeweitet und weit verbreitet werden. Klimaresiliente Entwicklung profitiert von vielfältigem Wissen. (hohes Vertrauen) {2.2, 4.4, 4.5, 4.7}

- C.6.1 Eine wirksame Klimagovernance ermöglicht Eindämmung und Anpassung. Eine wirksame Governance bietet eine allgemeine Richtung für die Festlegung von Zielen und Prioritäten und die durchgängige Berücksichtigung des Klimaschutzes in allen Politikbereichen und Ebenen auf der Grundlage der nationalen Gegebenheiten und im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit. Sie verbessert die Überwachung und Bewertung sowie die Rechtssicherheit, indem sie inklusiven, transparenten und gerechten Entscheidungsprozessen Vorrang einräumt und den Zugang zu Finanzmitteln und Technologien verbessert (siehe C.7). (hohes Vertrauen) {2.2.2, 4.7}
- C.6.2 Wirksame lokale, kommunale, nationale und subnationale Institutionen schaffen einen Konsens für Klimaschutzmaßnahmen zwischen verschiedenen Interessen, ermöglichen die Koordinierung und die Festlegung von Strategien, erfordern jedoch angemessene institutionelle Kapazitäten. Die politische Unterstützung wird von Akteuren in der Zivilgesellschaft, Unternehmen, Jugend, Frauen, Arbeit, Medien, indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften beeinflusst. Die Wirksamkeit wird durch politisches Engagement und Partnerschaften zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen erhöht. (hohes Vertrauen) {2.2, 4.7}
- C.6.3 Eine wirksame Multi-Level-Governance für Eindämmung, Anpassung, Risikomanagement und klimaresiliente Entwicklung wird durch inklusive Entscheidungsprozesse ermöglicht, bei denen Gerechtigkeit und Gerechtigkeit bei der Planung und Umsetzung, die Zuweisung geeigneter Ressourcen, die institutionelle Überprüfung sowie die Überwachung und Bewertung Vorrang haben. Schwachstellen und Klimarisiken werden oft durch sorgfältig konzipierte und umgesetzte Gesetze, Strategien, partizipative Prozesse und Interventionen reduziert, die kontextspezifische Ungleichheiten wie solche aufgrund von Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, Behinderung, Alter, Standort und Einkommen angehen. (hohes Vertrauen) {4.4, 4.7}
- C.6.4 Regulatorische und wirtschaftliche Instrumente könnten tiefgreifende Emissionsreduktionen unterstützen, wenn sie ausgeweitet und breiter angewendet werden (hohes Vertrauen). Die Ausweitung und verstärkte Nutzung von Regulierungsinstrumenten kann die Minderungsergebnisse bei sektoralen Anwendungen im Einklang mit den nationalen Gegebenheiten verbessern (hohes Vertrauen). Soweit sie umgesetzt wurden, haben CO₂-Bepreisungsinstrumente Anreize für Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen geschaffen, waren aber allein und zu vorherrschenden Preisen während des Bewertungszeitraums weniger wirksam, um kostenintensive Maßnahmen zu fördern, die für weitere Verringerungen erforderlich sind (mittleres Vertrauen). Die Eigenkapital-

und Verteilungsauswirkungen solcher CO₂-Bepreisungsinstrumente, z. B. CO₂-Steuern und Emissionshandel, können unter anderem durch die Verwendung von Einnahmen zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte angegangen werden. Die Abschaffung von Subventionen für fossile Brennstoffe würde die Emissionen verringern⁵⁴ und Vorteile wie verbesserte öffentliche Einnahmen, makroökonomische und Nachhaltigkeitsleistungen bringen. Die Streichung von Subventionen kann sich nachteilig auf die Verteilung auswirken, insbesondere auf die wirtschaftlich schwächsten Gruppen, die in einigen Fällen durch Maßnahmen wie die Umverteilung der eingesparten Einnahmen abgemildert werden können, die alle von den nationalen Gegebenheiten abhängen (hohes Vertrauen). Wirtschaftsweite Maßnahmenpakete wie öffentliche Ausgabenverpflichtungen und Preisreformen können kurzfristige wirtschaftliche Ziele erreichen und gleichzeitig Emissionen reduzieren und Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern (mittleres Vertrauen). Wirksame Maßnahmenpakete wären umfassend, kohärent, zielübergreifend ausgewogen und auf die nationalen Gegebenheiten zugeschnitten (hohes Vertrauen). {2.2.2, 4.7}

- C.6.5 Durch die Nutzung unterschiedlicher Kenntnisse und kultureller Werte, einer sinnvollen Beteiligung und inklusiver Beteiligungsprozesse – einschließlich indigener Kenntnisse, lokaler Kenntnisse und wissenschaftlicher Erkenntnisse – wird eine klimaresiliente Entwicklung erleichtert, Kapazitäten aufgebaut und lokal angemessene und sozial verträgliche Lösungen ermöglicht. (hohes Vertrauen) {4.4, 4.5.6, 4.7}

Finanzen, Technologie und internationale Zusammenarbeit

- C.7 Finanzen, Technologie und internationale Zusammenarbeit sind entscheidende Voraussetzungen für einen beschleunigten Klimaschutz. Um die Klimaziele zu erreichen, müssten sowohl die Anpassungs- als auch die Klimaschutzfinanzierung um ein Vielfaches aufgestockt werden. Es gibt genügend globales Kapital, um die globalen Investitionslücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse, um Kapital in Klimaschutzmaßnahmen umzulenken. Die Verbesserung der technologischen Innovationssysteme ist von entscheidender Bedeutung, um die weit verbreitete Einführung von Technologien und Verfahren zu beschleunigen. Die Verbesserung der internationalen Zusammenarbeit ist über mehrere Kanäle möglich. (hohes Vertrauen) {2.3, 4.8}**

- C.7.1 Eine bessere Verfügbarkeit und ein besserer Zugang zu Finanzmitteln⁵⁵ würden beschleunigte Klimaschutzmaßnahmen ermöglichen (sehr hohes Vertrauen). Die Behebung von Bedürfnissen und Lücken und die Ausweitung des gleichberechtigten Zugangs zu nationalen und internationalen Finanzmitteln in Kombination mit anderen unterstützenden Maßnahmen können als Katalysator für die Beschleunigung der Anpassung und des Klimaschutzes und die Ermöglichung einer klimaresilienten Entwicklung (hohes Vertrauen) wirken. Um die Klimaziele zu erreichen, steigende Risiken anzugehen und Investitionen in Emissionsreduktionen zu beschleunigen, müssten sowohl die Anpassungs- als auch die Minderungsfinanzierung um ein Vielfaches gesteigert werden (hohes Vertrauen). {4.8.1}

- C.7.2 Durch einen verbesserten Zugang zu Finanzmitteln können Kapazitäten aufgebaut und weiche Grenzen für die Anpassung an den Klimawandel angegangen und steigende Risiken abgewendet werden, insbesondere für Entwicklungsländer, gefährdete Gruppen, Regionen und Sektoren (hohes Vertrauen). Die öffentlichen Finanzen sind ein wichtiger Faktor für Anpassung und Eindämmung und können auch private Finanzmittel mobilisieren (hohes Vertrauen). Die durchschnittlichen jährlichen modellierten Minderungsinvestitionsanforderungen für 2020 bis 2030 in Szenarien, die die Erwärmung auf 2 °C oder 1,5 °C begrenzen,⁵⁶ sind um den Faktor drei bis sechs höher als das derzeitige Niveau, und die gesamten Minderungsinvestitionen (öffentlich, privat, national und international) müssten in allen Sektoren und Regionen zunehmen (mittleres Vertrauen). Selbst wenn umfassende globale Klimaschutzbemühungen umgesetzt werden, werden finanzielle, technische und personelle Ressourcen für die Anpassung benötigt (hohes Vertrauen). {4.3, 4.8.1}

- C.7.3 Angesichts der Größe des globalen Finanzsystems gibt es genügend globales Kapital und Liquidität, um globale Investitionslücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse für die Umlenkung von Kapital in Klimaschutzmaßnahmen sowohl innerhalb als auch außerhalb des globalen Finanzsektors und vor dem Hintergrund wirtschaftlicher Anfälligkeit und Verschuldung der Entwicklungsländer. Der Abbau von Finanzierungsbarrieren für die Ausweitung der Finanzströme würde eine klare Signalisierung und Unterstützung durch die Regierungen erfordern, einschließlich einer stärkeren Angleichung der öffentlichen Finanzen, um reale und wahrgenommene regulatorische, Kosten- und Marktbarrieren und -risiken zu verringern und das Risiko-Rendite-Profil von Investitionen zu verbessern. Gleichzeitig können Finanzakteure, einschließlich Investoren, Finanzintermediäre, Zentralbanken und Finanzregulierungsbehörden, je nach nationalem Kontext die systemische

54 Der Abbau von Subventionen für fossile Brennstoffe wird in verschiedenen Studien projiziert, um die globalen CO₂-Emissionen bis 2030 um 1 bis 4 % und die Treibhausgasemissionen um bis zu 10 % zu senken, wobei die Regionen unterschiedlich sind (mittleres Vertrauen).

55 Die Finanzierung stammt aus verschiedenen Quellen: öffentliche oder private, lokale, nationale oder internationale, bilaterale oder multilaterale und alternative Quellen. Sie kann in Form von Zuschüssen, technischer Hilfe, Darlehen (konzessionell und nichtkonzessionell), Anleihen, Eigenkapital, Risikoversicherungen und Finanzgarantien (verschiedener Art) gewährt werden.

56 Diese Schätzungen beruhen auf Szenarioannahmen.

Unterbewertung klimabezogener Risiken verlagern und sektorale und regionale Diskrepanzen zwischen verfügbarem Kapital und Investitionsbedarf verringern. (hohes Vertrauen) {4.8.1}

- C.7.4 Die nachverfolgten Finanzströme liegen unter dem Niveau, das für die Anpassung an den Klimawandel und die Erreichung der Minderungsziele in allen Sektoren und Regionen erforderlich ist. Diese Lücken schaffen viele Chancen, und die Herausforderung, Lücken zu schließen, ist in Entwicklungsländern am größten. Eine beschleunigte finanzielle Unterstützung für Entwicklungsländer aus Industrieländern und anderen Quellen ist ein entscheidender Faktor für die Verbesserung von Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen und die Beseitigung von Ungleichheiten beim Zugang zu Finanzmitteln, einschließlich ihrer Kosten, Bedingungen und wirtschaftlichen Anfälligkeit für den Klimawandel für Entwicklungsländer. Eine Aufstockung der öffentlichen Zuschüsse für Klimaschutz- und Anpassungsfinanzierungen für gefährdete Regionen, insbesondere in Subsahara-Afrika, wäre kosteneffizient und hätte hohe soziale Erträge in Bezug auf den Zugang zu Grundenergie. Zu den Optionen für die Ausweitung des Klimaschutzes in Entwicklungsländern gehören: höhere öffentliche Finanzen und öffentlich mobilisierte private Finanzierungsströme aus Industrieländern in Entwicklungsländer im Rahmen des Ziels von 100 Mrd. USD pro Jahr; verstärkter Einsatz öffentlicher Garantien zur Verringerung von Risiken und zur Hebelung privater Ströme zu geringeren Kosten; Entwicklung der lokalen Kapitalmärkte; und Stärkung des Vertrauens in internationale Kooperationsprozesse. Eine koordinierte Anstrengung, um die Erholung nach der Pandemie langfristig tragfähig zu machen, kann die Klimaschutzmaßnahmen beschleunigen, auch in Entwicklungsländern und Ländern, die mit hohen Schuldenkosten, Schuldenkrisen und makroökonomischer Unsicherheit konfrontiert sind. (hohes Vertrauen) {4.8.1}
- C.7.5 Die Verbesserung von Technologieinnovationssystemen kann Möglichkeiten bieten, das Emissionswachstum zu senken, soziale und ökologische Nebeneffekte zu schaffen und andere SDGs zu erreichen. Maßnahmenpakete, die auf die nationalen Gegebenheiten und technologischen Merkmale zugeschnitten sind, haben emissionsarme Innovationen und die Verbreitung von Technologien wirksam unterstützt. Öffentliche Maßnahmen können Ausbildung und F&E unterstützen, ergänzt durch regulatorische und marktbasierende Instrumente, die Anreize und Marktchancen schaffen. Technologische Innovation kann Kompromisse wie neue und größere Umweltauswirkungen, soziale Ungleichheiten, übermäßige Abhängigkeit von ausländischem Wissen und Anbietern, Verteilungseffekte und Rebound-Effekte mit sich bringen,⁵⁷ was eine angemessene Governance und Politik erfordert, um das Potenzial zu erhöhen und Kompromisse zu verringern. Innovationen und die Einführung emissionsarmer Technologien hinken in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, zurück, was zum Teil auf schwächere Rahmenbedingungen, einschließlich begrenzter Finanzmittel, Technologieentwicklung und -transfer und Kapazitätsaufbau, zurückzuführen ist. (hohes Vertrauen) {4.8.3}
- C.7.6 Die internationale Zusammenarbeit ist ein entscheidender Faktor für die Verwirklichung ehrgeiziger Ziele in den Bereichen Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel und klimaresiliente Entwicklung (hohes Vertrauen). Eine klimaresiliente Entwicklung wird durch eine verstärkte internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich der Mobilisierung und Verbesserung des Zugangs zu Finanzmitteln, insbesondere für Entwicklungsländer, gefährdete Regionen, Sektoren und Gruppen, und der Abstimmung der Finanzierungsströme für Klimaschutzmaßnahmen auf das Ambitionsniveau und den Finanzierungsbedarf (hohes Vertrauen). Die Stärkung der internationalen Zusammenarbeit in den Bereichen Finanzen, Technologie und Kapazitätsaufbau kann ehrgeizigere Ziele ermöglichen und als Katalysator für die Beschleunigung der Eindämmung und Anpassung sowie für die Verlagerung von Entwicklungspfaden in Richtung Nachhaltigkeit (hohes Vertrauen) wirken. Dazu gehören die Unterstützung von NDCs und die Beschleunigung der Technologieentwicklung und -bereitstellung (hohes Vertrauen). Transnationale Partnerschaften können die Entwicklung politischer Maßnahmen, die Verbreitung von Technologien, die Anpassung an den Klimawandel und dessen Eindämmung anregen, auch wenn ihre Kosten, ihre Durchführbarkeit und ihre Wirksamkeit nach wie vor ungewiss sind (mittleres Vertrauen). Internationale Umwelt- und sektorale Abkommen, Institutionen und Initiativen tragen dazu bei und können in einigen Fällen dazu beitragen, Investitionen in niedrige THG-Emissionen anzuregen und Emissionen zu reduzieren (mittleres Vertrauen). {2.2.2, 4.8.2}

57 Dies führt zu geringeren Netto-Emissionsreduktionen oder sogar Emissionssteigerungen.

Klimawandel 2023 – Synthesebericht

Diese Abschnitte sollten wie folgt zitiert werden:

IPCC, 2023: Abschnitte. In: Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Core Writing Team, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Abschnitt 1 - Einleitung

Dieser Synthesebericht (SYR) des Sechsten Sachstandsberichts (AR6) des IPCC fasst den Kenntnisstand über den Klimawandel, seine weitverbreiteten Auswirkungen und Risiken sowie den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel auf der Grundlage der von Experten begutachteten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Literatur seit der Veröffentlichung des Fünften Sachstandsberichts (AR5) des IPCC im Jahr 2014 zusammen.

Die Bewertung erfolgt im Kontext der sich wandelnden internationalen Landschaft, insbesondere der Entwicklungen im Prozess des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC), einschließlich der Ergebnisse des Kyoto-Protokolls und der Annahme des Übereinkommens von Paris. Sie spiegelt die zunehmende Vielfalt der Akteure des Klimaschutzes wider.

Dieser Bericht enthält die wichtigsten Ergebnisse der Berichte der AR6-Arbeitsgruppe⁵⁸ und der drei AR6-Sonderberichte.⁵⁹ Er erkennt die gegenseitige Abhängigkeit von Klima, Ökosystemen und biologischer Vielfalt sowie menschlichen Gesellschaften an; den Wert verschiedener Formen von Wissen; und die engen Zusammenhänge zwischen der Anpassung an den Klimawandel, der Eindämmung des Klimawandels, der Gesundheit der Ökosysteme, dem Wohlergehen der Menschen und der nachhaltigen Entwicklung. Aufbauend auf mehreren analytischen Rahmen, einschließlich derjenigen aus den Natur- und Sozialwissenschaften, werden in diesem Bericht Möglichkeiten für transformative Maßnahmen aufgezeigt, die wirksam, durchführbar, gerecht und gerecht sind, indem Konzepte für Systemübergänge und resiliente Entwicklungspfade verwendet⁶⁰ werden. Für physische, soziale und wirtschaftliche Aspekte⁶¹ werden verschiedene regionale Klassifikationssysteme verwendet, die die zugrunde liegende Literatur widerspiegeln.

Nach dieser Einführung beginnt Abschnitt 2, „Aktueller Status und Trends“, mit der Bewertung von Beobachtungsergebnissen für unser sich veränderndes Klima, historische und aktuelle Treiber des vom Menschen verursachten Klimawandels und seine Auswirkungen. Sie bewertet die derzeitige Umsetzung der Anpassungs- und Minderungsoptionen. Abschnitt 3 („Langfristige Klima- und Entwicklungszukünfte“) enthält eine langfristige Bewertung des Klimawandels bis 2100 und darüber hinaus in einem breiten Spektrum sozioökonomischer Zukünfte. Dabei werden langfristige Merkmale, Auswirkungen, Risiken und Kosten von Anpassungs- und Minderungspfaden im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt. In Abschnitt 4 „Near-Term Responses in a Changing Climate“ werden Möglichkeiten für die Ausweitung wirksamer Maßnahmen im Zeitraum bis 2040 im Zusammenhang mit Klimazusagen und -verpflichtungen und dem Streben nach nachhaltiger Entwicklung bewertet.

Auf der Grundlage des wissenschaftlichen Verständnisses können die wichtigsten Ergebnisse als Tatsachenfeststellungen formuliert oder mit einem bewerteten Konfidenzniveau unter Verwendung der IPCC-kalibrierten Sprache in Verbindung gebracht werden.⁶² Die wissenschaftlichen Erkenntnisse stammen aus den zugrunde liegenden Berichten und ergeben sich aus ihrer Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (im Folgenden SPM), der technischen Zusammenfassung (im Folgenden TS) und den zugrunde liegenden Kapiteln und sind durch {} Klammern gekennzeichnet. Abbildung 1.1 zeigt den Synthesis Report Figures Key, eine Anleitung zu visuellen Symbolen, die in diesem Bericht für mehrere Figuren verwendet werden.

-
- 58 Die drei Beiträge der Arbeitsgruppe zu AR6 sind: Klimawandel 2021: Die physikalische Wissenschaft Basis; Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit; und Klimawandel 2022: Abschwächung des Klimawandels. Ihre Bewertungen beziehen sich auf wissenschaftliche Literatur, die bis zum 31. Januar 2021, 1. September 2021 bzw. 11. Oktober 2021 zur Veröffentlichung angenommen wurde.
- 59 Die drei Sonderberichte sind: Erderwärmung von 1,5 °C (2018): einen IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen der globalen Erwärmung um 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit der Stärkung der globalen Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, die nachhaltige Entwicklung und die Bemühungen zur Beseitigung der Armut (SR1.5); Klimawandel und Land (2019): einen IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Wüstenbildung, Bodendegradation, nachhaltige Landbewirtschaftung, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (SRCCL); und The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Die Sonderberichte decken die bis zum 15. Mai 2018, 7. April 2019 bzw. 15. Mai 2019 zur Veröffentlichung angenommene wissenschaftliche Literatur ab.
- 60 Das Glossar (Anhang I) enthält Definitionen dieser Begriffe sowie andere Begriffe und Konzepte, die in diesem Bericht aus dem Glossar der gemeinsamen Arbeitsgruppe AR6 verwendet werden.
- 61 Je nach Klimainformationskontext können sich geografische Regionen in AR6 auf größere Gebiete wie Subkontinente und ozeanische Regionen oder auf typologische Regionen wie Monsunregionen, Küstenlinien, Gebirgszüge oder Städte beziehen. Es wurde eine neue Reihe von Standard-AR6-WGI-Referenzregionen für Land und Ozeane definiert. Die Arbeitsgruppe III teilt die Länder geografischen Regionen auf der Grundlage der Klassifikation der VN-Statistikabteilung {WGI 1.4.5, WGI 10.1, WGI 11.9, WGI 12.1–12.4, WGI Atlas.1.3.3–1.3.4} zu.
- 62 Jede Feststellung stützt sich auf eine Bewertung der zugrunde liegenden Beweise und Vereinbarungen. Ein Vertrauensniveau wird anhand von fünf Qualifikatoren ausgedrückt: sehr niedrig, niedrig, mittel, hoch und sehr hoch und kursiv geschrieben, zum Beispiel mittleres Vertrauen. Die folgenden Begriffe wurden verwendet, um die geschätzte Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses oder Ergebnisses anzugeben: praktisch mit einer Wahrscheinlichkeit von 99–100 %; sehr wahrscheinlich 90–100 %; voraussichtlich 66–100 %; wahrscheinlicher als nicht >50-100%; etwa so wahrscheinlich wie nicht 33–66 %; unwahrscheinlich 0–33 %; sehr unwahrscheinlich 0–10 %; und außergewöhnlich unwahrscheinlich 0–1 %. Gegebenenfalls werden auch zusätzliche Begriffe (extrem wahrscheinlich 95–100 % und äußerst unwahrscheinlich 0–5 %) verwendet. Die geschätzte Wahrscheinlichkeit wird auch kursiv gesetzt: Zum Beispiel sehr wahrscheinlich. Dies steht im Einklang mit AR5. In diesem Bericht werden, sofern nicht anders angegeben, eckige Klammern [x bis y] verwendet, um den geschätzten sehr wahrscheinlichen Bereich oder das 90%-Intervall anzugeben.

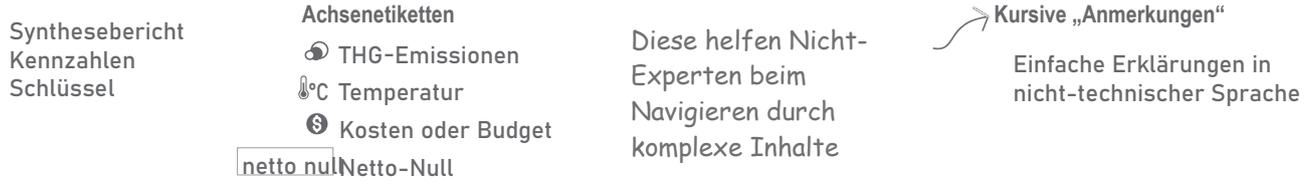


Abbildung 1.1: Der Synthesebericht stellt den Schlüssel dar.

Abschnitt 2 - Aktueller Stand und Trends

2.1 Beobachtete Änderungen, Auswirkungen und Namensnennung

Menschliche Aktivitäten, hauptsächlich durch Emissionen von Treibhausgasen, haben eindeutig die globale Erwärmung verursacht, wobei die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum 2011–2020 1,1 °C über 1850–1900 lag. Die globalen Treibhausgasemissionen sind im Zeitraum 2010–2019 weiter gestiegen, wobei ungleiche historische und anhaltende Beiträge durch nicht nachhaltige Energienutzung, Landnutzung und Landnutzungsänderungen, Lebensstile und Verbrauchs- und Produktionsmuster zwischen Regionen, zwischen und innerhalb von Ländern sowie zwischen Einzelpersonen (hohes Vertrauen) entstanden sind. Der vom Menschen verursachte Klimawandel hat bereits Auswirkungen auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt. Dies hat zu weit verbreiteten negativen Auswirkungen auf die Ernährungs- und Wassersicherheit, die menschliche Gesundheit sowie auf Wirtschaft und Gesellschaft und damit verbundene Verluste und Schäden⁶³ für Natur und Menschen geführt (hohes Vertrauen). Gefährdete Gemeinschaften, die in der Vergangenheit am wenigsten zum aktuellen Klimawandel beigetragen haben, sind unverhältnismäßig stark betroffen (hohes Vertrauen).

2.1.1. Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen

Die globale Oberflächentemperatur lag 2011–2020 bei rund 1,1 °C über 1850–1900 (1,09⁶⁴[0,95 bis 1,20] °C), wobei der Anstieg über Land (1,59 [1,34 bis 1,83] °C) größer war als über dem Ozean (0,88 [0,68 bis 1,01] °C).⁶⁵ Die beobachtete Erwärmung ist vom Menschen verursacht, wobei die Erwärmung durch Treibhausgase (THG) von CO₂ und Methan (CH₄) dominiert wird, teilweise maskiert durch Aerosolkühlung (Abbildung 2.1). Die globale Oberflächentemperatur lag in den ersten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts (2001–2020) bei 0,99 [0,84 bis 1,10] °C über 1850–1900. Die globale Oberflächentemperatur ist seit 1970 schneller gestiegen als in jedem anderen 50-Jahres-Zeitraum in mindestens den letzten 2000 Jahren (hohes Vertrauen). The likely range of total human-caused global surface temperature increase from 1850–1900 to 2010–2019⁶⁶ is 0.8°C to 1.3°C, with a best estimate of 1.07°C. It is likely that well-mixed GHGs⁶⁷ contributed a warming of 1.0°C to 2.0°C, and other human drivers (principally aerosols) contributed a cooling of 0.0°C to 0.8°C, natural (solar and volcanic) drivers changed global surface temperature by ±0.1°C and internal variability changed it by ±0.2°C. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.2, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.2.2, WGI Figure SPM.2; SRCCL TS.2}

Der beobachtete Anstieg der gut gemischten THG-Konzentrationen seit etwa 1750 wird eindeutig durch THG-Emissionen aus menschlichen Aktivitäten verursacht. Land- und Ozeansenken haben in den letzten sechs Jahrzehnten einen nahezu konstanten Anteil (weltweit etwa 56 % pro Jahr) der CO₂-Emissionen aus menschlichen Aktivitäten aufgenommen, mit regionalen Unterschieden (hohes Vertrauen). Im Jahr 2019 erreichten die atmosphärischen CO₂-Konzentrationen 410 ppm, CH₄ 1866 ppb und Lachgas (N₂O) 332 ppb.⁶⁸ Andere Hauptfaktoren für die Erwärmung sind troposphärisches Ozon (O₃) und halogenierte Gase. Die Konzentrationen von CH₄ und N₂O sind in mindestens 800.000 Jahren auf ein beispielloses Niveau gestiegen (sehr hohes Vertrauen), und es besteht ein hohes Vertrauen, dass die aktuellen CO₂-Konzentrationen in mindestens den letzten zwei Millionen Jahren höher sind als jemals zuvor. Seit 1750 übersteigen die Zunahmen der Konzentrationen von CO₂ (47 %) und CH₄ (156 %) bei weitem – und die Zunahmen von N₂O (23 %) ähneln den natürlichen mehrtausendjährigen Veränderungen zwischen Gletscher- und Zwischeneiszeiten in mindestens den letzten 800.000 Jahren (sehr hohes Vertrauen). Der Nettokühleffekt, der sich aus anthropogenen Aerosolen ergibt, erreichte Ende des 20. Jahrhunderts seinen Höhepunkt (hohes Vertrauen). {WGI SPM A.1.1, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.2.1, WGI Abbildung SPM.2, WGI TS 2.2, WGI 2ES, WGI Abbildung 6.1}

63 In diesem Bericht bezieht sich der Begriff „Verluste und Schäden“ auf nachteilige beobachtete Auswirkungen und/oder projizierte Risiken und kann wirtschaftlich und/oder nicht wirtschaftlich sein. (Siehe Anhang I: Glossar)

64 Der geschätzte Anstieg der globalen Oberflächentemperatur seit AR5 ist in erster Linie auf die weitere Erwärmung seit 2003–2012 (+0,19 [0,16 bis 0,22] °C) zurückzuführen. Darüber hinaus haben methodische Fortschritte und neue Datensätze eine vollständigere räumliche Darstellung von Veränderungen der Oberflächentemperatur, auch in der Arktis, ermöglicht. Diese und andere Verbesserungen haben auch die Schätzung der globalen Oberflächentemperaturänderung um etwa 0,1 °C erhöht, aber dieser Anstieg stellt keine zusätzliche physikalische Erwärmung seit AR5 dar {WGI SPM A.1.2 und Fußnote 10}

65 Für den Zeitraum 1850–1900 bis 2013–2022 belaufen sich die aktualisierten Berechnungen auf 1,15 [1,00 bis 1,25] °C für die globale Oberflächentemperatur, 1,65 [1,36 bis 1,90] °C für die Landtemperatur und 0,93 [0,73 bis 1,04] °C für die Meerestemperaturen über 1850–1900, wobei genau dieselben Datensätze (aktualisiert um zwei Jahre) und Methoden wie im WGI verwendet werden.

66 Die Periodendifferenzierung mit der beobachteten Beurteilung ergibt sich, weil die Zuordnungsstudien diesen etwas früheren Zeitraum berücksichtigen. Die beobachtete Erwärmung bis 2010–2019 beträgt 1,06 [0,88 bis 1,21] °C. {WGI SPM Fußnote 11}

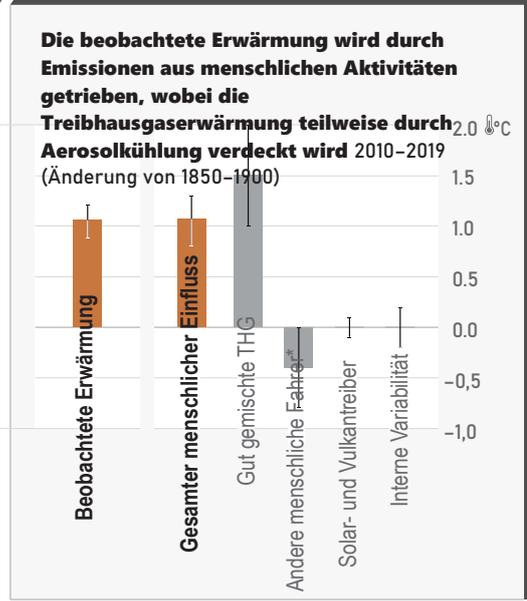
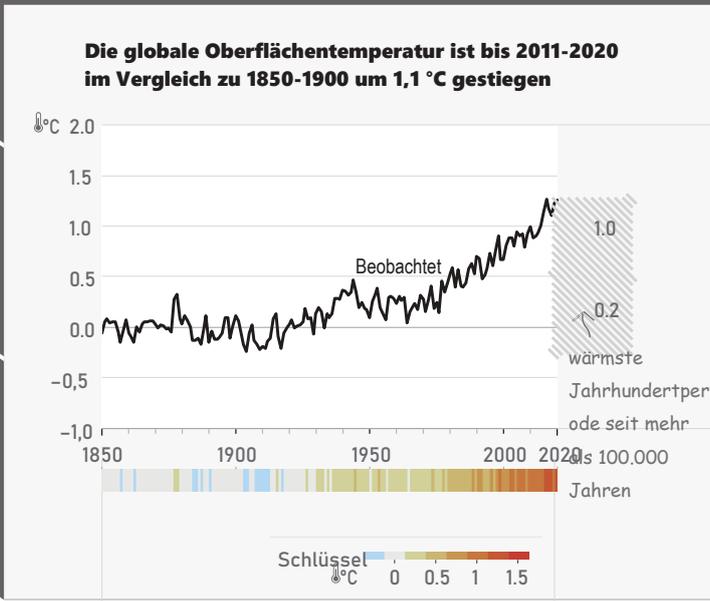
67 Die aus Strahlungsantriebsstudien ermittelten Beiträge der Emissionen zur Erwärmung 2010–2019 im Vergleich zu 1850–1900 sind: CO₂ 0,8 [0,5 bis 1,2] °C; Methan 0,5 [0,3 bis 0,8] °C; Distickstoffoxid 0,1 [0,0 bis 0,2] °C und fluorierte Gase 0,1 [0,0 bis 0,2] °C.

68 Für 2021 (das letzte Jahr, für das endgültige Zahlen vorliegen) sind die Konzentrationen unter Verwendung der gleichen Beobachtungsprodukte und -methoden wie in AR6 WGI: 415 ppm CO₂; 1896 ppb CH₄; und 335 ppb N₂O. Beachten Sie, dass das CO₂ hier unter Verwendung der WMO-CO₂-X2007-Skala gemeldet wird, um mit der WGI übereinzustimmen. Die operative CO₂-Berichterstattung wurde seitdem aktualisiert, um die WMO-CO₂-X2019-Skala zu verwenden.

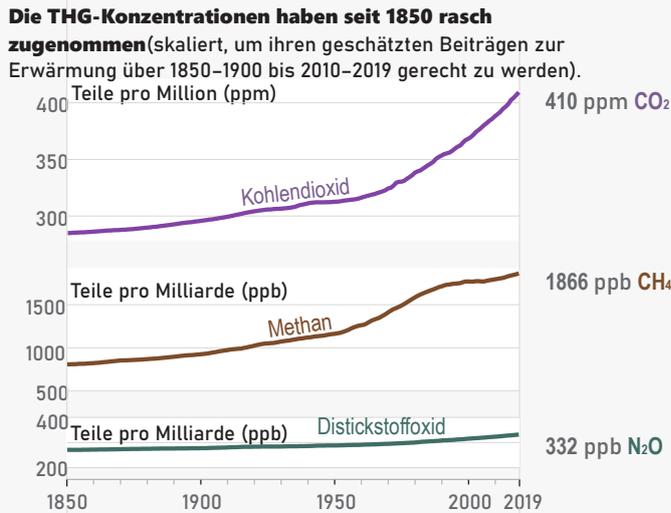
Menschliche Aktivitäten sind für die globale Erwärmung verantwortlich

c) Änderungen der globalen Oberflächentemper

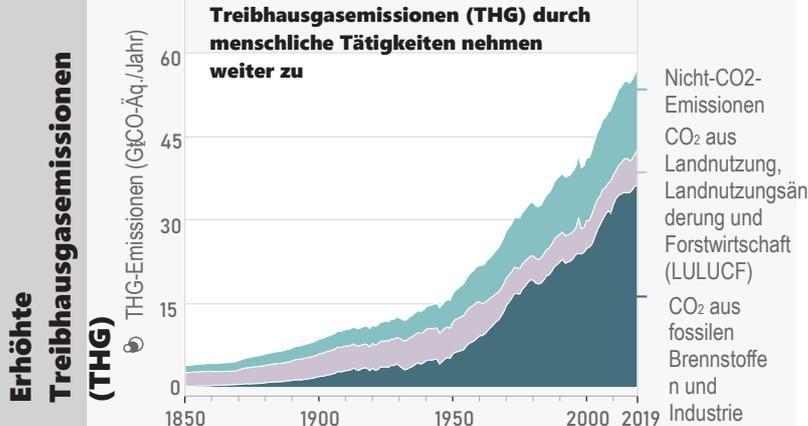
d) Der Mensch ist verantwortlich



b)



a)



Die THG-Emissionen sind in den letzten Jahrzehnten rasch gestiegen (Panel a). Die globalen anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen umfassen CO₂ aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen (CO₂-FFI) (dunkelgrün); Netto-CO₂ aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (CO₂-LULUCF) (grün); CH₄; N₂O; und fluorierte Gase (HFKW, PFKW, SF₆, NF₃) (hellblau).

Andere menschliche Treiber sind überwiegend kühlende Aerosole, aber auch erwärmende Aerosole, Landnutzungsänderungen (Landnutzungsreflexion) und Ozon.

Klimawandel 2023 – Synthesebericht

Diese Emissionen haben zu einem Anstieg der atmosphärischen Konzentrationen mehrerer Treibhausgase geführt, einschließlich der drei wichtigsten gut gemischten Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O (Panel b, jährliche Werte). Zur Angabe ihrer relativen Bedeutung wird die vertikale Ausdehnung jedes Teilpanels für CO₂, CH₄ und N₂O so skaliert, dass sie der bewerteten individuellen direkten Wirkung (und im Falle der indirekten Wirkung von CH₄ über atmosphärische chemische Auswirkungen auf das troposphärische Ozon) historischer Emissionen auf die Temperaturänderung von 1850–1900 bis 2010–2019 entspricht. Diese Schätzung ergibt sich aus einer Bewertung des effektiven Strahlungsantriebs und der Klimasensitivität. Die globale Oberflächentemperatur (gezeigt als jährliche Anomalien gegenüber einem Ausgangswert von 1850–1900) ist seit 1850–1900 um rund 1,1 °C gestiegen (Panel c). Der vertikale Balken auf der rechten Seite zeigt die geschätzte Temperatur (sehr wahrscheinlicher Bereich) während der wärmsten Jahrhundertperiode in mindestens den letzten 100.000 Jahren, die vor etwa 6500 Jahren während der aktuellen Interglazialperiode (Holozän) aufgetreten ist. Zuvor war die nächste letzte Warmzeit vor etwa 125.000 Jahren, als der bewertete Temperaturbereich von mehr als einem Jahrhundert [0,5 °C bis 1,5 °C] die Beobachtungen des letzten Jahrzehnts überschneidet. Diese vergangenen warmen Perioden wurden durch langsame (mehrjährige) Orbitalvariationen verursacht. Formale Detektions- und Attributionsstudien synthetisieren Informationen aus Klimamodellen und -beobachtungen und zeigen, dass die beste Schätzung darin besteht, dass die gesamte Erwärmung, die zwischen 1850–1900 und 2010–2019 beobachtet wurde, vom Menschen verursacht wird (Panel d). Das Panel zeigt die Temperaturänderung zugeschrieben: totaler menschlicher Einfluss; seine Zerlegung in Veränderungen der THG-Konzentrationen und andere menschliche Triebkräfte (Aerosole, Ozon und Landnutzungsänderungen (Landnutzungsreflexion)); solare und vulkanische Treiber; und interne Klimavariabilität. Whiskers zeigen wahrscheinlich Reichweiten. {WGI SPM A.2.2, WGI Abbildung SPM.1, WGI Abbildung SPM.2, WGI TS2.2, WGI 2.1; WGIII Abbildung SPM.1, WGIII A.III.II.2.5.1}

Die durchschnittlichen jährlichen THG-Emissionen in den Jahren 2010–2019 waren höher als in jedem vorangegangenen Jahrzehnt, aber die Wachstumsrate zwischen 2010 und 2019 (1,3 % im Jahr 1) war niedriger als die zwischen 2000 und 2009 (2,1 % im Jahr 1).⁶⁹ Die historischen kumulierten Netto-CO₂-Emissionen von 1850 bis 2019 betragen 2400 ±240 GtCO₂. Davon traten mehr als die Hälfte (58 %) zwischen 1850 und 1989 [1400 ±195 GtCO₂] und etwa 42 % zwischen 1990 und 2019 [1000 ±90 GtCO₂] auf. Die weltweiten anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen wurden 2019 auf 59±6,6 GtCO₂-Äq geschätzt, etwa 12 % (6,5 GtCO₂-Äq) höher als 2010 und 54 % (21 GtCO₂-Äq) höher als 1990. Bis 2019 war das größte Wachstum der Bruttoemissionen bei CO₂ aus fossilen Brennstoffen und der Industrie (CO₂-FFI) zu verzeichnen, gefolgt von CH₄, während das höchste relative Wachstum bei fluorierten Gasen (F-Gase) zu verzeichnen war, beginnend mit einem niedrigen Niveau im Jahr 1990. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.1.1, WGIII SPM B.1.2, WGIII SPM B.1.3, WGIII Abbildung SPM.1, WGIII Abbildung SPM.2}

Die regionalen Beiträge zu den vom Menschen verursachten globalen Treibhausgasemissionen sind nach wie vor sehr unterschiedlich. Die historischen Beiträge der CO₂-Emissionen variieren je nach Region erheblich in Bezug auf die Gesamtgröße, aber auch in Bezug auf die Beiträge zu CO₂-FFI (1650 ± 73 GtCO₂-Äq) und Netto-CO₂-LULUCF (760 ± 220 GtCO₂-Äq) Emissionen (Abbildung 2.2). Die Unterschiede bei den regionalen und nationalen Pro-Kopf-Emissionen spiegeln zum Teil unterschiedliche Entwicklungsstadien wider, sind aber auch bei ähnlichen Einkommensniveaus sehr unterschiedlich. Die durchschnittlichen anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen pro Kopf lagen 2019 zwischen 2,6 t CO₂-Äquivalent und 19 t CO₂-Äquivalent pro Region (Abbildung 2.2). Die am wenigsten entwickelten Länder (LDC) und die kleinen Inselentwicklungsländer (SIDS) haben deutlich niedrigere Pro-Kopf-Emissionen (1,7 t CO₂-Äq bzw. 4,6 t CO₂-Äq) als der globale Durchschnitt (6,9 t CO₂-Äq), ohne CO₂-LULUCF. Rund 48 % der Weltbevölkerung im Jahr 2019 leben in Ländern, die durchschnittlich mehr als 6 t CO₂-Äq pro Kopf emittieren, 35 % der Weltbevölkerung leben in Ländern, die mehr als 9 t CO₂-Äq pro Kopf emittieren⁷⁰ (ohne CO₂-LULUCF), während weitere 41 % in Ländern leben, die weniger als 3 t CO₂-Äq pro Kopf emittieren. Ein erheblicher Teil der Bevölkerung in diesen Ländern mit geringen Emissionen hat keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.3, WGIII SPM B.3.1, WGIII SPM B.3.2, WGIII SPM B.3.3}

Die Netto-Treibhausgasemissionen sind seit 2010 in allen wichtigen Sektoren gestiegen (hohes Vertrauen). Im Jahr 2019 stammten rund 34 % (20 GtCO₂-Äq) der weltweiten Netto-Treibhausgasemissionen aus dem Energiesektor, 24 % (14 GtCO₂-Äq) aus der Industrie, 22 % (13 GtCO₂-Äq) aus AFOLU, 15 % (8,7 GtCO₂-Äq) aus dem Verkehr und 6 % (3,3 GtCO₂-Äq) aus Gebäuden⁷¹ (hohes Vertrauen). Das durchschnittliche jährliche Wachstum der THG-Emissionen zwischen 2010 und 2019 verlangsamte sich im Vergleich zum vorangegangenen Jahrzehnt bei der Energieversorgung (von 2,3 % auf 1,0 %) und der Industrie (von 3,4 % auf 1,4 %), blieb aber im Verkehrssektor mit etwa 2 % im Jahr 1 (hohes Vertrauen) in etwa konstant. Etwa die Hälfte der gesamten Netto-AFOLU-Emissionen stammt aus CO₂-LULUCF, hauptsächlich aus Entwaldung (mittleres Vertrauen). Insgesamt bildeten die Flächen für den Zeitraum 2010–2019 eine Nettosenke von -6,6 (±4,6) GtCO₂ yr⁻¹⁷² (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.1, WGIII SPM B.2.2, WGIII TS 5.6.1}

Der vom Menschen verursachte Klimawandel ist eine Folge von mehr als einem Jahrhundert Netto-Treibhausgasemissionen aus Energieverbrauch, Landnutzung und Landnutzungsänderungen, Lebensstil und Konsummuster und Produktion. Die Emissionsreduktionen bei CO₂ aus fossilen Brennstoffen und industriellen Prozessen (CO₂-FFI) aufgrund von Verbesserungen der Energieintensität des BIP und der CO₂-Intensität der Energie waren geringer als die Emissionssteigerungen aufgrund steigender globaler Aktivitäten in Industrie, Energieversorgung, Verkehr, Landwirtschaft und Gebäuden. Die 10 % der Haushalte mit den höchsten Pro-Kopf-Emissionen tragen 34–45 % zu den weltweiten verbrauchs-basierten Treibhausgasemissionen der Haushalte bei, während die mittleren 40 % 40–53 % und die unteren 50 % 13–15 % beitragen. Ein zunehmender Anteil der Emissionen kann städtischen Gebieten zugeschrieben werden (ein Anstieg von etwa 62 % auf 67–72 % des weltweiten Anteils zwischen 2015 und 2020). Die Triebkräfte für Treibhausgasemissionen in Städten⁷³ sind komplex und umfassen Bevölkerungsgröße, Einkommen,

69 Treibhausgasemissionsmetriken werden verwendet, um Emissionen verschiedener Treibhausgase in einer gemeinsamen Einheit auszudrücken. Die aggregierten THG-Emissionen in diesem Bericht sind in CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äquivalenten) unter Verwendung des globalen Erwärmungspotenzials mit einem Zeithorizont von 100 Jahren (GWP100) mit Werten angegeben, die auf dem Beitrag der Arbeitsgruppe I zum AR6 basieren. Die Berichte AR6 WGI und WGIII enthalten aktualisierte Emissionsmetrikerwerte, Bewertungen verschiedener Metriken im Hinblick auf Minderungsziele und die Bewertung neuer Ansätze zur Aggregation von Gasen. Die Wahl der Metrik hängt vom Zweck der Analyse ab, und alle THG-Emissionsmetriken haben Einschränkungen und Unsicherheiten, da sie die Komplexität des physikalischen Klimasystems und seine Reaktion auf vergangene und zukünftige THG-Emissionen vereinfachen. {WGI SPM D.1.8, WGI 7.6; WGIII SPM B.1, WGIII Cross-Chapter Box 2.2} (Anhang I: Glossar)

70 Territoriale Emissionen

71 Die THG-Emissionswerte werden auf zwei signifikante Stellen gerundet; Infolgedessen können kleine Differenzen bei den Beträgen aufgrund von Rundungen auftreten. {WGIII SPM Fußnote 8}

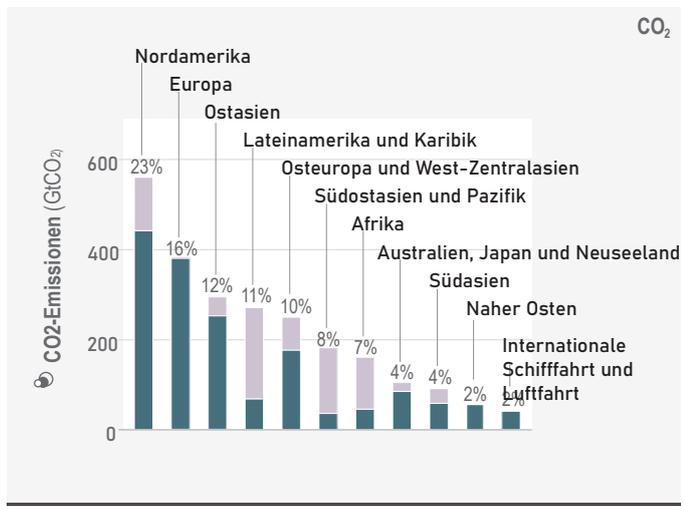
72 Bestehend aus einer Bruttosenke von -12,5 (±3,2) GtCO₂ yr⁻¹, die sich aus den Reaktionen aller Flächen auf anthropogene Umweltveränderungen und natürliche Klimavariabilität sowie den anthropogenen Netto-CO₂-LULUCF-Emissionen +5,9 (±4,1) GtCO₂ yr⁻¹ auf der Grundlage von Buchhaltungsmodellen ergibt. {WGIII SPM Fußnote 14}

73 Diese Schätzung basiert auf einer verbrauchs-basierten Rechnungslegung, die sowohl direkte Emissionen innerhalb städtischer Gebiete als auch indirekte Emissionen außerhalb städtischer Gebiete im Zusammenhang mit der Erzeugung von Strom, Waren und Dienstleistungen, die in Städten verbraucht werden, umfasst. Diese Schätzungen umfassen alle CO₂- und CH₄-Emissionskategorien mit Ausnahme von Flug- und Schiffsbunkerkraftstoffen, Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft und Landwirtschaft. {WGIII SPM Fußnote 15}

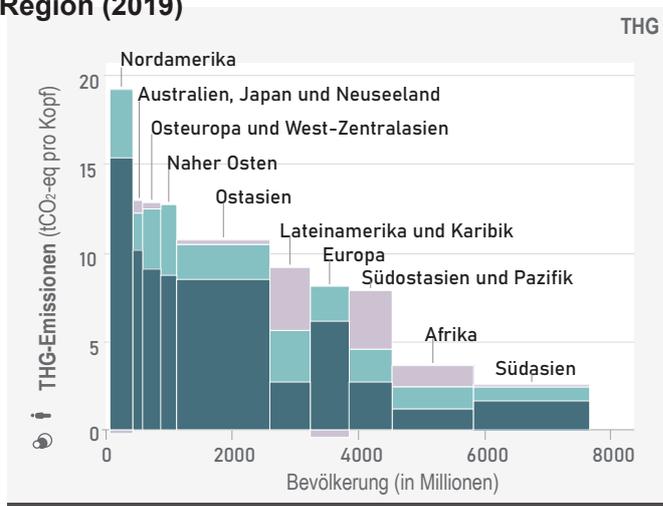
Urbanisierungszustand und städtische Form. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.3, WGIII SPM B.3.4, WGIII SPM D.1.1}

Die Emissionen sind in den meisten Regionen gestiegen, sind aber ungleich verteilt, sowohl heute als auch kumulativ seit 1850.

a) Historische kumulative anthropogene Netto-CO₂-Emissionen pro Region (1850–2019)



b) anthropogene Netto-Treibhausgasemissionen pro Kopf und für die Gesamtbevölkerung, pro Region (2019)

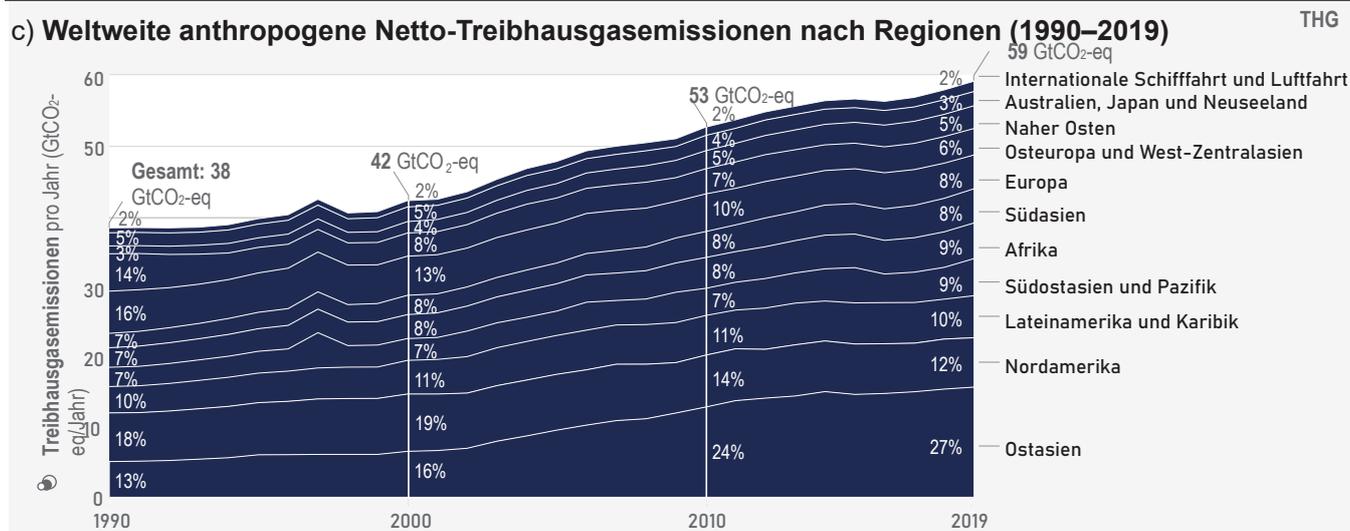


Schlüssel



Netto-CO₂ aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft (LULUCF)
 Sonstige THG-Emissionen
 Fossile Brennstoffe und Industrie
 CO₂-THG-Emissionen

c) Weltweite anthropogene Netto-Treibhausgasemissionen nach Regionen (1990–2019)



d) Regionale Indikatoren (2019) und regionale Produktion vs. Verbrauchsrechnung (2018)

	Afrika	Australien, Japan, Neuseeland	östliche Asien	Osteuropa, West-Zentralasien	Europa	Lateinamerika und Karibik	Naher Osten	Nordamerika	Südostasien und Pazifik	Südasien
Bevölkerung (Millionen Personen, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
BIP pro Kopf (USD1000 _{KKP} 2017 pro Person) ¹	5.0	43	17	20	43	15	20	61	12	6.2
Netto-THG 2019 ² (Produktionsbasis)										
Treibhausgasemissionsintensität (tCO ₂ -eq / USD1000 _{KKP} 2017)	0.78	0.30	0.62	0.64	0.18	0.61	0.64	0.31	0.65	0.42
THG pro Kopf (tCO ₂ -eq pro Person)	3.9	13	11	13	7.8	9.2	13	19	7.9	2.6
CO₂FFI, 2018, pro Person										
Produktionsbasierte Emissionen (tCO ₂ FFI pro Person, basierend auf Daten von 2018)	1.2	10	8.4	9.2	6.5	2.8	8.7	16	2.6	1.6
Verbrauchsbasierte Emissionen (tCO ₂ FFI pro Person, basierend auf Daten von 2018)	0.84	11	6.7	6.2	7.8	2.8	7.6	17	2.5	1.5

¹ BIP pro Kopf im Jahr 2019 in USD2017 Währung Kaufkraftbasis.

² Enthält CO₂FFI, CO₂LULUCF und andere Treibhausgase, ausgenommen internationale Luftfahrt und Schifffahrt.

Die in dieser Abbildung verwendeten regionalen Gruppierungen dienen nur statistischen Zwecken und sind in WGIII Anhang II Teil I beschrieben.

Abbildung 2.2: Regionale THG-Emissionen und der regionale Anteil der gesamten produktionsbasierten CO₂-Emissionen von 1850 bis 2019.

Panel (a) zeigt den Anteil der historischen kumulierten anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen pro Region von 1850 bis 2019 in GtCO₂. Dazu gehören CO₂-FFI und CO₂-LULUCF. Andere THG-Emissionen sind nicht enthalten. CO₂-LULUCF-Emissionen unterliegen hohen Unsicherheiten, die sich in einer globalen Unsicherheitsschätzung von $\pm 70\%$ (90 % Konfidenzintervall) widerspiegeln. Panel b) zeigt die Verteilung der regionalen THG-Emissionen in Tonnen CO₂-Äq pro Kopf nach Regionen im Jahr 2019. Die THG-Emissionen werden kategorisiert in: CO₂-FFI; Netto-CO₂-LULUCF; und andere THG-Emissionen (CH₄, N₂O, fluorierte Gase, ausgedrückt in CO₂-Äq unter Verwendung von GWP100-AR6). Die Höhe jedes Rechtecks zeigt pro Kopf Emissionen, die Breite zeigt die Bevölkerung der Region, so dass die Fläche der Rechtecks bezieht sich auf die Gesamtemissionen für jede Region. Emissionen aus dem internationalen Luft- und Seeverkehr sind nicht enthalten. Bei zwei Regionen liegt die Fläche für CO₂-LULUCF unter der Achse, was auf den Netto-CO₂-Abbau und nicht auf Emissionen hinweist. Panel (c) zeigt die weltweiten anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen nach Regionen (in GtCO₂-Äq.-Jahr-1 (GWP100-AR6)) für den Zeitraum 1990–2019. Prozentwerte beziehen sich auf den Beitrag jeder Region zu den gesamten THG-Emissionen in den jeweiligen Zeiträumen. Der einjährige Emissionshöchststand im Jahr 1997 war auf höhere CO₂-LULUCF-Emissionen aus einem Wald- und Torfbrandereignis in Südostasien zurückzuführen. Die Regionen sind in Anhang II der Arbeitsgruppe III zusammengefasst. Panel (d) zeigt Bevölkerung, Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Person, Emissionsindikatoren nach Regionen im Jahr 2019 für das gesamte Treibhausgas pro Person und die gesamte Treibhausgasemissionsintensität sowie produktions- und verbrauchs-basierte CO₂-FFI-Daten, die in diesem Bericht bis 2018 bewertet werden. Verbrauchsbasierte Emissionen sind Emissionen, die in die Atmosphäre freigesetzt werden, um die Waren und Dienstleistungen zu erzeugen, die von einer bestimmten Einheit (z. B. Region) verbraucht werden. Emissionen aus dem internationalen Luft- und Seeverkehr sind nicht enthalten. {WGIII Abbildung SPM.2}

2.1.2. Beobachtete Veränderungen und Auswirkungen des Klimasystems bis heute

Es ist eindeutig, dass der menschliche Einfluss die Atmosphäre, den Ozean und das Land erwärmt hat. Weitverbreitete und rasche Veränderungen in der Atmosphäre, im Ozean, in der Kryosphäre und in der Biosphäre sind aufgetreten (Tabelle 2.1). Das Ausmaß der jüngsten Veränderungen im gesamten Klimasystem und der gegenwärtige Zustand vieler Aspekte des Klimasystems sind über viele Jahrhunderte bis zu vielen Tausenden von Jahren beispiellos. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Treibhausgasemissionen der Haupttreiber⁷⁴ der Erwärmung in der Troposphäre waren, und sehr wahrscheinlich, dass der vom Menschen verursachte Abbau des stratosphärischen Ozons zwischen 1979 und Mitte der 1990er Jahre der Haupttreiber der Abkühlung in der Stratosphäre war. Es ist praktisch sicher, dass sich der globale obere Ozean (0-700 m) seit den 1970er Jahren erwärmt hat und höchstwahrscheinlich der menschliche Einfluss der Haupttreiber ist. Die Erwärmung der Ozeane machte 91% der Erwärmung im Klimasystem aus, wobei Landerwärmung, Eisverlust und atmosphärische Erwärmung etwa 5%, 3% bzw. 1% ausmachten (hohes Vertrauen). Der globale mittlere Meeresspiegel stieg zwischen 1901 und 2018 um 0,20 [0,15 bis 0,25] m. Die durchschnittliche Rate des Meeresspiegelanstiegs betrug zwischen 1901 und 1971 1,3 [0,6 bis 2,1] mm yr⁻¹, stieg zwischen 1971 und 2006 auf 1,9 [0,8 bis 2,9] mm yr⁻¹ und zwischen 2006 und 2018 weiter auf 3,7 [3,2 bis 4,2] mm yr⁻¹ (hohes Vertrauen). Der menschliche Einfluss war sehr wahrscheinlich der Haupttreiber dieser Zunahmen seit mindestens 1971 (Abbildung 3.4). Der menschliche Einfluss ist sehr wahrscheinlich die Hauptursache für den weltweiten Rückgang der Gletscher seit den 1990er Jahren und den Rückgang der arktischen Meereisfläche zwischen 1979–1988 und 2010–2019. Menschlicher Einfluss hat auch sehr wahrscheinlich dazu beigetragen, die Frühlingsschneedecke der nördlichen Hemisphäre und das Oberflächenschmelzen des grönländischen Eisschildes zu verringern. Es ist praktisch sicher, dass die vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen der Haupttreiber der derzeitigen globalen Versauerung des offenen Ozeans sind. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.1.5, WGI SPM A.1.6, WGI SPM A.1.7, WGI SPM A.2, WGI SPM A.4.2; SROCC SPM.A.1, SROCC SPM A.2}

Der vom Menschen verursachte Klimawandel hat bereits Auswirkungen auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt. Der Nachweis beobachteter Veränderungen in Extremen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen, Dürren und tropischen Wirbelstürmen und insbesondere deren Zuordnung zum menschlichen Einfluss hat sich seit AR5 verstärkt (Abbildung 2.3). Es ist praktisch sicher, dass heiße Extreme (einschließlich Hitzewellen) in den meisten Landregionen seit den 1950er Jahren häufiger und intensiver geworden sind (Abbildung 2.3), während kalte Extreme (einschließlich kalter Wellen) seltener und weniger schwerwiegend geworden sind, mit hoher Zuversicht, dass der vom Menschen verursachte Klimawandel der Haupttreiber dieser Veränderungen ist. Marine Hitzewellen haben sich in der Frequenz seit den 1980er Jahren (hohes Vertrauen) ungefähr verdoppelt, und menschlicher Einfluss hat sehr wahrscheinlich zu den meisten von ihnen seit mindestens 2006 beigetragen. Die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen hat seit den 1950er Jahren in den meisten Landgebieten zugenommen, für die Beobachtungsdaten für die Trendanalyse ausreichen (hohes Vertrauen), und der vom Menschen verursachte Klimawandel ist wahrscheinlich der Haupttreiber (Abbildung 2.3). Der vom Menschen verursachte Klimawandel hat in einigen Regionen zu einer Zunahme landwirtschaftlicher und ökologischer Dürren aufgrund zunehmender Landverdunstung (mittleres Vertrauen) beigetragen (Abbildung 2.3). Es ist wahrscheinlich, dass der weltweite Anteil der großen tropischen Wirbelstürme (Kategorie 3-5) in den letzten vier Jahrzehnten zugenommen hat. {WGI SPM A.3, WGI SPM A.3.1, WGI SPM A.3.2; WGI SPM A.3.4; SRCL SPM.A.2.2; SROCC SPM. A.2}

Der Klimawandel hat erhebliche Schäden und zunehmend irreversible⁷⁵ Verluste in terrestrischen, Süßwasser-, Kryosphären-, Küsten- und offenen Ozeanökosystemen verursacht (hohes Vertrauen). Ausmaß und Ausmaß der Auswirkungen des Klimawandels sind größer als in früheren Bewertungen geschätzt (hohes Vertrauen). Etwa die Hälfte der weltweit untersuchten Arten hat sich polwärts oder an Land auch in höhere Lagen verlagert (sehr hohes Vertrauen). Biologische Reaktionen, einschließlich Änderungen der geografischen Platzierung und Verschiebungen des saisonalen Zeitpunkts, reichen oft nicht aus, um den jüngsten Klimawandel zu bewältigen (sehr hohes Vertrauen). Hunderte von lokalen Artenverlusten wurden durch die Zunahme der Hitzeextreme (hohes Vertrauen) und Massensterblichkeitsereignisse an Land und im Ozean (sehr hohes Vertrauen) verursacht. Die Auswirkungen auf einige Ökosysteme nähern sich der Unumkehrbarkeit, wie die Auswirkungen hydrologischer Veränderungen, die sich aus dem Rückzug von Gletschern ergeben, oder die Veränderungen in einigen Berg- (mittleres Vertrauen) und arktischen Ökosystemen, die durch das Auftauen von Permafrost verursacht werden (hohes Vertrauen). Auswirkungen in Ökosystemen durch langsam einsetzende Prozesse wie Ozeanversauerung, Meeresspiegelanstieg oder regionale Niederschlagsrückgänge wurden auch dem vom Menschen verursachten Klimawandel zugeschrieben (hohes Vertrauen). Der Klimawandel hat zur Wüstenbildung und zur Verschärfung der Bodendegradation beigetragen, insbesondere in niedrig gelegenen Küstengebieten, Flussdeltas, Trockengebieten und Permafrostgebieten (hohes Vertrauen). Fast 50 % der Küstenfeuchtgebiete sind in den letzten 100 Jahren aufgrund der kombinierten Auswirkungen lokaler menschlicher Belastungen, des Anstiegs des Meeresspiegels, der Erwärmung und extremer Klimaereignisse (hohes Vertrauen) verloren gegangen. {WGII SPM B.1.1, WGII SPM B.1.2, WGII Abbildung SPM.2.A, WGII TS.B.1; SRCL SPM A.1.5, SRCL SPM A.2, SRCL SPM A.2.6, SRCL Abbildung SPM.1; SROCC SPM A.6.1, SROCC SPM, A.6.4, SROCC SPM A.7}

⁷⁴ „Hauptfahrer“ ist der Fahrer, der für mehr als 50 % der Änderung verantwortlich ist. {WGI SPM Fußnote 12}

⁷⁵ Siehe Anhang I: Glossar.

	Erwärmung der globalen mittleren Oberflächenlufttemperatur seit 1850-1900	Der wahrscheinliche Bereich des menschlichen Beitrags ([0,8-1,3 °C]) umfasst den sehr wahrscheinlichen Bereich der beobachteten Erwärmung ([0,9-1,2 °C]).
Atmosphäre und Wasserkreislauf	Erwärmung der Troposphäre seit 1979	Hauptfahrer
	Abkühlung der unteren Stratosphäre seit Mitte des 20. Jahrhunderts	Hauptfahrer 1979 - Mitte der 1990er Jahre
	Große Niederschlagsmengen und Feuchtigkeitsschwankungen in der oberen Troposphäre seit 1979	
Ozean	Erweiterung des zonalen Mittels Hadley Circulation seit den 1980er Jahren	Südliche Hemisphäre
	Anstieg des Wärmegehalts der Ozeane seit den 1970er Jahren	Hauptfahrer
	Salinitätsveränderungen seit Mitte des 20. Jahrhunderts	
Kryosphäre	Weltweiter mittlerer Meeresspiegelanstieg seit 1970	Hauptfahrer
	Eisverlust in der Arktis seit 1979	Hauptfahrer
	Reduzierung der Frühjahrschneedecke der nördlichen Hemisphäre seit 1950	
	Grönländischer Eisschildmassenverlust seit den 1990er Jahren	
Kohlenstoffkreislauf	Eisschildmassenverlust in der Antarktis seit den 1990er Jahren	Begrenzte Beweismittel & mittlere Vereinbarung
	Rückzug der Gletscher	Hauptfahrer
	Erhöhte Amplitude des saisonalen Zyklus von atmosphärischem CO ₂ seit den frühen 1960er Jahren	Hauptfahrer
Landklima	Versauerung des globalen Oberflächenozeans	Hauptfahrer
	Mittlere Oberflächenlufttemperatur über Land (ca. 40% größer als die globale mittlere Erwärmung)	Hauptfahrer
Synthese	Erwärmung des globalen Klimasystems seit vorindustrieller Zeit	

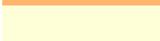
Schlüssel	
	Fakt
	praktisch sicher
	äußerst wahrscheinlich
	wahrscheinliches/hohes Vertrauen
	mittleres Vertrauen

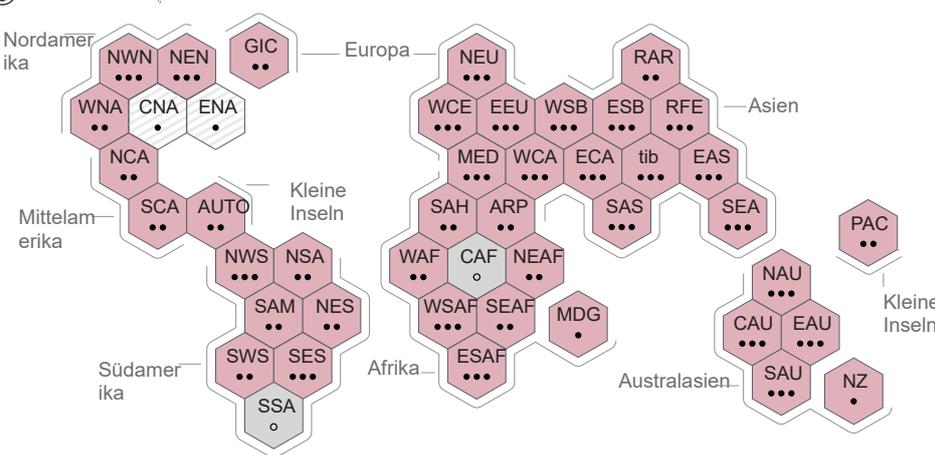
Tabelle 2.1: Bewertung der beobachteten Veränderungen in groß angelegten Indikatoren für das mittlere Klima über Klimasystemkomponenten hinweg und ihre Zuordnung zum menschlichen Einfluss. Die Farbcodierung gibt die bewertete Vertrauenswürdigkeit/Wahrscheinlichkeit⁷⁶ der beobachteten Veränderung und den menschlichen Beitrag als Fahrer oder Hauptfahrer (in diesem Fall spezifiziert) an, sofern verfügbar (siehe Farbschlüssel). Andernfalls wird ein erläuternder Text bereitgestellt. {WGI-Tabelle TS.1}

76 Auf der Grundlage des wissenschaftlichen Verständnisses können die wichtigsten Ergebnisse als Tatsachenaussagen formuliert oder mit einem bewerteten Konfidenzniveau in Verbindung gebracht werden, das mit der IPCC-kalibrierten Sprache angegeben wird.

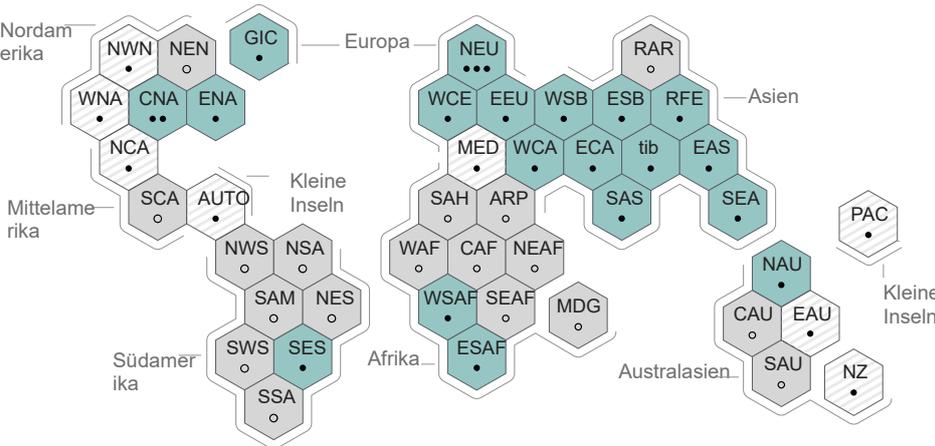
Der Klimawandel hat menschliche und natürliche Systeme auf der ganzen Welt beeinflusst, wobei diejenigen, die im Allgemeinen am wenigsten dazu beigetragen haben, dass der Klimawandel am anfälligsten ist

a) Synthese der Bewertung der beobachteten Veränderungen heißer Extreme, starker Niederschläge und Dürren und des Vertrauens in den menschlichen Beitrag zu den beobachteten Veränderungen in den Regionen der Welt

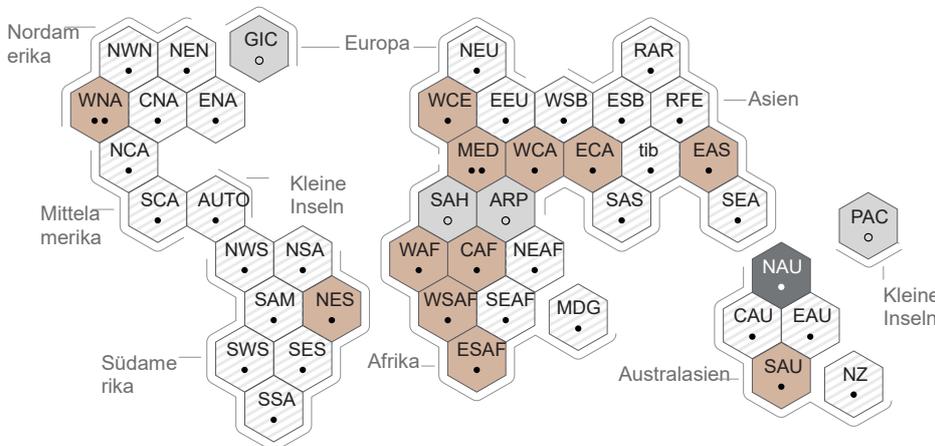
Veränderungen in den Regionen der Welt



Starkniederschläge



Landwirtschaftliche und ökologische Dürre



Dimension des Risikos Gefahr

Schlüssel

Art der beobachteten Veränderung seit den 1950er Jahren

- Erhöhung
- Abnahme
- Begrenzte Daten und/oder Literatur
- Geringe Übereinstimmung in der Art der Änderung

Vertrauen in den menschlichen Beitrag zur beobachteten Veränderung

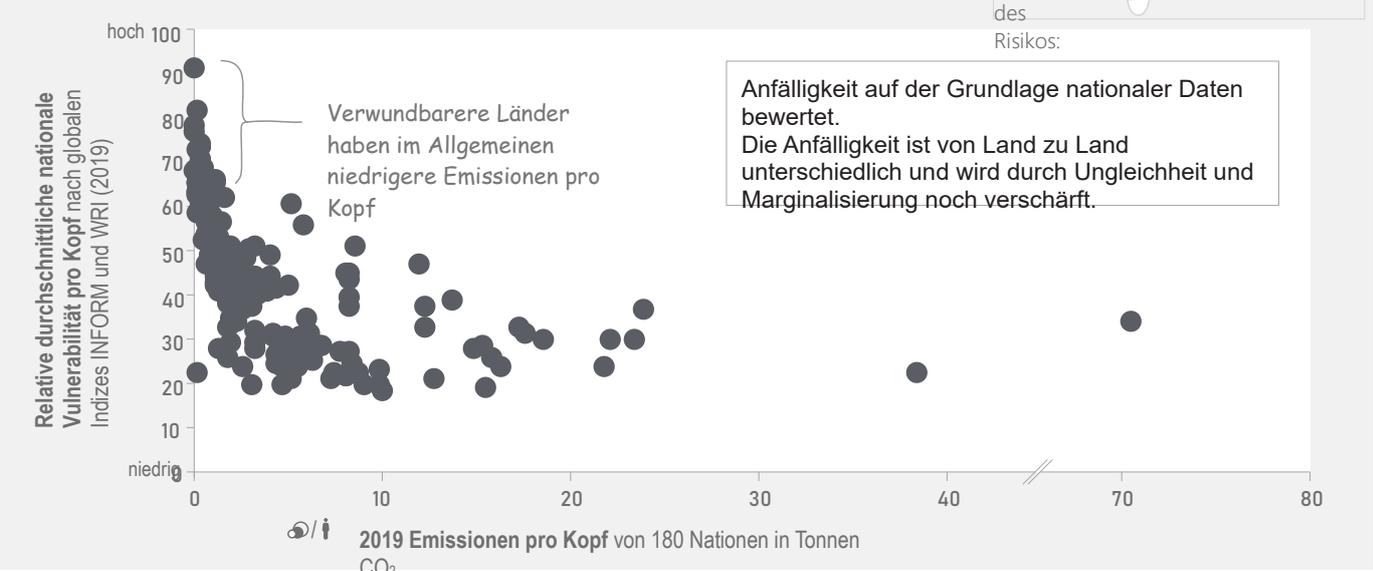
- Medium
- Niedrig aufgrund begrenzter Vereinbarung
- Niedrig aufgrund begrenzter Evidenz

Jedes Sechseck entspricht einer Region

NWN Nordwest-Nordamerika

IPCC AR6 WGI-Referenzregionen:
 Nordamerika: NWN (Nordwest-Nordamerika), NEN (Nordost-Nordamerika), WNA (West-Nordamerika), CNA (Zentral-Nordamerika), ENA (Ost-Nordamerika), Mittelamerika: NCA (Nordmittelamerika), SCA (Südmittelamerika), CAR (Karibik), Südamerika: NWS (Nordwestsüdamerika), NSA (Nordsüdamerika), NES (Nordostsüdamerika), SAM (Südamerikanischer Monsun), SWS (Südwestsüdamerika), SES (Südostsüdamerika), SSA (Südsüdamerika), Europa: GIC (Grönland/Island), NEU (Nordeuropa), WCE (West- und Mitteleuropa), EEU (Osteuropa), MED (Mittelmeerraum), Afrika: MED (Mittelmeerraum), SAH (Sahara), WAF (Westafrika), CAF (Zentralafrika), NEAF (Nordostafrika), SEAF (Südostafrika), WSAF (Westliches südliches Afrika), ESAF (Ostliches südliches Afrika), MDG (Madagaskar), Asien: RAR (Russische Arktis), WSB (Westsibirien), ESB (Ostsibirien), RFE (Russischer Fernost), WCA (Westmittelasien), ECA (Ostmittelasien), TIB (Tibetisches Plateau), EAS (Ostasien), ARP (Arabische Halbinsel), SAS (Südasien), SEA (Südostasien), Australasien: NAU (Nordaustralien), CAU (Zentralaustralien), EAU (Ostaustralien), SAU (Südaustralien), Neuseeland, Kleine Inseln: CAR (Karibik), PAC (Pacific Small Islands)

b) Anfälligkeit von Bevölkerung & Ampere; Pro-Kopf-Emissionen pro Land in



c) Beobachtete Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden des Klimawandels

		Global	Afrika	Asien	Australasien	Mittel- & Südamerika	Europa	Nordamerika	Kleine Inseln
MENSCHLICHE SYSTEME	Wasserverfügbarkeit und Nahrungsmittelproduktion	Physische Wasserverfügbarkeit	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
		Landwirtschaft/Erzeugung von Kulturpflanzen	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
		Tier- und Nutztiergesundheit und Produktivität	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
		Fischereierträge und Aquakulturproduktion	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
Gesundheit und Wohlbefinden	Infektionskrankheiten	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	
		Hitze, Unterernährung und Schäden durch Waldbrände	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
		Psychische Gesundheit	•••	-	•••	••	/	•••	•••
Städte, Siedlungen und Infrastruktur	Verdrängung	•••	•••	•••	/	•••	•••	•••	
		Überschwemmungen im Binnenland und damit verbundene Schäden in Küstengebieten	•••	••	••	••	••	••	•••
		Schäden an der Infrastruktur	•••	••	••	••	••	••	•••
		Schäden an wichtigen Wirtschaftssektoren	•••	••	••	••	••	••	•••
ÖKOSYSTEME	Veränderungen in der Ökosystemstruktur	Land	•••	•••	•••	•••	•••	•••	
		Süßwasser	•••	•••	••	-	•••	•••	•••
		Ozean	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Artenreichweitenverschiebungen	Land	•••	•••	••	•••	•••	•••	•••	
	Süßwasser	•••	-	••	-	•••	•••	•••	
	Ozean	•••	•••	-	•••	•••	•••	•••	
Änderungen des saisonalen Timings (Phenologie)	Land	•••	-	••	•••	-	•••	•••	
	Süßwasser	•••	••	••	-	-	•••	•••	
	Ozean	•••	••	••	••	••	•••	••	

Dimension des Risikos: Auswirkungen

Schlüssel

Erhöhte Klimaauswirkungen

MENSCHLICHE SYSTEME

- Schädliche Auswirkungen
- Negative und positive Auswirkungen

ÖKOSYSTEME

- Klimabedingte Veränderungen beobachtet, keine Bewertung der Wirkungsrichtung

Vertrauen in die Zuschreibung zum Klimawandel

- Hoch oder sehr hoch
- Medium
- Niedrig
- Evidenz begrenzt, unzureichend
- / Nicht bewertet

Abbildung 2.3: Sowohl die Anfälligkeit für aktuelle Klimaextreme als auch der historische Beitrag zum Klimawandel sind sehr heterogen, wobei viele derjenigen, die bisher am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben, am anfälligsten für seine Auswirkungen sind.

Panel (a) Die IPCC AR6 WGI bewohnten Regionen werden als Hexagons mit identischer Größe in ihrer ungefähren geografischen Lage angezeigt (siehe Legende für regionale Akronyme). Alle Bewertungen werden für jede Region als Ganzes und für die 1950er Jahre bis heute vorgenommen. Bewertungen, die auf verschiedenen Zeitskalen oder mehr lokalen räumlichen Skalen vorgenommen werden, können sich von dem unterscheiden, was in der Abbildung gezeigt wird. Die Farben in jedem Panel stellen die vier Ergebnisse der Bewertung der beobachteten Veränderungen dar. Gestreifte Sechsecke (weiß und hellgrau) werden verwendet, wenn die Art der Veränderung für die Region als Ganzes gering ist, und graue Sechsecke werden verwendet, wenn nur begrenzte Daten und/oder Literatur vorliegen, die eine Bewertung der Region als Ganzes verhindern. Andere Farben zeigen zumindest mittleres Vertrauen in die beobachtete Veränderung. Das Konfidenzniveau für den menschlichen Einfluss auf diese beobachteten Veränderungen basiert auf der Bewertung der Trenderkennung und -attribution und der Ereignisattributionsliteratur und wird durch die Anzahl der Punkte angezeigt: drei Punkte für hohes Vertrauen, zwei Punkte für mittleres Vertrauen und ein Punkt für geringes Vertrauen (ein einzelner, gefüllter Punkt: begrenzte Vereinbarung; Einzelner, leerer Punkt: Begrenzte Nachweise). Für heiße Extreme werden die Beweise hauptsächlich aus Änderungen der Metriken auf der Grundlage der täglichen Höchsttemperaturen gezogen; Regionalstudien mit anderen Indizes (Hitzewellendauer, Frequenz und Intensität) werden zusätzlich verwendet. Für Starkniederschläge werden die Beweise hauptsächlich aus Änderungen der Indizes auf der Grundlage von eintägigen oder fünftägigen Niederschlagsmengen unter Verwendung globaler und regionaler Studien gezogen. Landwirtschaftliche und ökologische Dürren werden auf der Grundlage beobachteter und simulierter Veränderungen der Gesamtsäulenbodenfeuchtigkeit bewertet, ergänzt durch Hinweise auf Veränderungen der Oberflächenbodenfeuchtigkeit, des Wasserhaushalts (Niederschlag minus Evapotranspiration) und von Niederschlag und atmosphärischem Verdunstungsbedarf getriebene Indizes. Panel b) zeigt die durchschnittliche Anfälligkeit der Bevölkerung eines Landes gegenüber den CO₂-FFI-Emissionen pro Kopf und Land im Jahr 2019 für die 180 Länder, für die beide Metriken verfügbar sind. Informationen zu Schwachstellen basieren auf zwei globalen Indikatorensystemen, nämlich INFORM und World Risk Index. Länder mit einer relativ niedrigen durchschnittlichen Schutzbedürftigkeit haben oft Gruppen mit hoher Schutzbedürftigkeit innerhalb ihrer Bevölkerung und umgekehrt. Zu den zugrunde liegenden Daten gehören beispielsweise Informationen über Armut, Ungleichheit, Gesundheitsinfrastruktur oder Versicherungsschutz. Panel (c) Beobachtete Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme und menschliche Systeme auf globaler und regionaler Ebene. Globale Assessments konzentrieren sich auf große Studien, Multi-Spezies, Meta-Analysen und große Reviews. Regionale Bewertungen berücksichtigen Erkenntnisse über die Auswirkungen in einer gesamten Region und konzentrieren sich nicht auf ein bestimmtes Land. Für menschliche Systeme wird die Richtung der Auswirkungen bewertet, und es wurden sowohl nachteilige als auch positive Auswirkungen beobachtet, z. B. können nachteilige Auswirkungen in einem Bereich oder Lebensmittel mit positiven Auswirkungen in einem anderen Bereich oder Lebensmittel auftreten (weitere Einzelheiten und Methoden siehe WGII SMTS.1). Die physikalische Wasserverfügbarkeit umfasst das Gleichgewicht des aus verschiedenen Quellen verfügbaren Wassers, einschließlich Grundwasser, Wasserqualität und Wasserbedarf. Globale Bewertungen der psychischen Gesundheit und der Vertreibung spiegeln nur bewertete Regionen wider. Das Vertrauensniveau spiegelt die Bewertung der Zurechnung der beobachteten Auswirkungen auf den Klimawandel wider. {WGII Abbildung SPM.3, Tabelle TS.5, Interaktiver Atlas; WGII Abbildung SPM.2, WGII SMTS.1, WGII 8.3.1, Abbildung 8.5; ; AGIII 2.2.3}

Der Klimawandel hat die Ernährungssicherheit verringert und die Wassersicherheit aufgrund der Erwärmung, sich ändernder Niederschlagsmuster, der Verringerung und des Verlustes kryosphärischer Elemente sowie einer größeren Häufigkeit und Intensität klimatischer Extreme beeinträchtigt, wodurch die Bemühungen um die Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung (hohes Vertrauen) behindert wurden. Obwohl die landwirtschaftliche Produktivität insgesamt gestiegen ist, hat der Klimawandel dieses Wachstum der landwirtschaftlichen Produktivität in den letzten 50 Jahren weltweit verlangsamt (mittleres Vertrauen), wobei die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Ernteerträge hauptsächlich in Regionen mit mittlerem und niedrigem Breitengrad zu verzeichnen waren und einige positive Auswirkungen in einigen Regionen mit hohem Breitengrad (hohes Vertrauen) zu verzeichnen waren. Die Erwärmung der Ozeane im 20. Jahrhundert und darüber hinaus hat zu einem allgemeinen Rückgang des maximalen Fangpotenzials (mittleres Vertrauen) beigetragen und die Auswirkungen der Überfischung für einige Fischbestände verstärkt (hohes Vertrauen). Die Erwärmung der Ozeane und die Versauerung der Ozeane haben sich in einigen ozeanischen Regionen negativ auf die Nahrungsmittelproduktion aus der Aquakultur und Fischerei von Schalentieren ausgewirkt (hohes Vertrauen). Die derzeitige globale Erwärmung ist mit moderaten Risiken aufgrund der zunehmenden Trockenwasserknappheit (hohes Vertrauen) verbunden. Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung leidet derzeit für mindestens einen Teil des Jahres unter einer schweren Wasserknappheit aufgrund einer Kombination von klimatischen und nichtklimatischen Faktoren (mittleres Vertrauen) (Abbildung 2.3). Eine nicht nachhaltige landwirtschaftliche Expansion, die zum Teil auf unausgewogene Ernährung zurückzuführen ist,⁷⁷ erhöht die Verwundbarkeit von Ökosystemen und Menschen und führt zu einem Wettbewerb um Land- und/oder Wasserressourcen (hohes Vertrauen). Zunehmende Wetter- und Klimaextreme haben Millionen von Menschen akuter Ernährungsunsicherheit⁷⁸ und geringerer Wassersicherheit ausgesetzt, wobei die größten Auswirkungen an vielen Orten und / oder Gemeinschaften in Afrika, Asien, Mittel- und Südamerika, den am wenigsten entwickelten Ländern, den kleinen Inseln und der Arktis sowie für kleine Lebensmittelproduzenten, einkommensschwache Haushalte und indigene Völker weltweit beobachtet wurden (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.1.3, WGII SPM.B.2.3, WGII Abbildung SPM.2, WGII TS B.2.3, WGII TS Abbildung TS. 6; SRCCL SPM A.2.8, SRCCL SPM A.5.3; SROCC SPM A.5.4., SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.8.1, SROCC Abbildung SPM.2}

Im städtischen Umfeld hat der Klimawandel negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Lebensgrundlagen und die Schlüsselinfrastruktur (hohes Vertrauen) verursacht. Heiße Extreme, einschließlich Hitzewellen, haben sich in Städten verschärft (hohes Vertrauen), wo sie auch Luftverschmutzungsereignisse (mittleres

77 Ausgewogene Ernährung umfasst pflanzliche Lebensmittel, wie solche, die auf grobem Getreide, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, Nüssen und Samen basieren, sowie tierische Lebensmittel, die in widerstandsfähigen, nachhaltigen und GHG-armen Emissionssystemen hergestellt werden, wie in SRCCL beschrieben. {WGII SPM Fußnote 32}

78 Akute Ernährungsunsicherheit kann jederzeit mit einer Schwere auftreten, die Leben, Lebensgrundlagen oder beides bedroht, unabhängig von den Ursachen, dem Kontext oder der Dauer, als Folge von Schocks, die Determinanten der Ernährungssicherheit und Ernährung gefährden, und wird verwendet, um den Bedarf an humanitären Maßnahmen zu bewerten. {WGII SPM, Fußnote 30}

Vertrauen) und das eingeschränkte Funktionieren wichtiger Infrastrukturen (hohes Vertrauen) verschlimmert haben. Die städtische Infrastruktur, einschließlich Verkehrs-, Wasser-, Sanitär- und Energiesysteme, wurde durch extreme und langsam einsetzende Ereignisse beeinträchtigt,⁷⁹ was zu wirtschaftlichen Verlusten, Störungen der Dienstleistungen und Auswirkungen auf das Wohlbefinden führte (hohes Vertrauen). Die beobachteten Auswirkungen konzentrieren sich auf wirtschaftlich und sozial marginalisierte Stadtbewohner, z. B. diejenigen, die in informellen Siedlungen leben (hohes Vertrauen). Städte verstärken die vom Menschen verursachte Erwärmung vor Ort (sehr hohes Selbstvertrauen), während die Urbanisierung auch die mittleren und starken Niederschläge über und/oder unter dem Wind der Städte (mittleres Selbstvertrauen) und die daraus resultierende Abflussintensität (hohes Selbstvertrauen) erhöht. {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.1.5, WGII Abbildung TS.9, WGII 6 ES}

Der Klimawandel hat sich weltweit negativ auf die körperliche und geistige Gesundheit der Menschen in den bewerteten Regionen ausgewirkt (sehr hohes Vertrauen) und trägt zu humanitären Krisen bei, in denen Klimagefahren mit hoher Anfälligkeit (hohes Vertrauen) interagieren. In allen Regionen haben Zunahmen extremer Hitzeereignisse zu menschlicher Sterblichkeit und Morbidität geführt (sehr hohes Vertrauen). Das Auftreten von klimabedingten lebensmittel- und wasserbedingten Krankheiten hat zugenommen (sehr hohes Vertrauen). Die Inzidenz von vektorübertragenen Krankheiten hat durch die Ausdehnung des Bereichs und/oder die erhöhte Reproduktion von Krankheitsvektoren zugenommen (hohes Vertrauen). Tier- und Menschenkrankheiten, einschließlich Zoonosen, entstehen in neuen Gebieten (hohes Vertrauen). In den untersuchten Regionen sind einige Herausforderungen im Bereich der psychischen Gesundheit mit steigenden Temperaturen (hohes Selbstvertrauen), Traumata aufgrund extremer Ereignisse (sehr hohes Selbstvertrauen) und dem Verlust von Existenzgrundlagen und Kultur (hohes Selbstvertrauen) verbunden (Abbildung 2.3). Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit werden durch natürliche und menschliche Systeme vermittelt, einschließlich wirtschaftlicher und sozialer Bedingungen und Störungen (hohes Vertrauen). Klima- und Wetterextreme führen zunehmend zu Vertreibungen in Afrika, Asien, Nordamerika (hohes Vertrauen) und Mittel- und Südamerika (mittleres Vertrauen) (Abbildung 2.3), wobei kleine Inselstaaten in der Karibik und im Südpazifik im Vergleich zu ihrer geringen Bevölkerungsgröße unverhältnismäßig stark betroffen sind (hohes Vertrauen). Durch Vertreibung und unfreiwillige Migration von extremen Wetter- und Klimaereignissen hat der Klimawandel Verwundbarkeit erzeugt und aufrechterhalten (mittleres Vertrauen). {WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.1.7}

Der menschliche Einfluss hat wahrscheinlich die Wahrscheinlichkeit von zusammengesetzten Extremereignissen⁸⁰ seit den 1950er Jahren erhöht. Gleichzeitige und wiederholte Klimagefahren sind in allen Regionen aufgetreten und haben die Auswirkungen und Risiken für die Gesundheit, die Ökosysteme, die Infrastruktur, die Lebensgrundlagen und die Lebensmittel erhöht (hohes Vertrauen). Zu den zusammengesetzten Extremereignissen gehören die Zunahme der Häufigkeit gleichzeitiger Hitzewellen und Dürren (hohes Vertrauen); Feuerwetter in einigen Regionen (mittleres Vertrauen); und Überschwemmungen an einigen Orten (mittleres Vertrauen). Mehrere Risiken interagieren, erzeugen neue Quellen der Anfälligkeit für Klimagefahren und erhöhen das Gesamtrisiko (hohes Vertrauen). Zusammengesetzte Klimagefahren können die Anpassungsfähigkeit überfordern und den Schaden erheblich erhöhen (hohes Vertrauen). {WGI SPM A.3.5; WGII SPM B.5.1, WGII TS.C.11.3}

Wirtschaftliche Auswirkungen, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind, wirken sich zunehmend auf die Lebensgrundlagen der Menschen aus und verursachen wirtschaftliche und gesellschaftliche Auswirkungen über nationale Grenzen hinweg (hohes Vertrauen). Wirtschaftliche Schäden durch den Klimawandel wurden in klimaexponierten Sektoren festgestellt, mit regionalen Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Energie und Tourismus sowie durch die Arbeitsproduktivität im Freien (hohes Vertrauen), mit einigen Ausnahmen positiver Auswirkungen in Regionen mit geringem Energiebedarf und komparativen Vorteilen auf den Agrarmärkten und im Tourismus (hohes Vertrauen). Die individuellen Lebensgrundlagen wurden durch Veränderungen der landwirtschaftlichen Produktivität, Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Ernährungssicherheit, die Zerstörung von Häusern und Infrastruktur sowie den Verlust von Eigentum und Einkommen beeinträchtigt, was sich nachteilig auf die Gleichstellung der Geschlechter und die soziale Gerechtigkeit auswirkt (hohes Vertrauen). Tropische Wirbelstürme haben das Wirtschaftswachstum kurzfristig verringert (hohes Vertrauen). Studien zur Ereigniszuordnung und zum physikalischen Verständnis deuten darauf hin, dass der vom Menschen verursachte Klimawandel die mit tropischen Wirbelstürmen verbundenen starken Niederschläge erhöht (hohes Vertrauen). Waldbrände in vielen Regionen haben die gebauten Vermögenswerte, die Wirtschaftstätigkeit und die Gesundheit (mittleres bis hohes Vertrauen) beeinträchtigt. In Städten und Siedlungen führen die Klimaauswirkungen auf wichtige Infrastrukturen zu Verlusten und Schäden in allen Wasser- und Lebensmittelsystemen und wirken sich auf die Wirtschaftstätigkeit aus, wobei die Auswirkungen über das Gebiet hinausgehen, das direkt von der Klimagefahr betroffen ist (hohes Vertrauen). {WGI SPM A.3.4; WGII SPM B.1.6, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3}

Der Klimawandel hat weitreichende negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden für Natur und Menschen verursacht (hohes Vertrauen). Verluste und Schäden sind ungleich verteilt auf Systeme, Regionen und Sektoren (hohes Vertrauen). Kulturelle Verluste im Zusammenhang mit materiellem und immateriellem Erbe bedrohen die Anpassungsfähigkeit und können zu unwiderruflichen Verlusten des Zugehörigkeitsgefühls, geschätzten kulturellen

⁷⁹ Langsam einsetzende Ereignisse werden unter den Klimaauswirkungsfaktoren des AR6 WGI beschrieben und beziehen sich auf die Risiken und Auswirkungen, die z. B. mit steigenden Temperaturmitteln, Wüstenbildung, abnehmenden Niederschlägen, Verlust der biologischen Vielfalt, Land- und Walddegradation, Gletscherrückzug und damit verbundenen Auswirkungen, Ozeanversauerung, Meeresspiegelanstieg und Versalzung verbunden sind. {WGII SPM Fußnote 29}

⁸⁰ Siehe Anhang 1: Glossar.

Praktiken, Identität und Heimat führen, insbesondere für indigene Völker und diejenigen, die für ihren Lebensunterhalt direkter auf die Umwelt angewiesen sind (mittleres Vertrauen). Beispielsweise schaden Veränderungen der Schneedecke, des Eises von Seen und Flüssen und des Permafrosts in vielen arktischen Regionen den Lebensgrundlagen und der kulturellen Identität der Bewohner der Arktis, einschließlich der indigenen Bevölkerung (hohes Vertrauen). Die Infrastruktur, einschließlich Transport-, Wasser-, Sanitär- und Energiesysteme, wurde durch extreme und langsam einsetzende Ereignisse beeinträchtigt, was zu wirtschaftlichen Verlusten, Störungen der Dienstleistungen und Auswirkungen auf das Wohlbefinden führte (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.1.2, WGII SPM.B.1.5, WGII SPM C.3.5, WGII TS.B.1.6; SROCC SPM A.7.1}

Branchen- und regionenübergreifend sind die schutzbedürftigsten Menschen und Systeme unverhältnismäßig stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen (hohes Vertrauen). LDC und SIDS mit deutlich niedrigeren Pro-Kopf-Emissionen (1,7 t CO₂-Äq bzw. 4,6 t CO₂-Äq) als der globale Durchschnitt (6,9 t CO₂-Äq) ohne CO₂-LULUCF weisen ebenfalls eine hohe Anfälligkeit für Klimagefahren auf, wobei in West-, Zentral- und Ostafrika, Süd- und Südamerika, SIDS und der Arktis globale Hotspots mit hoher Anfälligkeit für Menschen beobachtet werden (hohes Vertrauen). Regionen und Menschen mit erheblichen Entwicklungspässen sind sehr anfällig für klimatische Gefahren (hohes Vertrauen). An Orten mit Armut, Governance-Herausforderungen und begrenztem Zugang zu grundlegenden Dienstleistungen und Ressourcen, gewaltsamen Konflikten und einem hohen Maß an klimasensiblen Existenzgrundlagen (z. B. Kleinbauern, Viehzüchter, Fischereigemeinschaften) ist die Verwundbarkeit höher (hohes Vertrauen). Verwundbarkeit auf verschiedenen räumlichen Ebenen wird durch Ungleichheit und Marginalisierung im Zusammenhang mit Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, niedrigem Einkommen oder Kombinationen davon (hohes Vertrauen) verschärft, insbesondere für viele indigene Völker und lokale Gemeinschaften (hohes Vertrauen). Etwa 3,3 bis 3,6 Milliarden Menschen leben in Kontexten, die sehr anfällig für den Klimawandel sind (hohes Vertrauen). Zwischen 2010 und 2020 war die Sterblichkeit von Menschen durch Überschwemmungen, Dürren und Stürme in stark gefährdeten Regionen 15-mal höher als in Regionen mit sehr geringer Anfälligkeit (hohes Vertrauen). In der Arktis und in einigen Hochgebirgsregionen sind negative Auswirkungen der Kryosphärenveränderung besonders bei den indigenen Völkern zu spüren (hohes Vertrauen). Mensch und Ökosystem sind voneinander abhängig (hohes Vertrauen). Die Anfälligkeit von Ökosystemen und Menschen für den Klimawandel unterscheidet sich zwischen den Regionen und innerhalb der Regionen erheblich (sehr hohes Vertrauen), was auf Muster der sich überschneidenden sozioökonomischen Entwicklung, nicht nachhaltige Meeres- und Landnutzung, Ungleichheit, Marginalisierung, historische und anhaltende Ungleichheitsmuster wie Kolonialismus und Governance⁸¹ (hohes Vertrauen) zurückzuführen ist. {WGII SPM B.1, WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4; AGIII SPM B.3.1; SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.7.2}

2.2 Bisherige Antworten

Internationale Klimaabkommen, steigende nationale Ambitionen für Klimaschutzmaßnahmen sowie ein zunehmendes öffentliches Bewusstsein beschleunigen die Bemühungen zur Bekämpfung des Klimawandels auf mehreren Regierungsebenen. Die Klimaschutzmaßnahmen haben zu einem Rückgang der globalen Energie- und CO₂-Intensität beigetragen, wobei mehrere Länder seit über einem Jahrzehnt THG-Emissionsreduktionen erzielen. Emissionsarme Technologien werden immer erschwinglicher, mit vielen emissionsarmen oder emissionsfreien Optionen für Energie, Gebäude, Verkehr und Industrie. Die Fortschritte bei der Anpassungsplanung und -umsetzung haben zahlreiche Vorteile mit sich gebracht, wobei wirksame Anpassungsoptionen das Potenzial haben, Klimarisiken zu verringern und zur nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Die globale nachverfolgte Finanzierung für Eindämmung und Anpassung hat seit AR5 einen Aufwärtstrend verzeichnet, bleibt aber hinter dem Bedarf zurück. (hohes Vertrauen)

2.2.1. Globale Politikgestaltung

Das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC), das Kyoto-Protokoll und das Übereinkommen von Paris unterstützen steigende nationale Ambitionen und fördern die Entwicklung und Umsetzung klimapolitischer Maßnahmen auf mehreren Regierungsebenen (hohes Vertrauen). Das Kyoto-Protokoll führte in einigen Ländern zu einer Verringerung der Emissionen und trug maßgeblich zum Aufbau nationaler und internationaler Kapazitäten für die Berichterstattung über Treibhausgase, die Rechnungslegung und die Emissionsmärkte bei (hohes Vertrauen). Das Übereinkommen von Paris, das im Rahmen des UNFCCC mit nahezu universeller Beteiligung angenommen wurde, hat zur Entwicklung politischer Maßnahmen und zur Festlegung von Zielvorgaben auf nationaler und subnationaler Ebene geführt, insbesondere in Bezug auf den Klimaschutz, aber auch im Hinblick auf die Anpassung, sowie zu mehr Transparenz bei Klimaschutzmaßnahmen und -unterstützung (mittleres Vertrauen). National festgelegte Beiträge (Nationally Determined Contributions, NDCs), die im Rahmen des Übereinkommens von Paris erforderlich sind, haben die Länder aufgefordert, ihre Prioritäten und Ambitionen in Bezug auf den Klimaschutz zu formulieren. {WGII 17.4, WGII TS D.1.1; WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM E.6}

⁸¹ Governance: Die Strukturen, Prozesse und Maßnahmen, mit denen private und öffentliche Akteure interagieren, um gesellschaftliche Ziele zu erreichen. Dazu gehören formelle und informelle Institutionen und die damit verbundenen Normen, Regeln, Gesetze und Verfahren für die Entscheidung, Verwaltung, Umsetzung und Überwachung von Strategien und Maßnahmen auf jeder geografischen oder politischen Skala, von global bis lokal. {WGII SPM Fußnote 31}

Loss & Damage⁸² wurde 2013 durch die Einrichtung des Warschauer Internationalen Mechanismus für Verluste und Schäden (WIM) offiziell anerkannt, und im Jahr 2015 bildete Artikel 8 des Übereinkommens von Paris eine Rechtsgrundlage für die WIM. Es gibt ein besseres Verständnis sowohl wirtschaftlicher als auch nichtwirtschaftlicher Verluste und Schäden, das die internationale Klimapolitik prägt und deutlich gemacht hat, dass Verluste und Schäden durch die derzeitigen finanziellen, ordnungspolitischen und institutionellen Regelungen nicht umfassend angegangen werden, insbesondere in gefährdeten Entwicklungsländern (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.3.5, WGII Cross-Chapter Box LOSS}

Zu den jüngsten globalen Übereinkommen, die die Reaktion auf den Klimawandel beeinflussen, gehören unter anderem der Sendai-Rahmen für Katastrophenvorsorge (2015-2030), die finanzorientierte Aktionsagenda von Addis Abeba (2015) und die Neue Städteagenda (2016) sowie die Kigali-Änderung des Montrealer Protokolls über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (2016). Darüber hinaus enthält die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, die 2015 von den VN-Mitgliedstaaten angenommen wurde, 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) und zielt darauf ab, die Bemühungen weltweit aufeinander abzustimmen, um der Beendigung extremer Armut Vorrang einzuräumen, den Planeten zu schützen und friedlichere, wohlhabendere und inklusivere Gesellschaften zu fördern. Wenn diese Abkommen erreicht würden, würden sie unter anderem den Klimawandel und die Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden, Migration und Konflikte verringern (sehr hohes Vertrauen). {WGII TS.A.1, WGII 7 ES}

Seit AR5 haben ein zunehmendes öffentliches Bewusstsein und eine zunehmende Vielfalt von Akteuren insgesamt dazu beigetragen, das politische Engagement und die globalen Bemühungen zur Bekämpfung des Klimawandels zu beschleunigen (mittleres Vertrauen). Massensoziale Bewegungen haben sich in einigen Regionen als Katalysatoren herausgebildet und bauen oft auf früheren Bewegungen auf, darunter von indigenen Völkern geführte Bewegungen, Jugendbewegungen, Menschenrechtsbewegungen, Geschlechteraktivismus und Klimastreitigkeiten, die das Bewusstsein schärfen und in einigen Fällen das Ergebnis und die Ambitionen der Klimagovernance beeinflusst haben (mittleres Vertrauen). Die Einbeziehung indigener Völker und lokaler Gemeinschaften unter Anwendung gerechter Übergangs- und rechtesbasierter Entscheidungsfindungskonzepte, die durch kollektive und partizipative Entscheidungsprozesse umgesetzt werden, hat größere Ambitionen und beschleunigtes Handeln auf unterschiedliche Weise und in allen Größenordnungen ermöglicht, je nach den nationalen Gegebenheiten (mittleres Vertrauen). Die Medien gestalten den öffentlichen Diskurs über den Klimawandel mit. Auf diese Weise kann die öffentliche Unterstützung zur Beschleunigung des Klimaschutzes (mittlere Evidenz, hohe Übereinstimmung) sinnvoll aufgebaut werden. In einigen Fällen haben öffentliche Diskurse von Medien und organisierten Gegenbewegungen den Klimaschutz behindert, Hilflosigkeit und Desinformation verschärft und die Polarisierung angeheizt, was sich negativ auf den Klimaschutz auswirkt (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM D.2, WGII TS.D.9, WGII TS.D.9.7, WGII TS.E.2.1, WGII 18.4; WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM E.3.3, WGIII TS.6.1, WGIII 6.7, WGIII 13 ES, WGIII Box.13.7}

2.2.2. Bisherige Minderungsmaßnahmen

Seit AR5 (hohes Vertrauen) gibt es eine konsequente Ausweitung von Richtlinien und Gesetzen zur Eindämmung des Klimawandels. Die Klimagovernance unterstützt die Eindämmung des Klimawandels, indem sie Rahmenbedingungen für die Interaktion verschiedener Akteure schafft und eine Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung politischer Maßnahmen schafft (mittleres Vertrauen). Viele regulatorische und wirtschaftliche Instrumente wurden bereits erfolgreich eingesetzt (hohes Vertrauen). Bis 2020 gab es in 56 Ländern Gesetze, die sich in erster Linie auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen konzentrierten und 53 % der weltweiten Emissionen abdeckten (mittleres Vertrauen). Die Anwendung verschiedener politischer Instrumente zur Eindämmung des Klimawandels auf nationaler und subnationaler Ebene hat in einer Reihe von Sektoren kontinuierlich zugenommen (hohes Vertrauen). Die Abdeckung der Politik ist in den einzelnen Sektoren uneinheitlich und für Emissionen aus der Landwirtschaft sowie aus industriellen Rohstoffen und Rohstoffen nach wie vor begrenzt (hohes Vertrauen). {WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4}

Praktische Erfahrungen haben die Gestaltung wirtschaftlicher Instrumente geprägt und dazu beigetragen, die Vorhersehbarkeit, die Umweltwirksamkeit, die wirtschaftliche Effizienz, die Ausrichtung an den Verteilungszielen und die soziale Akzeptanz (hohes Vertrauen) zu verbessern. Die emissionsarme technologische Innovation wird durch die Kombination von Technologie-Push-Maßnahmen und Maßnahmen, die Anreize für Verhaltensänderungen und Marktchancen (hohes Vertrauen) schaffen, gestärkt (Abschnitt 4.8.3). Es wurde festgestellt, dass umfassende und kohärente Maßnahmenpakete wirksamer sind als einzelne Maßnahmen (hohes Vertrauen). Die Kombination von Klimaschutzmaßnahmen mit Maßnahmen zur Verlagerung von Entwicklungspfaden, Maßnahmen, die zu Veränderungen des Lebensstils oder des Verhaltens führen, z. B. Maßnahmen zur Förderung begehrter städtischer Gebiete in Kombination mit Elektrifizierung und erneuerbaren Energien, kann gesundheitliche Nebeneffekte durch sauberere Luft und verstärkte aktive Mobilität (hohes Vertrauen) schaffen. Die Klimagovernance ermöglicht die Eindämmung des Klimawandels, indem sie auf der Grundlage der nationalen Gegebenheiten und im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit eine allgemeine Richtung vorgibt, Ziele festlegt und Klimaschutzmaßnahmen auf allen Politikbereichen und Ebenen durchgängig berücksichtigt. Eine wirksame Governance erhöht die Rechtssicherheit, schafft spezialisierte Organisationen und schafft den Rahmen für die Mobilisierung von Finanzmitteln (mittleres Vertrauen). Diese Funktionen können durch klimarelevante Gesetze, die an Zahl zunehmen, oder Klimastrategien, die unter anderem auf dem

82 Siehe Anhang I: Glossar.

nationalen und subnationalen Kontext basieren (mittleres Vertrauen), gefördert werden. Eine wirksame und gerechte Klimagovernance beruht auf der Zusammenarbeit mit Akteuren der Zivilgesellschaft, politischen Akteuren, Unternehmen, Jugendlichen, Arbeitskräften, Medien, indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E.4.4}

Die Stückkosten mehrerer emissionsarmer Technologien, darunter Solar-, Wind- und Lithium-Ionen-Batterien, sind seit 2010 kontinuierlich gesunken (Abbildung 2.4). Design- und Prozessinnovationen in Kombination mit dem Einsatz digitaler Technologien haben dazu geführt, dass viele emissionsarme oder emissionsfreie Optionen in Gebäuden, im Verkehr und in der Industrie nahezu kommerziell verfügbar sind. Von 2010 bis 2019 sind die Stückkosten der Solarenergie (um 85 %), der Windenergie (um 55 %) und der Lithium-Ionen-Batterien (um 85 %) nachhaltig gesunken, und ihr Einsatz ist stark gestiegen, z. B. bei Solarenergie >10 × und bei Elektrofahrzeugen >100 ×, wenn auch regional sehr unterschiedlich (Abbildung 2.4). Strom aus PV und Wind ist heute in vielen Regionen billiger als Strom aus fossilen Quellen, Elektrofahrzeuge sind zunehmend wettbewerbsfähiger gegenüber Verbrennungsmotoren und großflächige Batteriespeicher in Stromnetzen sind zunehmend rentabel. Im Vergleich zu modularen kleinteiligen Technologien zeigt die empirische Aufzeichnung, dass mehrere großmaßstäbliche Minderungstechnologien mit geringeren Lernmöglichkeiten minimale Kostensenkungen verzeichnet haben und ihre Akzeptanz langsam zugenommen hat. Die Aufrechterhaltung emissionsintensiver Systeme kann in einigen Regionen und Sektoren teurer sein als der Übergang zu emissionsarmen Systemen. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8, WGIII Abbildung SPM.3, WGIII Abbildung SPM.3}

Für fast alle Grundstoffe – Primärmetalle, Baustoffe und Chemikalien – befinden sich viele Produktionsverfahren mit geringer bis gar keiner THG-Intensität im Pilotstadium bis zur nahezu kommerziellen und in einigen Fällen kommerziellen Phase, sind aber noch keine etablierte industrielle Praxis. Die integrierte Planung beim Bau und der Nachrüstung von Gebäuden hat zu zunehmenden Beispielen für Nullenergie- oder Null-Kohlenstoff-Gebäude geführt. Technologische Innovationen ermöglichten die weit verbreitete Einführung von LED-Beleuchtung. Digitale Technologien wie Sensoren, das Internet der Dinge, Robotik und künstliche Intelligenz können das Energiemanagement in allen Sektoren verbessern; Sie können die Energieeffizienz steigern und die Einführung vieler emissionsarmer Technologien, einschließlich dezentraler erneuerbarer Energien, fördern und gleichzeitig wirtschaftliche Chancen schaffen. Einige dieser Zuwächse bei der Eindämmung des Klimawandels können jedoch durch das Wachstum der Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen aufgrund der Nutzung digitaler Geräte verringert oder ausgeglichen werden. Mehrere Minderungsoptionen, insbesondere Solarenergie, Windenergie, Elektrifizierung städtischer Systeme, städtische grüne Infrastruktur, Energieeffizienz, Nachfragesteuerung, verbesserte Wald- und Pflanzen-/Graslandbewirtschaftung sowie Verringerung von Lebensmittelverschwendung und -verlusten, sind technisch tragfähig, werden immer kostengünstiger und werden von der Öffentlichkeit im Allgemeinen unterstützt, was einen erweiterten Einsatz in vielen Regionen ermöglicht. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.6.5}

Das Ausmaß der globalen Klimafinanzierungsströme hat zugenommen, und die Finanzierungskanäle haben sich ausgeweitet (hohes Vertrauen). Die jährlichen verfolgten Gesamtfinanzströme für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel stiegen zwischen 2013/14 und 2019/20 um bis zu 60 %, aber das durchschnittliche Wachstum hat sich seit 2018 verlangsamt (mittleres Vertrauen), und die meisten Klimaschutzfinanzierungen bleiben innerhalb der nationalen Grenzen (hohes Vertrauen). Die Märkte für grüne Anleihen, Umwelt-, Sozial- und Governance- und nachhaltige Finanzprodukte haben sich seit AR5 (hohes Vertrauen) deutlich ausgeweitet. Investoren, Zentralbanken und Finanzaufsichtsbehörden schärfen das Bewusstsein für Klimarisiken, um die Entwicklung und Umsetzung der Klimapolitik zu unterstützen (hohes Vertrauen). Die beschleunigte internationale finanzielle Zusammenarbeit ist ein entscheidender Faktor für einen Übergang mit geringer Wachstumsrate und einem gerechten Übergang (hohes Vertrauen). {WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5, WGIII TS.6.3, WGIII TS.6.4}

Wirtschaftliche Instrumente haben die Emissionen wirksam reduziert, ergänzt durch Regulierungsinstrumente vor allem auf nationaler, aber auch auf subnationaler und regionaler Ebene (hohes Vertrauen). Bis 2020 wurden mehr als 20 % der weltweiten Treibhausgasemissionen durch CO₂-Steuern oder Emissionshandelssysteme gedeckt, obwohl die Abdeckung und die Preise nicht ausreichten, um tiefgreifende Verringerungen zu erreichen (mittleres Vertrauen). Eigenkapital- und Verteilungseffekte von CO₂-Bepreisungsinstrumenten können unter anderem durch die Verwendung von Einnahmen aus CO₂-Steuern oder dem Emissionshandel zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte angegangen werden (hohes Vertrauen). Die Kombination politischer Instrumente, die die Kosten senkten und die Einführung von Solarenergie, Windenergie und Lithium-Ionen-Batterien stimulierten, umfasst öffentliche Forschung und Entwicklung, die Finanzierung von Demonstrations- und Pilotprojekten sowie Nachfragesteuerungsinstrumente wie Bereitstellungssubventionen, um Größenordnungen zu erreichen (hohes Vertrauen) (Abbildung 2.4). {WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.4.2, WG III TS.3}

Klimaschutzmaßnahmen, die durch politische Maßnahmen unterstützt werden, haben zwischen 2010 und 2019 zu einem Rückgang der globalen Energie- und CO₂-Intensität beigetragen, wobei eine wachsende Zahl von Ländern seit mehr als einem Jahrzehnt absolute THG-Emissionsreduktionen erreicht hat (hohes Vertrauen). Während die globalen Netto-Treibhausgasemissionen seit 2010 gestiegen sind, ging die globale Energieintensität (Gesamtprimärenergie pro BIP-Einheit) zwischen 2010 und 2019 um 2 % im Jahr 1 zurück. Die globale CO₂-Intensität (CO₂-FFI pro Primärenergieeinheit) ging ebenfalls um 0,3 % im Jahr 1 zurück, was hauptsächlich auf die Umstellung von Brennstoffen von Kohle auf Gas, den geringeren Ausbau der Kohlekapazität und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien

zurückzuführen war und im selben Zeitraum große regionale Unterschiede aufwies. In vielen Ländern haben politische Maßnahmen die Energieeffizienz verbessert, die Entwaldungsraten gesenkt und den Technologieeinsatz beschleunigt, was zu vermiedenen und in einigen Fällen reduzierten oder beseitigten Emissionen geführt hat (hohes Vertrauen). Mindestens 18 Länder haben seit 2005 durch Dekarbonisierung der Energieversorgung, Energieeffizienzgewinne und Senkung des Energiebedarfs, die sich sowohl aus politischen Maßnahmen als auch aus Veränderungen der Wirtschaftsstruktur ergaben (hohes Vertrauen), die produktionsbasierte Reduzierung von CO₂- und THG-Emissionen und die verbrauchs-basierte Senkung der absoluten CO₂-Emissionen seit mehr als 10 Jahren fortgesetzt. Einige Länder haben die produktionsbedingten THG-Emissionen seit ihrem Höchststand um ein Drittel oder mehr gesenkt, und einige Länder haben mehrere Jahre hintereinander Reduktionsraten von rund 4 % im Jahr 1 erreicht (hohes Vertrauen). Mehrere Evidenzlinien deuten darauf hin, dass Klimaschutzmaßnahmen dazu geführt haben, dass globale Emissionen von mehreren GtCO₂-Äq. yr⁻¹ (mittleres Vertrauen) vermieden wurden.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist zunehmend preiswettbewerbsfähig und einige Sektoren elektrifizieren

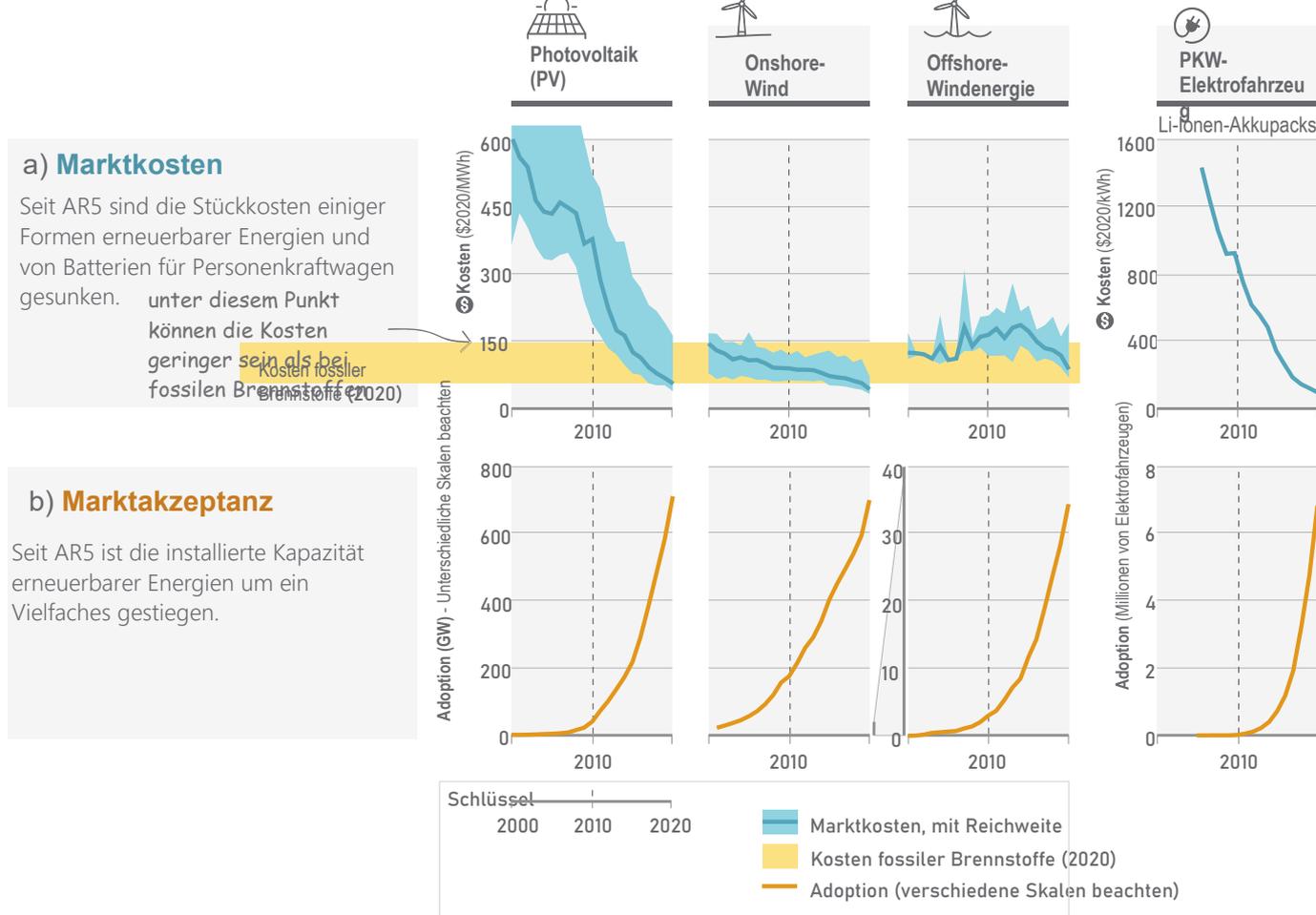


Abbildung 2.4: Senkung der Stückkosten und Einsatz in einigen sich schnell verändernden Minderungstechnologien.

Das obere Feld (a) zeigt die globalen Kosten pro Energieeinheit (USD pro MWh) für einige sich schnell verändernde Minderungstechnologien. Einfarbige blaue Linien zeigen die durchschnittlichen Stückkosten in jedem Jahr an. Hellblau schattierte Bereiche zeigen den Bereich zwischen dem 5. und 95. Perzentil in jedem Jahr. Die gelbe Schattierung gibt die Bandbreite der Stückkosten für neue fossile Brennstoffe (Kohle und Gas) im Jahr 2020 an (entspricht 55 bis 148 USD pro MWh). Im Jahr 2020 könnten die gestaffelten Energiekosten (LCOE) der drei Technologien für erneuerbare Energien vielerorts mit fossilen Brennstoffen konkurrieren. Bei Batterien betragen die angegebenen Kosten 1 kWh Batteriespeicherkapazität; Für die anderen sind die Kosten LCOE, einschließlich Installations-, Kapital-, Betriebs- und Wartungskosten pro MWh erzeugten Stroms. Die Literatur verwendet LCOE, weil sie konsistente Vergleiche von Kostentrends über eine Vielzahl von Energietechnologien hinweg ermöglicht. Die Kosten für die Netzintegration oder die Klimaauswirkungen sind jedoch nicht enthalten. Darüber hinaus berücksichtigt LCOE keine anderen ökologischen und sozialen externen Effekte, die die (monetären und nichtmonetären) Gesamtkosten von Technologien und deren Einsatz verändern können. Das untere Feld (b) zeigt die kumulative globale Akzeptanz für jede Technologie, in GW der installierten Kapazität für erneuerbare Energien und in Millionen von Fahrzeugen für batterieelektrische Fahrzeuge. Eine vertikale gestrichelte Linie wird 2010 platziert, um die Veränderung in den letzten zehn Jahren anzuzeigen. Der Anteil der Stromerzeugung spiegelt verschiedene Kapazitätsfaktoren wider; So erzeugt Wind bei gleicher installierter Leistung etwa doppelt so viel Strom wie Photovoltaik. Erneuerbare Energien und Batterietechnologien wurden als anschauliche Beispiele ausgewählt, weil sie in letzter Zeit schnelle Veränderungen bei Kosten und Akzeptanz gezeigt haben und weil konsistente Daten verfügbar sind. Andere im WGIII-Bericht bewertete Minderungsoptionen werden nicht berücksichtigt, da sie diese Kriterien nicht erfüllen. {WGIII Abbildung SPM.3, WGIII 2.5, 6.4}

Mindestens 1,8 GtCO₂-Äq.-Jahr⁻¹ der vermiedenen Emissionen können durch die Aggregation separater Schätzungen für die Auswirkungen wirtschaftlicher und regulatorischer Instrumente (mittleres Vertrauen) berücksichtigt werden. Die wachsende Zahl von Gesetzen und Durchführungsverordnungen hat sich auf die globalen Emissionen ausgewirkt und wird geschätzt, dass sie 2016 zu 5,9 Gt CO₂-Äq. im Jahr 1 der vermiedenen Emissionen geführt haben (mittleres Vertrauen). Diese Reduktionen haben das globale Emissionswachstum (hohes Vertrauen) nur teilweise kompensiert. {WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.2.4, WGIII SPM B.3.5, WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM B.5.3, WGIII 1.3.2, WGIII 2.2.3}

2.2.3. Anpassungsmaßnahmen bis heute

Fortschritte bei der Anpassungsplanung und -umsetzung wurden in allen Sektoren und Regionen beobachtet, was zu zahlreichen Vorteilen führte (sehr hohes Vertrauen). Der Ehrgeiz, der Umfang und die Fortschritte bei der Anpassung sind bei den Regierungen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene sowie bei Unternehmen, Gemeinschaften und der Zivilgesellschaft gestiegen (hohes Vertrauen). Es stehen verschiedene Instrumente, Maßnahmen und Prozesse zur Verfügung, die die Umsetzung der Anpassung ermöglichen, beschleunigen und aufrechterhalten können (hohes Vertrauen). Das wachsende öffentliche und politische Bewusstsein für Klimaauswirkungen und -risiken hat dazu geführt, dass mindestens 170 Länder und viele Städte die Anpassung in ihre Klimapolitik und Planungsprozesse einbezogen haben (hohes Vertrauen). Entscheidungshilfsmittel und Klimadienste werden zunehmend eingesetzt (sehr hohes Vertrauen), und Pilotprojekte und lokale Experimente werden in verschiedenen Sektoren durchgeführt (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1, WGII SPM.C.1.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.10}

Die Anpassung an wasserbedingte Risiken und Auswirkungen macht den Großteil (~60 %) aller dokumentierten⁸³ Anpassungen aus (hohes Vertrauen). Eine große Anzahl dieser Anpassungsreaktionen findet im Agrarsektor statt, darunter die Wasserbewirtschaftung in landwirtschaftlichen Betrieben, die Wasserspeicherung, die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und die Bewässerung. Andere Anpassungen in der Landwirtschaft umfassen unter anderem Sortenverbesserungen, Agroforstwirtschaft, gemeinschaftsbasierte Anpassung und Diversifizierung von landwirtschaftlichen Betrieben und Landschaften (hohes Vertrauen). Bei Überschwemmungen im Binnenland können Kombinationen nicht-struktureller Maßnahmen wie Frühwarnsysteme, die Verbesserung der natürlichen Wasserrückhaltung, z. B. durch die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und Flüssen, und die Flächennutzungsplanung, z. B. keine Bauzonen oder vorgelagerte Waldbewirtschaftung, das Hochwasserrisiko verringern (mittleres Vertrauen). Einige landbezogene Anpassungsmaßnahmen wie die nachhaltige Lebensmittelerzeugung, eine verbesserte und nachhaltige Waldbewirtschaftung, die Bewirtschaftung des organischen Kohlenstoffs im Boden, die Erhaltung von Ökosystemen und die Wiederherstellung von Flächen, die Verringerung von Entwaldung und Verschlechterung sowie die Verringerung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung werden durchgeführt und können sich positiv auf die Abschwächung auswirken (hohes Vertrauen). Anpassungsmaßnahmen, die die Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen gegenüber dem Klimawandel erhöhen, umfassen Reaktionen wie die Minimierung zusätzlicher Belastungen oder Störungen, die Verringerung der Fragmentierung, die Erhöhung der natürlichen Lebensraumausdehnung, der Konnektivität und der Heterogenität sowie den Schutz kleinräumiger Refugien, in denen die mikroklimatischen Bedingungen es den Arten ermöglichen können, zu bestehen (hohes Vertrauen). Die meisten Innovationen in der städtischen Anpassung sind auf Fortschritte im Katastrophenrisikomanagement, in den sozialen Sicherheitsnetzen und in der grünen/blauen Infrastruktur (mittleres Vertrauen) zurückzuführen. Viele Anpassungsmaßnahmen zugunsten von Gesundheit und Wohlbefinden finden sich in anderen Sektoren (z. B. Lebensmittel, Existenzgrundlagen, Sozialschutz, Wasser- und Sanitärversorgung, Infrastruktur) (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII TS.D.1.2, WGII TS.D.1.4, WGII TS.D.4.2, WGII TS.D.8.3, WGII 4 ES; SRCCL SPM B.1.1}

Die Anpassung kann mehrere zusätzliche Vorteile mit sich bringen, wie die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität, Innovation, Gesundheit und Wohlbefinden, Ernährungssicherheit, Existenzsicherung und Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die Verringerung von Risiken und Schäden (sehr hohes Vertrauen). {WGII SPM C1.1}

Die global nachverfolgte Anpassungsfinanzierung hat seit AR5 einen Aufwärtstrend gezeigt, macht aber nur einen kleinen Teil der gesamten Klimafinanzierung aus, ist uneinheitlich und hat sich über Regionen und Sektoren hinweg heterogen entwickelt (hohes Vertrauen). Die Anpassungsfinanzierung stammt überwiegend aus öffentlichen Quellen, vor allem durch Zuschüsse, konzessionäre und nichtkonzessionäre Instrumente (sehr hohes Vertrauen). Weltweit ist die Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen durch den privaten Sektor aus einer Vielzahl von Quellen wie kommerziellen Finanzinstituten, institutionellen Investoren, sonstigem Private Equity, nichtfinanziellen Kapitalgesellschaften sowie Gemeinschaften und privaten Haushalten, insbesondere in Entwicklungsländern, begrenzt (hohes Vertrauen). Öffentliche Mechanismen und Finanzmittel können die Finanzierung des Privatsektors für die Anpassung mobilisieren, indem reale und wahrgenommene Regulierungs-, Kosten- und Markthindernisse angegangen werden, beispielsweise durch öffentlich-private Partnerschaften (hohes Vertrauen). Innovationen im Bereich der Anpassungs- und Resilienzfinanzierung, wie prognostizierte/vorausschauende Finanzierungssysteme und regionale Risikoversicherungspools, wurden erprobt und nehmen zu (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGII TS.D.1.6, WGII Cross-Chapter Box FINANCE; AGIII SPM E.5.4}

⁸³ Dokumentierte Anpassung bezieht sich auf veröffentlichte Literatur zu Anpassungsstrategien, -maßnahmen und -maßnahmen, die in der Peer-Review-Literatur umgesetzt und dokumentiert wurde, im Gegensatz zu Anpassungen, die geplant, aber nicht umgesetzt wurden.

Es gibt Anpassungsoptionen, die die Klimarisiken⁸⁴ für bestimmte Kontexte, Sektoren und Regionen wirksam⁸⁵ verringern und einen positiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung und zu anderen gesellschaftlichen Zielen leisten. Im Agrarsektor bieten Sortenverbesserungen, Wasserbewirtschaftung und -speicherung in landwirtschaftlichen Betrieben,⁸⁶ Erhaltung der Bodenfeuchte, Bewässerung, Agroforstwirtschaft, gemeinschaftsbasierte Anpassung sowie Diversifizierung auf Betriebs- und Landschaftsebene und nachhaltige Landbewirtschaftungskonzepte vielfältige Vorteile und verringern Klimarisiken. Die Verringerung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung sowie Anpassungsmaßnahmen zur Unterstützung einer ausgewogenen Ernährung tragen zu den Vorteilen für Ernährung, Gesundheit und biologische Vielfalt bei. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2; SRCCL B.2, SRCCL SPM C.2.1}

Ökosystembasierte Anpassungsansätze⁸⁷ wie die Begrünung von Städten, die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und vorgelagerten Waldökosystemen verringern eine Reihe von Risiken des Klimawandels, einschließlich Hochwasserrisiken, städtischer Wärme und bieten zahlreiche positive Nebeneffekte. Einige landbasierte Anpassungsoptionen bieten unmittelbare Vorteile (z. B. Erhaltung von Torfmooren, Feuchtgebieten, Weideland, Mangroven und Wäldern); Aufforstung und Wiederaufforstung, die Wiederherstellung kohlenstoffreicher Ökosysteme, die Agroforstwirtschaft und die Aufforstung degradierter Böden benötigen mehr Zeit, um messbare Ergebnisse zu erzielen. Zwischen Anpassung und Eindämmung bestehen erhebliche Synergien, beispielsweise durch nachhaltige Landbewirtschaftungsansätze. Agroökologische Prinzipien und Praktiken und andere Ansätze, die mit natürlichen Prozessen arbeiten, unterstützen Ernährungssicherheit, Ernährung, Gesundheit und Wohlbefinden, Lebensgrundlagen und Biodiversität, Nachhaltigkeit und Ökosystemleistungen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5, WGII TS.D.4.1; SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM.B.6.1; SROCC SPM C.2}

Kombinationen von nicht-strukturellen Maßnahmen wie Frühwarnsystemen und strukturellen Maßnahmen wie Deichen haben den Verlust von Menschenleben bei Überschwemmungen im Binnenland reduziert (mittleres Vertrauen) und Frühwarnsysteme sowie Hochwasserschutz von Gebäuden haben sich im Zusammenhang mit Küstenüberschwemmungen unter dem derzeitigen Meeresspiegelanstieg als kostengünstig erwiesen (hohes Vertrauen). Heat Health Action Plans, die Frühwarn- und Reaktionssysteme enthalten, sind effektive Anpassungsoptionen für extreme Hitze (hohes Vertrauen). Effektive Anpassungsoptionen für Wasser, Lebensmittel und vektorübertragene Krankheiten umfassen die Verbesserung des Zugangs zu Trinkwasser, die Verringerung der Exposition von Wasser und Sanitärsystemen gegenüber extremen Wetterereignissen sowie verbesserte Frühwarnsysteme, Überwachung und Impfstoffentwicklung (sehr hohes Vertrauen). Anpassungsoptionen wie Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste und soziale Sicherheitsnetze haben eine breite Anwendbarkeit in mehreren Sektoren (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.2.13; SROCC SPM C.3.2}

Integrierte, sektorübergreifende Lösungen, die soziale Ungleichheiten angehen, Reaktionen auf der Grundlage des Klimarisikos unterscheiden und systemübergreifend sind, die Durchführbarkeit und Wirksamkeit der Anpassung in mehreren Sektoren erhöhen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2}

84 Siehe Anhang I: Glossar.

85 Wirksamkeit bezieht sich hier auf das Ausmaß, in dem eine Anpassungsoption zur Verringerung klimabedingter Risiken erwartet oder beobachtet wird.

86 Die Bewässerung ist in vielen Regionen wirksam bei der Verringerung des Dürrerisikos und der Klimaauswirkungen und hat mehrere Vorteile für den Lebensunterhalt, benötigt jedoch ein angemessenes Management, um potenzielle nachteilige Ergebnisse zu vermeiden, zu denen eine beschleunigte Erschöpfung des Grundwassers und anderer Wasserquellen und eine erhöhte Bodenversalzung (mittleres Vertrauen) gehören können.

87 EbA ist international im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD14/5) anerkannt. Ein verwandtes Konzept ist Nature-based Solutions (NbS), siehe Anhang I: Glossar.

2.3 Aktuelle Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen und -strategien reichen nicht aus

Zum Zeitpunkt der vorliegenden Bewertung⁸⁸ bestehen Lücken zwischen den globalen Ambitionen und der Summe der erklärten nationalen Ambitionen. Hinzu kommen Lücken zwischen den erklärten nationalen Ambitionen und der derzeitigen Umsetzung für alle Aspekte des Klimaschutzes. Zur Eindämmung würden die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030, die durch die bis Oktober 2021 angekündigten national festgelegten Beiträge impliziert werden, die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert 1,5 °C überschreiten wird, und es schwieriger machen, die Erwärmung auf unter 2 °C zu begrenzen.⁸⁹ Trotz Fortschritten⁹⁰ bestehen nach wie vor Anpassungslücken, wobei viele Initiativen der kurzfristigen Risikominderung Vorrang einräumen und die transformative Anpassung behindern. In einigen Sektoren und Regionen werden harte und weiche Grenzen für die Anpassung erreicht, während auch die Fehlanpassung zunimmt und gefährdete Gruppen unverhältnismäßig stark beeinträchtigt werden. Systemische Hindernisse wie Finanzierungs-, Wissens- und Praxislücken, einschließlich fehlender Klimakompetenz und Daten, behindern den Fortschritt bei der Anpassung. Eine unzureichende Finanzierung, insbesondere für die Anpassung, schränkt den Klimaschutz insbesondere in Entwicklungsländern ein. (hohes Vertrauen)

2.3.1. Die Kluft zwischen Minderungspolitik, Zusagen und Wegen, die die Erwärmung auf 1,5 °C oder unter 2 °C begrenzen

Die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030 im Zusammenhang mit der Umsetzung der vor der COP 26 angekündigten NDCs⁹¹ würden es wahrscheinlich machen, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert 1,5 °C überschreiten wird, und es erschweren, die Erwärmung auf unter 2 °C zu begrenzen, wenn keine zusätzlichen Verpflichtungen eingegangen oder Maßnahmen ergriffen werden (Abbildung 2.5, Tabelle 2.2). Eine erhebliche „Emissionslücke“ besteht, da die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030 im Zusammenhang mit der Umsetzung der vor der COP 26 angekündigten NDCs ähnlich oder nur geringfügig unter den Emissionswerten von 2019 liegen und höher wären als die mit modellierten Minderungspfaden verbundenen Emissionen, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder begrenzte Überschreitung oder auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, wenn sofortige Maßnahmen ergriffen würden, was eine tiefe, schnelle und nachhaltige Verringerung der globalen THG-Emissionen in diesem Jahrzehnt (hohes Vertrauen) impliziert (Tabelle 2.2, Tabelle 3.1, 4.1).⁹² Das Ausmaß der Emissionslücke hängt vom betrachteten globalen Erwärmungsniveau ab und davon, ob nur unbedingte oder auch bedingte Elemente der NDCs berücksichtigt⁹³ werden (hohes Vertrauen) (Tabelle 2.2). Modellierete Pfade, die mit den vor der COP 26 bis 2030 angekündigten NDCs übereinstimmen und danach keine ehrgeizigeren Ziele annehmen, haben höhere Emissionen, was zu einer mittleren globalen Erwärmung von 2,8 [2,1 bis 3,4] °C bis 2100 führt (mittleres Vertrauen). Wenn die „Emissionslücke“ nicht verringert wird, machen die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030 im Einklang mit den vor der COP 26 angekündigten NDCs wahrscheinlich, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert 1,5 °C überschreiten wird, während eine Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) eine beispiellose Beschleunigung der Klimaschutzbemühungen im Zeitraum 2030-2050 bedeuten würde (mittleres Vertrauen) (siehe Abschnitt 4.1, Querschnittskasten.2). {WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.1.1}

Die bis Ende 2020 umgesetzten Strategien dürften 2030 zu höheren globalen THG-Emissionen führen als die von den national festgelegten Beiträgen implizierten, was auf eine „Umsetzungslücke“⁹⁴ (hohes Vertrauen) hindeutet (Tabelle 2.2, Abbildung 2.5). Die prognostizierten globalen Emissionen, die sich aus den bis Ende 2020 umgesetzten Strategien

88 Der Zeitpunkt der verschiedenen Cut-offs für die Bewertung unterscheidet sich je nach Bericht der Arbeitsgruppe und dem bewerteten Aspekt. Siehe Fußnote 58 in Abschnitt 1.

89 Siehe CSB.2 für eine Diskussion von Szenarien und Pfaden.

90 Siehe Anhang I: Glossar.

91 Die vor der COP 26 angekündigten NDC beziehen sich auf die jüngsten NDC, die dem UNFCCC bis zum Stichtag für die Literatur des WGIII-Berichts, dem 11. Oktober 2021, vorgelegt wurden, und die überarbeiteten NDC, die von China, Japan und der Republik Korea vor Oktober 2021 angekündigt, aber erst danach vorgelegt wurden. Zwischen dem 12. Oktober 2021 und dem Beginn der COP 26 wurden 25 NDC-Aktualisierungen übermittelt. {WGIII SPM Fußnote 24}

92 Sofortmaßnahmen in modellierten globalen Pfaden beziehen sich auf die Annahme klimapolitischer Maßnahmen zwischen 2020 und spätestens vor 2025, mit denen die Erderwärmung auf ein bestimmtes Niveau begrenzt werden soll. Modellierete Pfade, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) auf der Grundlage sofortiger Maßnahmen begrenzen, sind in der Kategorie C3a in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Alle bewerteten modellierten globalen Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, gehen von sofortigen Maßnahmen wie hier definiert aus (Kategorie C1 in Tabelle 3.1). {WGIII SPM Fußnote 26}

93 In diesem Bericht beziehen sich „bedingungslose“ Elemente der national festgelegten Beiträge auf Minderungsbemühungen, die ohne Bedingungen vorgelegt werden. „Bedingte“ Elemente beziehen sich auf Minderungsbemühungen, die von der internationalen Zusammenarbeit abhängen, z. B. bilaterale und multilaterale Übereinkünfte, Finanzierung oder Währungs- und/oder Technologietransfers. Diese Terminologie wird in der Literatur und in den NDC-Syntheseberichten des UNFCCC verwendet, nicht im Übereinkommen von Paris. {WGIII SPM Fußnote 27}

94 Die Umsetzungslücken beziehen sich darauf, inwieweit die derzeit verabschiedeten Strategien und Maßnahmen die Zusagen nicht erfüllen. Der politische Stichtag in Studien zur Prognose der THG-Emissionen von „bis Ende 2020 umgesetzten Politiken“ variiert zwischen Juli 2019 und November 2020. {WGIII Tabelle 4.2, WGIII SPM Fußnote 25}

ergeben, belaufen sich 2030 auf 57 (52-60) GtCO₂-Äq (Tabelle 2.2). Dies deutet auf eine Umsetzungslücke im Vergleich zu den national festgelegten Beiträgen von 4 bis 7 GtCO₂-Äq im Jahr 2030 hin (Tabelle 2.2); Ohne eine Stärkung der Politik werden die Emissionen voraussichtlich steigen, was zu einer mittleren globalen Erwärmung von 2,2 °C bis 3,5 °C (sehr wahrscheinlicher Bereich) bis 2100 (mittleres Vertrauen) führen wird (siehe Abschnitt 3.1.1). {WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM C.1}

Die prognostizierten kumulativen zukünftigen CO₂-Emissionen über die Lebensdauer der bestehenden Infrastruktur für fossile Brennstoffe ohne zusätzliche Minderung⁹⁵ übersteigen die gesamten kumulativen Netto-CO₂-Emissionen in Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen. Sie entsprechen in etwa den gesamten kumulierten Netto-CO₂-Emissionen in Pfaden, die die Erwärmung auf 2 °C begrenzen, mit einer Wahrscheinlichkeit von 83 %⁹⁶ (siehe Abbildung 3.5). Die Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) oder niedriger führt zu gestrandeten Vermögenswerten. Etwa 80 % der Kohle, 50 % des Gases und 30 % der Ölreserven können nicht verbrannt und emittiert werden, wenn die Erwärmung auf 2 °C begrenzt ist. Es wird erwartet, dass deutlich mehr Reserven unverbrannt bleiben, wenn die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzt ist. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM B.7, WGIII Kasten 6.3}

Emissions- und Umsetzungslücken im Zusammenhang mit den prognostizierten globalen Emissionen im Jahr 2030 unter Nationally Determined			
Beiträge (NDCs) und umgesetzte Maßnahmen			
	Impliziert durch bis Ende 2020 umgesetzte Strategien (GtCO ₂ -Äq./Jahr)	Impliziert durch Nationally Determined Contributions (NDCs), die vor der COP 26 angekündigt wurden	
		Bedingungslose Elemente (GtCO ₂ -eq/Jahr)	Einschließlich bedingter Elemente (GtCO ₂ -eq/Jahr)
Durchschnittliche prognostizierte globale Emissionen (min-max)*	57 [52–60]	4	7
Umsetzungslücke zwischen umgesetzten Maßnahmen und national festgelegten Beiträgen (Median)	–	53 [50–57]	50 [47–55]
Emissionslücke zwischen NDCs und Pfaden, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) mit sofortiger Wirkung begrenzen	–	10–16	6–14
Emissionslücke zwischen NDCs und Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) begrenzen, ohne oder mit begrenzter Überschreitung mit sofortiger Wirkung	–	19–26	16–23

95 Abatement bezieht sich hier auf menschliche Eingriffe, die die Menge an Treibhausgasen reduzieren, die aus der Infrastruktur für fossile Brennstoffe in die Atmosphäre freigesetzt werden. {WGIII SPM Fußnote 34}

96 WGI bietet CO₂-Budgets, die mit der Begrenzung der globalen Erwärmung auf Temperaturgrenzen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit, wie 50%, 67% oder 83%, im Einklang stehen. {WGI-Tabelle SPM.2}

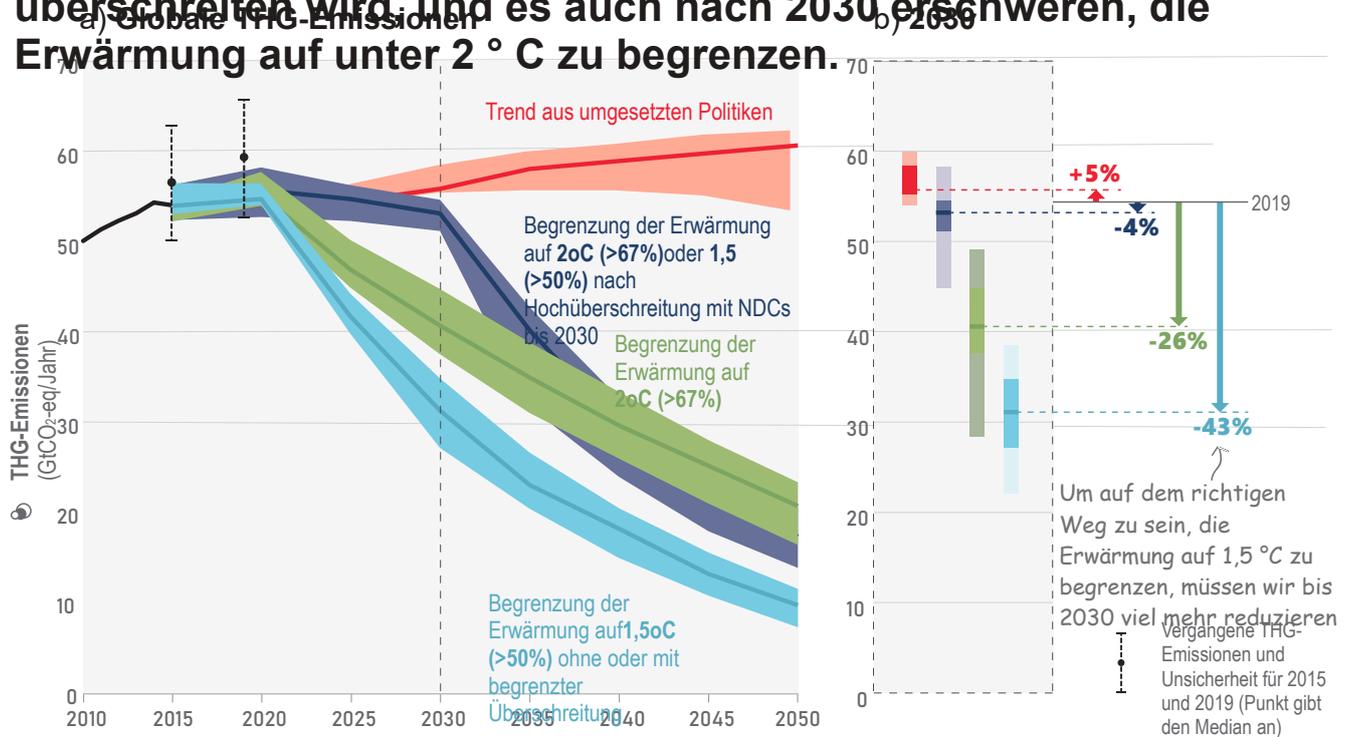
*Die Emissionsprognosen für 2030 und die Bruttounterschiede bei den Emissionen basieren auf Emissionen von 52–56 GtCO ₂ -Äq/Jahr im Jahr 2019, wie in den zugrunde liegenden Modellstudien angenommen. (mittleres Vertrauen)	
---	--

2.2Voraussichtliche globale Emissionen im Jahr 2030 im Zusammenhang mit bis Ende 2020 umgesetzten Strategien und NDCs, die vor der COP 26 angekündigt wurden, sowie damit verbundene Emissionslücken.

Die Emissionsprojektionen für 2030 und die Bruttounterschiede bei den Emissionen basieren auf Emissionen von 52–56 GtCO₂-Äq. im Jahr 2019, wie in den zugrunde liegenden Modellstudien angenommen.⁹⁷ (mittleres Vertrauen) {WGIII Tabelle SPM.1} (Tabelle 3.1, Querschnittsfeld.2)

⁹⁷ Die Bandbreite der harmonisierten THG-Emissionen 2019 über die Pfade [53–58 GtCO₂-Äq.] liegt innerhalb der Unsicherheitsbereiche der in WGIII Kapitel 2 [53–66 GtCO₂-Äq.] bewerteten Emissionen 2019.

Die prognostizierten globalen Treibhausgasemissionen aus NDCs, die vor der COP 26 angekündigt wurden, würden **es wahrscheinlich machen, dass die Erwärmung 1,5 ° C überschreiten wird, und es auch nach 2030 erschweren, die Erwärmung auf unter 2 ° C zu begrenzen.**



Klimawandel 2023 – Synthesebericht

Abbildung 2.5 Globale THG-Emissionen modellierter Pfade (Trichter in Panel a) und prognostizierte Emissionsergebnisse aus kurzfristigen politischen Bewertungen für 2030 (Panel b).

Panel a zeigt die globalen THG-Emissionen im Zeitraum 2015-2050 für vier Arten bewerteter modellierter globaler Pfade:

- Trend aus umgesetzten Politiken: Pfade mit prognostizierten kurzfristigen THG-Emissionen im Einklang mit den bis Ende 2020 umgesetzten und mit vergleichbaren Ambitionsniveaus über 2030 hinaus erweiterten Strategien (29 Szenarien für die Kategorien C5–C7, WGIII-Tabelle SPM.2).

- Begrenzung auf 2°C (>67%) oder Rückkehr der Erwärmung auf 1,5°C (>50%) nach einer hohen Überschreitung, NDCs bis 2030: Pfade mit THG-Emissionen bis 2030 im Zusammenhang mit der Umsetzung der vor der COP 26 angekündigten NDC, gefolgt von beschleunigten Emissionsreduktionen, die die Erwärmung wahrscheinlich auf 2 °C begrenzen (C3b, WGIII-Tabelle SPM.2) oder die Erwärmung nach hoher Überschreitung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % oder mehr auf 1,5 °C zurückführen (Teilmenge von 42 Szenarien aus C2, WGIII-Tabelle SPM.2).

- Begrenzung auf 2°C (>67%) mit sofortiger Wirkung: Wege, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) mit sofortiger Wirkung nach 2020 begrenzen (C3a, WGIII-Tabelle SPM.2).

- Begrenzung auf 1,5°C (>50%) ohne oder mit begrenzter Überschreitung: Wege zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C ohne oder mit begrenzter Überschreitung (C1, WGIII-Tabelle SPM.2 C1).

Alle diese Wege setzen unmittelbare Maßnahmen nach 2020 voraus. Vergangene THG-Emissionen für 2010-2015, die verwendet werden, um die Ergebnisse der globalen Erwärmung der modellierten Pfade zu projizieren, werden durch eine schwarze Linie dargestellt. Panel b zeigt eine Momentaufnahme der THG-Emissionsbereiche der modellierten Pfade im Jahr 2030 und prognostizierte Emissionsergebnisse aus kurzfristigen politischen Bewertungen im Jahr 2030 gemäß WGIII Kapitel 4.2 (Tabellen 4.2 und 4.3; Median und Vollbereich). Die THG-Emissionen sind CO₂-Äquivalent mit GWP100 aus AR6 WGI. (WGIII Abbildung SPM.4, WGIII 3.5, 4.2, Tabelle 4.2,

Tabelle 4.3, Querschnittsfeld 4 in Kapitel 4} (Tabelle 3.1, Querschnittsfeld.2)

Querschnittsfeld.1: Netto-Null-CO2- und Netto-Null-THG-Emissionen verstehen

Um die vom Menschen verursachte Erderwärmung auf ein bestimmtes Niveau zu begrenzen, müssen die kumulativen CO₂-Emissionen begrenzt, Netto-Null- oder Netto-Negativ-CO₂-Emissionen erreicht und andere THG-Emissionen stark reduziert werden (siehe 3.3.2). Zukünftige zusätzliche Erwärmung wird von zukünftigen Emissionen abhängen, wobei die Gesamterwärmung von früheren und zukünftigen kumulativen CO₂-Emissionen dominiert wird. {WGI SPM D.1.1, WGI Abbildung SPM.4; SR1.5 SPM A.2.2}

Das Erreichen von Netto-Null-CO₂-Emissionen unterscheidet sich von dem Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen. Der Zeitpunkt der Netto-Null für einen Korb von Treibhausgasen hängt von der Emissionsmetrik ab, wie dem Erderwärmungspotenzial über einen Zeitraum von 100 Jahren, das gewählt wurde, um Nicht-CO₂-Emissionen in CO₂-Äquivalente umzuwandeln (hohes Vertrauen). Für einen bestimmten Emissionspfad ist die physikalische Klimareaktion jedoch unabhängig von der gewählten Metrik (hohes Vertrauen). {WGI SPM D.1.8; WGIII Kasten TS.6, WGIII Querkapitel Kasten 2}

Um die globalen Netto-Null-Treibhausgasemissionen zu erreichen, müssen alle verbleibenden CO₂- und metrischen⁹⁸ gewichteten Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen durch dauerhaft gespeicherten CO₂-Abbau ausgeglichen werden (hohes Vertrauen). Einige Nicht-CO₂-Emissionen, wie CH₄ und N₂O aus der Landwirtschaft, können mit bestehenden und erwarteten technischen Maßnahmen nicht vollständig eliminiert werden. {WGIII SPM C.2.4, WGIII SPM C.11.4, Kapitelübergreifender Kasten 3 der WGIII}

Globale Netto-Null-CO₂- oder THG-Emissionen können erreicht werden, auch wenn einige Sektoren und Regionen Netto-Emittenten sind, sofern andere Netto-negative Emissionen erreichen (siehe Abbildung 4.1). Das Potenzial und die Kosten für die Erreichung von Netto-Null- oder sogar Netto-Negativemissionen variieren je nach Sektor und Region. Ob und wann Netto-Null-Emissionen für einen bestimmten Sektor oder eine bestimmte Region erreicht werden, hängt von mehreren Faktoren ab, darunter dem Potenzial zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und zur CO₂-Entnahme, den damit verbundenen Kosten und der Verfügbarkeit politischer Mechanismen zum Ausgleich von Emissionen und Abbau zwischen Sektoren und Ländern. (hohes Vertrauen) {WGIII Box TS.6, WGIII Cross-Chapter Box 3}

Die Annahme und Umsetzung von Netto-Null-Emissionszielen durch Länder und Regionen hängt auch von Gerechtigkeits- und Kapazitätserwägungen ab (hohes Vertrauen). Die Formulierung der Netto-Null-Wege durch die Länder wird von Klarheit über Umfang, Handlungspläne und Fairness profitieren. Das Erreichen der Netto-Null-Emissionsziele hängt von Strategien, Institutionen und Etappenzielen ab, anhand deren die Fortschritte verfolgt werden können. Es hat sich gezeigt, dass kostengünstige globale modellierte Pfade die Minderungsanstrengungen ungleichmäßig verteilen, und die Einbeziehung von Eigenkapitalprinzipien könnte den Zeitpunkt auf Länderebene von Netto-Null (hohes Vertrauen) ändern. Im Übereinkommen von Paris wird auch anerkannt, dass der Höchststand der Emissionen in den Entwicklungsländern später erreicht wird als in den Industrieländern (Artikel 4 Absatz 1). {WGIII Kasten TS.6, WGIII Querkapitel Kasten 3, WGIII 14.3}

Weitere Informationen zu den Netto-Null-Verpflichtungen auf Länderebene finden sich in Abschnitt 2.3.1, zum Zeitpunkt der globalen Netto-Null-Emissionen in Abschnitt 3.3.2 und zu sektoralen Aspekten von Netto-Null in Abschnitt 4.1.

98 Siehe Fußnote 12.

Viele Länder haben ihre Absicht signalisiert, bis etwa Mitte des Jahrhunderts Netto-Null-Treibhausgasemissionen oder Netto-Null-CO₂-Emissionen zu erreichen (Abschnitt Box.1). Mehr als 100 Länder haben entweder Netto-Null-Treibhausgas- oder Netto-Null-CO₂-Emissionsverpflichtungen angenommen, angekündigt oder diskutieren darüber, die mehr als zwei Drittel der globalen Treibhausgasemissionen abdecken. Immer mehr Städte setzen Klimaziele, darunter Netto-Null-THG-Ziele. Viele Unternehmen und Institutionen haben in den letzten Jahren auch Netto-Null-Emissionsziele angekündigt. Die verschiedenen Netto-Null-Emissionszusagen unterscheiden sich von Land zu Land in Bezug auf Umfang und Spezifität, und es gibt bislang nur begrenzte politische Maßnahmen, um sie umzusetzen. {WGIII SPM C.6.4, WGIII TS.4.1, WGIII Tabelle TS.1, WGIII 13.9, WGIII 14.3, WGIII 14.5}

Alle Minderungsstrategien stehen vor Implementierungsherausforderungen, einschließlich Technologierisiken, Skalierung und Kosten (hohes Vertrauen). Fast alle Minderungsoptionen sind auch mit institutionellen Hindernissen konfrontiert, die angegangen werden müssen, um ihre Anwendung in großem Maßstab zu ermöglichen (mittleres Vertrauen). Aktuelle Entwicklungspfade können verhaltensbezogene, räumliche, wirtschaftliche und soziale Hindernisse für eine beschleunigte Minderung auf allen Ebenen schaffen (hohes Vertrauen). Entscheidungen von politischen Entscheidungsträgern, Bürgern, der Privatwirtschaft und anderen Interessenträgern beeinflussen die Entwicklungspfade der Gesellschaften (hohes Vertrauen). Strukturelle Faktoren der nationalen Gegebenheiten und Fähigkeiten (z. B. wirtschaftliche und natürliche Ausstattung, politische Systeme und kulturelle Faktoren sowie geschlechtsspezifische Erwägungen) beeinflussen die Breite und Tiefe der Klimagovernance (mittleres Vertrauen). Das Ausmaß, in dem zivilgesellschaftliche Akteure, politische Akteure, Unternehmen, Jugend, Arbeit, Medien, indigene Völker und lokale Gemeinschaften engagiert sind, beeinflusst die politische Unterstützung für die Eindämmung des Klimawandels und eventuelle politische Ergebnisse (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM C.3.6, WGIII SPM E.1.1, WGIII SPM E.2.1, WGIII SPM E.3.3}

Die Einführung emissionsarmer Technologien hinkt in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten, zurück, was zum Teil auf schwächere Rahmenbedingungen zurückzuführen ist, darunter begrenzte Finanzierung, Technologieentwicklung und -transfer und Kapazitäten (mittleres Vertrauen). In vielen Ländern, insbesondere in Ländern mit begrenzter institutioneller Kapazität, wurden mehrere nachteilige Nebenwirkungen als Folge der Verbreitung emissionsarmer Technologien beobachtet, z. B. geringwertige Beschäftigung und Abhängigkeit von ausländischem Wissen und Lieferanten (mittleres Vertrauen). Emissionsarme Innovationen zusammen mit verbesserten Rahmenbedingungen können die Entwicklungsvorteile verstärken, was wiederum Rückmeldungen zu einer stärkeren öffentlichen Unterstützung der Politik (mittleres Vertrauen) geben kann. Anhaltende und regionalspezifische Hindernisse behindern auch weiterhin die wirtschaftliche und politische Durchführbarkeit der Einführung von AFOLU-Minderungsoptionen (mittleres Vertrauen). Hindernisse für die Umsetzung der AFOLU-Abschwächung sind unzureichende institutionelle und finanzielle Unterstützung, Unsicherheit in Bezug auf langfristige Zusätzlichkeit und Kompromisse, schwache Regierungsführung, unsicherer Grundbesitz, niedrige Einkommen und der fehlende Zugang zu alternativen Einkommensquellen sowie das Risiko einer Umkehrung (hohes Vertrauen). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.3}

2.3.2. Anpassungslücken und -barrieren

Trotz Fortschritten bestehen Anpassungslücken zwischen dem derzeitigen Anpassungsniveau und dem Niveau, das erforderlich ist, um auf Auswirkungen zu reagieren und Klimarisiken zu verringern (hohes Vertrauen). Während bei der Umsetzung der Anpassung in allen Sektoren und Regionen Fortschritte zu verzeichnen sind (sehr hohes Vertrauen), wird bei vielen Anpassungsinitiativen der sofortigen und kurzfristigen Verringerung des Klimarisikos Vorrang eingeräumt, z. B. durch den Schutz vor Hochwasser, wodurch die Möglichkeit einer transformativen Anpassung verringert wird⁹⁹ (hohes Vertrauen). Die meist beobachtete Anpassung ist fragmentiert, klein, inkrementell, sektorspezifisch und konzentriert sich eher auf die Planung als auf die Umsetzung (hohes Vertrauen). Darüber hinaus ist die beobachtete Anpassung ungleich auf die Regionen verteilt, und die größten Anpassungslücken bestehen bei den Einkommensgruppen der unteren Bevölkerungsgruppen (hohes Vertrauen). Im städtischen Kontext bestehen die größten Anpassungslücken bei Projekten, bei denen komplexe Risiken bewältigt werden, z. B. im Zusammenhang mit der Lebensmittel-Energie-Wasser-Gesundheit oder den Zusammenhängen zwischen Luftqualität und Klimarisiko (hohes Vertrauen). Viele Finanzierungs-, Wissens- und Praxislücken bleiben für eine wirksame Umsetzung, Überwachung und Bewertung bestehen, und es wird nicht erwartet, dass die derzeitigen Anpassungsbemühungen die bestehenden Ziele erreichen (hohes Vertrauen). Bei den derzeitigen Raten der Anpassungsplanung und -umsetzung wird die Anpassungslücke weiter wachsen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.4.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.4}

Weiche und harte Anpassungsgrenzen¹⁰⁰ wurden in einigen Sektoren und Regionen bereits erreicht, obwohl die Anpassung einige Klimaauswirkungen gepuffert hat (hohes Vertrauen). Ökosysteme, die bereits harte Anpassungsgrenzen erreichen, umfassen einige warme Wasserkorallenriffe, einige Küstenfeuchtgebiete, einige

⁹⁹ Siehe Anhang I: Glossar.

¹⁰⁰ Anpassungsgrenze: Der Punkt, an dem die Ziele (oder Systembedürfnisse) eines Akteurs nicht durch adaptive Maßnahmen vor untragbaren Risiken gesichert werden können. Harte Anpassungsgrenze - Es sind keine adaptiven Maßnahmen möglich, um unerträgliche Risiken zu vermeiden. Soft Adaptation Limit - Es gibt derzeit keine Optionen, um untragbare Risiken durch adaptive Maßnahmen zu vermeiden.

Regenwälder und einige Polar- und Bergökosysteme (hohes Vertrauen). Einzelpersonen und Haushalte in niedrig gelegenen Küstengebieten in Australasien und Kleininseln sowie Kleinbauern in Mittel- und Südamerika, Afrika, Europa und Asien haben aufgrund finanzieller, ordnungspolitischer, institutioneller und politischer Zwänge weiche Grenzen (mittleres Vertrauen) erreicht und können durch die Beseitigung dieser Zwänge (hohes Vertrauen) überwunden werden. Der Übergang von inkrementeller zu transformativer Anpassung kann dazu beitragen, weiche Anpassungsgrenzen zu überwinden (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.3, WGII SPM.C.3.4, WGII 16 ES}

Die Anpassung verhindert nicht alle Verluste und Schäden, auch nicht bei effektiver Anpassung und vor Erreichen weicher und harter Grenzen. Verluste und Schäden sind ungleich auf Systeme, Regionen und Sektoren verteilt und werden durch die derzeitigen Finanz-, Governance- und institutionellen Regelungen, insbesondere in gefährdeten Entwicklungsländern, nicht umfassend angegangen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM.C.3.5}

Es gibt vermehrt Hinweise auf Fehlanpassungen¹⁰¹ in verschiedenen Sektoren und Regionen. Beispiele für Fehlanpassungen werden in städtischen Gebieten beobachtet (z. B. neue städtische Infrastruktur, die nicht einfach oder kostengünstig angepasst werden kann), in der Landwirtschaft (z. B. Verwendung von kostenintensiver Bewässerung in Gebieten mit voraussichtlich intensiveren Dürrebedingungen), in Ökosystemen (z. B. Brandbekämpfung in natürlich feuerangepassten Ökosystemen oder harte Abwehrmaßnahmen gegen Überschwemmungen) und in menschlichen Siedlungen (z. B. verlorene Vermögenswerte und gefährdete Gemeinschaften, die es sich nicht leisten können, sich abzuwenden oder anzupassen und eine Erhöhung der sozialen Sicherheitsnetze erfordern). Die Fehlanpassung wirkt sich insbesondere negativ auf marginalisierte und schutzbedürftige Gruppen aus (z. B. indigene Völker, ethnische Minderheiten, Haushalte mit niedrigem Einkommen, Menschen, die in informellen Siedlungen leben), wodurch bestehende Ungleichheiten verstärkt und verfestigt werden. Fehlanpassungen können durch eine flexible, sektorübergreifende, inklusive und langfristige Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen mit Vorteilen für viele Sektoren und Systeme vermieden werden. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.3, WGII TS.D.3.1}

Systemische Hindernisse behindern die Umsetzung von Anpassungsoptionen in gefährdeten Sektoren, Regionen und sozialen Gruppen (hohes Vertrauen). Zu den wichtigsten Hindernissen gehören begrenzte Ressourcen, mangelndes Engagement des Privatsektors und der Bürgerschaft, unzureichende Mobilisierung von Finanzmitteln, mangelndes politisches Engagement, begrenzte Forschung und/oder eine langsame und geringe Akzeptanz von Anpassungswissenschaften und ein geringes Gefühl der Dringlichkeit. Ungleichheit und Armut schränken auch die Anpassung ein, was zu weichen Grenzen führt und zu unverhältnismäßiger Exposition und Auswirkungen für die am stärksten gefährdeten Gruppen führt (hohes Vertrauen). Die größten Anpassungslücken bestehen bei den Bevölkerungsgruppen mit niedrigem Einkommen (hohes Vertrauen). Da Anpassungsoptionen oft lange Umsetzungszeiten haben, ist eine langfristige Planung und beschleunigte Umsetzung, insbesondere in diesem Jahrzehnt, wichtig, um Anpassungslücken zu schließen, wobei zu berücksichtigen ist, dass für einige Regionen nach wie vor Einschränkungen bestehen (hohes Vertrauen). Die Priorisierung von Optionen und Übergängen von inkrementeller zu transformativer Anpassung ist aufgrund von Eigeninteressen, wirtschaftlichen Lock-ins, institutionellen Pfadabhängigkeiten und vorherrschenden Praktiken, Kulturen, Normen und Glaubenssystemen (hohes Vertrauen) begrenzt. Viele Finanzierungs-, Wissens- und Praxislücken bestehen nach wie vor für eine wirksame Umsetzung, Überwachung und Bewertung der Anpassung (hohes Vertrauen), einschließlich mangelnder Klimakompetenz auf allen Ebenen und begrenzter Verfügbarkeit von Daten und Informationen (mittleres Vertrauen); z. B. für Afrika verringern strenge Klimadatenzwänge und Ungleichheiten bei der Forschungsförderung und -führung die Anpassungsfähigkeit (sehr hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5, WGII TS.D.2.4}

2.3.3. Mangelnde Finanzierung als Hemmnis für den Klimaschutz

Unzureichende Finanzierung und ein Mangel an politischen Rahmenbedingungen und Anreizen für die Finanzierung sind die Hauptursachen für die Umsetzungslücken sowohl bei der Eindämmung als auch bei der Anpassung (hohes Vertrauen). Die Finanzströme konzentrierten sich nach wie vor stark auf die Eindämmung, sind uneinheitlich und haben sich über Regionen und Sektoren hinweg heterogen entwickelt (hohes Vertrauen). Im Jahr 2018 lagen öffentliche und öffentlich mobilisierte private Klimaschutzfinanzierungsströme aus Industrieländern in Entwicklungsländer unter dem gemeinsamen Ziel im Rahmen des UNFCCC und des Übereinkommens von Paris, bis 2020 im Zusammenhang mit sinnvollen Klimaschutzmaßnahmen und Transparenz bei der Umsetzung (mittleres Vertrauen) jährlich 100 Mrd. USD zu mobilisieren. Die öffentlichen und privaten Finanzierungsströme für fossile Brennstoffe sind nach wie vor größer als die für die Anpassung an den Klimawandel und die Eindämmung des Klimawandels (hohes Vertrauen). Die überwiegende Mehrheit der verfolgten Klimaschutzfinanzierungen ist auf Abschwächung ausgerichtet (sehr hohes Vertrauen). Dennoch sind die durchschnittlichen jährlichen modellierten Investitionsanforderungen für 2020 bis 2030 in Szenarien, die die Erwärmung auf 2 °C oder 1,5 °C begrenzen, um den Faktor drei bis sechs höher als das derzeitige Niveau, und die Gesamtinvestitionen in Klimaschutzmaßnahmen (öffentlich, privat, national und international) müssten in allen Sektoren und Regionen steigen (mittleres Vertrauen). Für grüne Anleihen und ähnliche Produkte bestehen nach wie vor Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf Integrität und Zusätzlichkeit sowie die begrenzte Anwendbarkeit dieser

101 Fehlanpassung bezieht sich auf Maßnahmen, die zu einem erhöhten Risiko ungünstiger klimabezogener Ergebnisse führen können, unter anderem durch erhöhte Treibhausgasemissionen, eine erhöhte oder verschobene Anfälligkeit für den Klimawandel, ungerechtere Ergebnisse oder ein vermindertes Wohlergehen, jetzt oder in Zukunft. Meistens ist Fehlanpassung eine unbeabsichtigte Folge. Siehe Anhang I: Glossar.

Märkte auf viele Entwicklungsländer (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5.1}

Die derzeitigen globalen Finanzströme für die Anpassung, auch aus öffentlichen und privaten Finanzierungsquellen, sind unzureichend und schränken die Umsetzung von Anpassungsoptionen, insbesondere in Entwicklungsländern, ein (hohes Vertrauen). Es gibt immer größere Unterschiede zwischen den geschätzten Anpassungskosten und den dokumentierten Finanzmitteln für die Anpassung (hohes Vertrauen). Es wird geschätzt, dass der Bedarf an Anpassungsfinanzierung höher ist als der in AR5 bewertete Bedarf, und die verstärkte Mobilisierung von und der verstärkte Zugang zu Finanzmitteln sind von wesentlicher Bedeutung für die Umsetzung der Anpassung und zur Verringerung von Anpassungslücken (hohes Vertrauen). Die jährlichen Finanzierungsströme, die auf die Anpassung an den Klimawandel in Afrika abzielen, liegen beispielsweise um Milliarden US-Dollar unter den niedrigsten Schätzungen der Anpassungskosten für den kurzfristigen Klimawandel (hohes Vertrauen). Ungünstige Klimaauswirkungen können die Verfügbarkeit finanzieller Ressourcen weiter verringern, indem sie Verluste und Schäden verursachen und das nationale Wirtschaftswachstum behindern, wodurch die finanziellen Zwänge für die Anpassung insbesondere für Entwicklungsländer und am wenigsten entwickelte Länder weiter zunehmen (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4, WGII TS.D.1.6}

Ohne wirksame Eindämmung und Anpassung werden Verluste und Schäden die ärmsten und am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen weiterhin unverhältnismäßig stark treffen. Eine beschleunigte finanzielle Unterstützung für Entwicklungsländer aus Industrieländern und anderen Quellen ist ein entscheidender Faktor, um die Minderungsmaßnahmen zu verstärken {WGIII SPM. E.5.3}. Vielen Entwicklungsländern fehlen umfassende Daten in dem erforderlichen Umfang und es fehlen angemessene finanzielle Ressourcen für die Anpassung, um die damit verbundenen wirtschaftlichen und nichtwirtschaftlichen Verluste und Schäden zu verringern. (hohes Vertrauen) {WGII Cross-Chapter Box LOSS, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5; AGIII SPM E.5.3}

Es gibt Hindernisse für die Umlenkung von Kapital in Klimaschutzmaßnahmen sowohl innerhalb als auch außerhalb des globalen Finanzsektors. Zu diesen Hindernissen gehören: die unzureichende Bewertung klimabezogener Risiken und Investitionsmöglichkeiten, die regionale Diskrepanz zwischen dem verfügbaren Kapital- und Investitionsbedarf, Faktoren für die Standortverzerrung, die Verschuldung der Länder, die wirtschaftliche Anfälligkeit und die begrenzten institutionellen Kapazitäten. Zu den Herausforderungen außerhalb des Finanzsektors gehören: begrenzte lokale Kapitalmärkte; unattraktive Risiko-Ertrags-Profile, insbesondere aufgrund fehlender oder schwacher regulatorischer Rahmenbedingungen, die nicht mit den Ambitionsniveaus vereinbar sind; begrenzte institutionelle Kapazitäten zur Gewährleistung von Schutzmaßnahmen; Standardisierung, Aggregation, Skalierbarkeit und Replizierbarkeit von Investitionsmöglichkeiten und Finanzierungsmodellen; und eine Pipeline, die für kommerzielle Investitionen bereit ist. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5.4; AGIII SPM E.5.2; SR1.5 SPM D.5.2}

Querschnittsfeld.2: Szenarien, globale Erwärmungsniveaus und Risiken

Modellierte Szenarien und Pfade¹⁰² werden verwendet, um zukünftige Emissionen, den Klimawandel, damit verbundene Auswirkungen und Risiken sowie mögliche Minderungs- und Anpassungsstrategien zu untersuchen, und basieren auf einer Reihe von Annahmen, einschließlich sozioökonomischer Variablen und Minderungsoptionen. Dies sind quantitative Prognosen und weder Vorhersagen noch Prognosen. Globale modellierte Emissionspfade, einschließlich solcher, die auf kosteneffizienten Ansätzen beruhen, enthalten regional differenzierte Annahmen und Ergebnisse und müssen unter sorgfältiger Berücksichtigung dieser Annahmen bewertet werden. Die meisten machen keine expliziten Annahmen über globale Gerechtigkeit, Umweltgerechtigkeit oder intraregionale Einkommensverteilung. Das IPCC ist in Bezug auf die Annahmen, die den in diesem Bericht bewerteten Szenarien in der Literatur zugrunde liegen und nicht alle möglichen Futures abdecken, neutral.¹⁰³ {WGI-Feld SPM.1; WGII-Kasten SPM.1; AGIII Kasten SPM.1; SROCC-Kasten SPM.1; SRCCL-Kasten SPM.1}

Sozioökonomische Entwicklung, Szenarien und Pfade

Die fünf gemeinsamen sozioökonomischen Pfade (SSP1 bis SSP5) wurden so konzipiert, dass sie eine Reihe von Herausforderungen für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel abdecken. Für die Bewertung von Klimaauswirkungen, -risiken und -anpassungen werden die SSP für künftige Expositionen, Anfälligkeiten und Anpassungsherausforderungen verwendet. Je nach Umfang der THG-Minderung können modellierte Emissionsszenarien auf der Grundlage der SSP mit niedrigen oder hohen Erwärmungswerten vereinbar sein.¹⁰⁴ Es gibt viele verschiedene Minderungsstrategien, die mit unterschiedlichen Graden der globalen Erwärmung im Jahr 2100 vereinbar sein könnten (siehe Abbildung 4.1). {WGI-Feld SPM.1; WGII-Kasten SPM.1; WGIII Kasten SPM.1, WGIII Kasten TS.5, WGIII Anhang III; SRCCL Box SPM.1, SRCCL Abbildung SPM.2}

Die WGI bewertete die Klimareaktion auf fünf illustrative Szenarien auf der Grundlage von SSPs,¹⁰⁵ die das Spektrum der möglichen zukünftigen Entwicklung anthropogener Treiber des Klimawandels in der Literatur abdecken. Diese Szenarien kombinieren sozioökonomische Annahmen, den Grad des Klimaschutzes, die Landnutzung und die Luftverschmutzungskontrollen für Aerosole und Nicht-CH₄-Ozonvorläuferstoffe. Die Szenarien mit hohen und sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP3-7,0 und SSP5-8,5) weisen CO₂-Emissionen auf, die sich gegenüber dem derzeitigen Niveau bis 2100 bzw. 2050 etwa verdoppeln.¹⁰⁶ Im Zwischenszenario für THG-Emissionen (SSP2-4.5) bleiben die CO₂-Emissionen bis zur Mitte des Jahrhunderts in der Nähe des derzeitigen Niveaus. In den Szenarien für sehr niedrige und niedrige Treibhausgasemissionen (SSP1-1,9 und SSP1-2,6) sinken die CO₂-Emissionen um 2050 bzw. 2070 auf Netto-Null, gefolgt von unterschiedlichen Netto-negativen CO₂-Emissionen. Darüber hinaus¹⁰⁷ wurden von der WGI und der WGII repräsentative Konzentrationspfade (RCPs) verwendet, um regionale Klimaveränderungen, Auswirkungen und Risiken zu bewerten. {WGI Box SPM.1} (Abschnitt Box.2 Abbildung 1)

In der Arbeitsgruppe III wurde eine große Anzahl global modellierter Emissionspfade bewertet, von denen 1202 Pfade auf der Grundlage ihrer projizierten globalen Erwärmung im 21. Jahrhundert kategorisiert wurden, wobei die Kategorien von Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 ° C begrenzen, mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 %¹⁰⁸ ohne oder mit begrenzter Überschreitung (C1) bis hin zu Pfaden mit mehr als 4 ° C (C8) reichten. Die Methoden zur Projektion der Erderwärmung im Zusammenhang mit den modellierten Pfaden wurden aktualisiert, um die Kohärenz mit der WGI-Bewertung der Reaktion des Klimasystems nach dem AR6 sicherzustellen.¹⁰⁹ {WGIII Kasten SPM.1, WGIII Tabelle 3.1} (Tabelle 3.1, Querschnittsfeld.2 Abbildung 1)

102 In der Literatur werden die Begriffe Pfade und Szenarien austauschbar verwendet, wobei erstere häufiger in Bezug auf Klimaziele verwendet werden. Die WGI verwendete in erster Linie den Begriff Szenarien und die WGIII verwendete hauptsächlich den Begriff modellierte Emissions- und Minderungspfade. Das SYR verwendet in erster Linie Szenarien, wenn auf WGI Bezug genommen wird, und modellierte Emissions- und Minderungspfade, wenn auf WGIII Bezug genommen wird. {WGI-Feld SPM.1; AGIII Fußnote 44}

103 Rund die Hälfte aller modellierten globalen Emissionspfade gehen von kosteneffizienten Ansätzen aus, die weltweit auf kostengünstigsten Minderungs- und Minderungsoptionen beruhen. Die andere Hälfte befasst sich mit bestehenden politischen Maßnahmen und regional und sektoral differenzierten Maßnahmen. Die zugrunde liegenden Bevölkerungsannahmen reichen von 8,5 bis 9,7 Milliarden im Jahr 2050 und 7,4 bis 10,9 Milliarden im Jahr 2100 (5-95. Perzentil) ab 7,6 Milliarden im Jahr 2019. Die zugrunde liegenden Annahmen zum globalen BIP-Wachstum reichen von 2,5 bis 3,5 % pro Jahr im Zeitraum 2019–2050 und 1,3 bis 2,1 % pro Jahr im Zeitraum 2050–2100 (5–95. Perzentil). {WGIII Feld SPM.1}

104 Hohe Minderungsherausforderungen, beispielsweise aufgrund der Annahmen eines langsamen technologischen Wandels, eines hohen globalen Bevölkerungswachstums und einer hohen Fragmentierung wie im gemeinsamen sozioökonomischen Pfad SSP3, können modellierte Pfade, die die Erwärmung auf 2 ° C (> 67 %) oder niedriger begrenzen, undurchführbar machen (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM C.1.4; SRCCL-Kasten SPM.1}

105 SSP-basierte Szenarien werden als SSPx-y bezeichnet, wobei „SSPx“ sich auf den gemeinsamen sozioökonomischen Pfad bezieht, der die den Szenarien zugrunde liegenden sozioökonomischen Trends beschreibt, und „y“ sich auf den Grad des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder Wm⁻²) bezieht, der sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. {WGI SPM Fußnote 22}

106 Sehr hohe Emissionsszenarien sind weniger wahrscheinlich geworden, können aber nicht ausgeschlossen werden. Temperaturniveaus > 4 ° C können sich aus sehr hohen Emissionsszenarien ergeben, aber auch aus Szenarien mit niedrigeren Emissionen, wenn die Klimasensitivität oder die Rückkopplungen des Kohlenstoffkreislaufs höher sind als die beste Schätzung. {WGIII SPM C.1.3}

107 RCP-basierte Szenarien werden als RCPy bezeichnet, wobei „y“ sich auf die ungefähre Höhe des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder Wm⁻²) bezieht, die sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. {WGII SPM Fußnote 21}

108 In diesem Bericht mit „>50 %“ gekennzeichnet.

109 Die Klimareaktion auf Emissionen wird mit Klimamodellen, paläoklimatischen Erkenntnissen und anderen Beweislinien untersucht. Die Bewertungsergebnisse werden verwendet, um Tausende von Szenarien über einfache physikalisch basierte Klimamodelle (Emulatoren) zu kategorisieren. {WGI TS.1.2.2}

Globale Erwärmungsniveaus (GWLs)

Für viele Klima- und Risikovariablen¹¹⁰ sind die geografischen Muster von Veränderungen der Klimaeinflussfaktoren¹¹¹ und Klimaauswirkungen für ein globales Erwärmungsniveau allen betrachteten Szenarien gemeinsam und unabhängig vom Zeitpunkt, zu dem dieses Niveau erreicht wird. Dies motiviert den Einsatz von GWLs als Integrationsdimension. {WGI-Kasten SPM.1.4, WGI TS.1.3.2; WGII Kasten SPM.1} (Abbildung 3.1, Abbildung 3.2)

Risiken

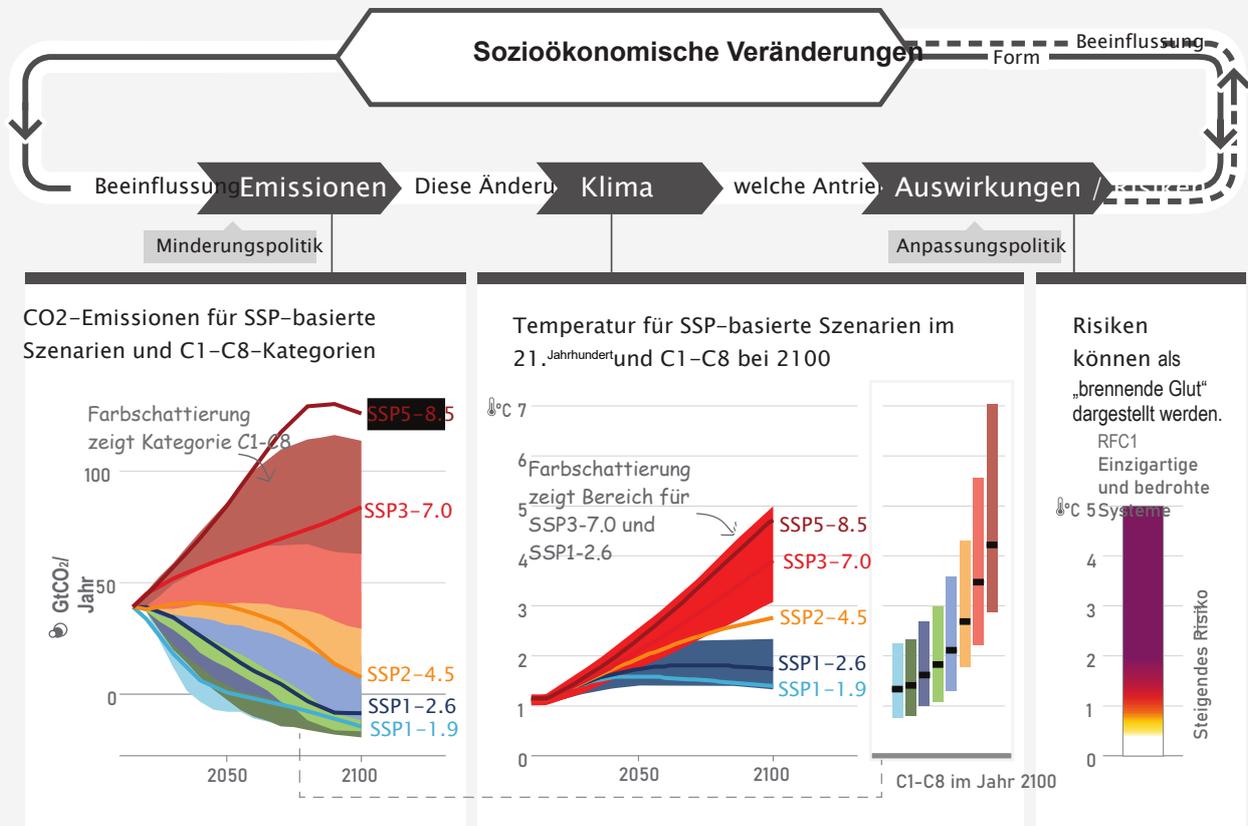
Dynamische Wechselwirkungen zwischen klimabedingten Gefahren, Exposition und Anfälligkeit der betroffenen menschlichen Gesellschaft, Spezies oder Ökosysteme führen zu Risiken, die sich aus dem Klimawandel ergeben. In AR6 werden die wichtigsten Risiken in allen Sektoren und Regionen bewertet und eine aktualisierte Bewertung der besorgniserregenden Gründe (RFCs) – fünf global aggregierte Risikokategorien, die das Risikoaufkommen bei steigender globaler Oberflächentemperatur bewerten – bereitgestellt. Risiken können sich auch aus Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels oder zur Anpassung an den Klimawandel ergeben, wenn mit der Reaktion das angestrebte Ziel nicht erreicht wird oder wenn sie negative Auswirkungen auf andere gesellschaftliche Ziele hat. {WGII SPM A, WGII Abbildung SPM.3, WGII Kasten TS.1, WGII Abbildung TS.4; SR1.5 Abbildung SPM.2; SROCC-Errata-Abbildung SPM.3; SRCCL Abbildung SPM.2} (3.1.2, Querschnittsfeld.2 Abbildung 1, Abbildung 3.3)

¹¹⁰ Siehe Anhang I: Glossar. Hier ist die globale Erwärmung die 20-jährige durchschnittliche globale Oberflächentemperatur im Vergleich zu 1850-1900. Der geschätzte Zeitpunkt, zu dem ein bestimmtes globales Erwärmungsniveau unter einem bestimmten Szenario erreicht wird, wird hier als der Mittelpunkt des ersten 20-jährigen durchschnittlichen Zeitraums definiert, in dem die geschätzte durchschnittliche globale Oberflächentemperaturänderung das Niveau der globalen Erwärmung übersteigt. {WGI SPM Fußnote 26, Querschnittsfeld TS.1}

¹¹¹ Siehe Anhang I: Glossar

Szenarien und Erwärmungsniveaus strukturieren unser Verständnis entlang der Ursache-Wirkungs-Kette von Emissionen über Klimawandel bis hin zu Risiken

a) Integrierter Bewertungsrahmen AR6 für künftige Klima-, Wirkungs- und Minderungsmaßnahmen



b) Szenarien und Pfade in den Berichten der AR6-Arbeitsgruppe

Kategorie in der	Beschreibung der Kategorie	THG-Emissionsszenarien (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
AGIII C1	Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (>50%) nach einem	Sehr niedrig (SSP1-1.9)	
C2	Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (>50%) nach einem		
C3	Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (>50%)	Niedrig (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (>50%)		
C5	Begrenzung der Erwärmung auf 2,5 °C (>50%)		
C6	Begrenzung der Erwärmung auf 3 °C (>50%)	Mittlere Stufe (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	Begrenzung der Erwärmung auf 4 °C (>50%)	Hoch (SSP3-7.0)	
C8	Überschreitung der Erwärmung um 4 °C (>50%)	Sehr hoch (SSP5-8.5)	RCP 8.5

c) Risikofaktoren



* Die Terminologie SSPx-y wird verwendet, wobei „SSPx“ sich auf den gemeinsamen sozioökonomischen Pfad oder „SSP“ bezieht, der die dem Szenario zugrunde liegenden sozioökonomischen Trends beschreibt, und „y“ sich auf den ungefähren Grad des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder Wm^{-2}) bezieht, der sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt.

** Die AR5-Szenarien (RCPy), die teilweise in die WGI- und WGII-Bewertungen von AR6 einfließen, sind mit einem ähnlichen Satz von ungefähr 2100 Strahlungsantriebswerten (in $W m^{-2}$) indiziert. Die SSP-Szenarien decken ein breiteres Spektrum von THG- und Luftschadstoff-Futures ab als die RCP. Sie sind ähnlich, aber nicht identisch, mit unterschiedlichen Konzentrationspfaden für verschiedene Treibhausgase. Der Strahlungsantrieb insgesamt ist bei den SSPs tendenziell höher als bei den RCPs mit demselben Label (mittleres Vertrauen). {WGI TS.1.3.1}

*** Begrenzte Überschreitung bezieht sich auf die Überschreitung der globalen Erwärmung um 1,5 °C um bis zu etwa 0,1 °C, hohe Überschreitung um 0,1 °C-0,3 °C, in beiden Fällen für bis zu mehrere Jahrzehnte.

Querschnittsfeld.2 Abbildung 1: Schema des AR6-Rahmens zur Bewertung künftiger Treibhausgasemissionen, des Klimawandels, der Risiken, Auswirkungen und Minderungsmaßnahmen. Panel (a)

Der integrierte Rahmen umfasst die sozioökonomische Entwicklung und Politik, Emissionspfade und Reaktionen der globalen Oberflächentemperatur auf die fünf von der WGI betrachteten Szenarien (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 und SSP5-8.5) und acht von der WGII bewertete Kategorisierungen der globalen mittleren Temperaturänderung (C1–C8) sowie die WGII-Risikobewertung. Der gestrichelte Pfeil zeigt an, dass der Einfluss von Auswirkungen/Risiken auf sozioökonomische Veränderungen in den im AR6 bewerteten Szenarien noch nicht berücksichtigt wird. Emissionen umfassen Treibhausgase, Aerosole und Ozonvorläufer. Die CO₂-Emissionen sind auf der linken Seite als Beispiel dargestellt. Die geschätzten globalen Oberflächentemperaturänderungen im 21. Jahrhundert im Vergleich zu 1850-1900 für die fünf THG-Emissionsszenarien werden als Beispiel im Zentrum gezeigt. Sehr wahrscheinliche Bereiche werden für SSP1-2.6 und SSP3-7.0 gezeigt. Die projizierten Temperaturergebnisse bei 2100 relativ zu 1850-1900 werden für die Kategorien C1 bis C8 mit Median (Linie) und dem kombinierten sehr wahrscheinlichen Bereich über Szenarien (bar) gezeigt. Auf der rechten Seite werden zukünftige Risiken aufgrund der zunehmenden Erwärmung durch eine Beispielzahl für „brennende Glut“ dargestellt (siehe 3.1.2 für die Definition von RFC1). Panel b) Beschreibung und Beziehung der in den Berichten der AR6-Arbeitsgruppe betrachteten Szenarien. Panel (c) Darstellung des Risikos, das sich aus der Wechselwirkung von Gefahren (getrieben durch Veränderungen der Klimaeinflussfaktoren) mit Anfälligkeit, Exposition und Reaktion auf den Klimawandel ergibt. {WGI TS1.4, Abbildung 4.11; WGII Abbildung 1.5, WGII Abbildung 14.8; WGIII Tabelle SPM.2, WGIII Abbildung 3.11}

Abschnitt 3 - Langfristige Klima- und Entwicklungs-Futures

3.1 Langfristiger Klimawandel, Auswirkungen und damit verbundene Risiken

Die zukünftige Erwärmung wird durch zukünftige Emissionen getrieben und wird sich auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken, wobei jede Region mehrere und gleichzeitig auftretende Veränderungen erfährt. Viele klimabedingte Risiken werden als höher eingeschätzt als in früheren Bewertungen, und die prognostizierten langfristigen Auswirkungen sind bis zu ein Vielfaches höher als derzeit beobachtet. Mehrere klimatische und nichtklimatische Risiken werden zusammenwirken, was zu einer Verschärfung und Kaskadenbildung der Risiken über Sektoren und Regionen hinweg führen wird. Der Anstieg des Meeresspiegels sowie andere irreversible Veränderungen werden sich über Tausende von Jahren fortsetzen, abhängig von den zukünftigen Emissionen. (hohes Vertrauen)

3.1.1. Langfristiger Klimawandel

Der Unsicherheitsbereich bei der Beurteilung künftiger Änderungen der globalen Oberflächentemperatur ist enger als im AR5. Zum ersten Mal in einem IPCC-Bewertungszyklus werden Multimodellprojektionen der globalen Oberflächentemperatur, der Erwärmung der Ozeane und des Meeresspiegels durch Beobachtungen und die bewertete Klimasensitivität eingeschränkt. Der wahrscheinliche Bereich der Gleichgewichtsklimasensitivität wurde auf der Grundlage mehrerer Beweislinien auf 2,5 °C bis 4,0 °C (mit einer besten Schätzung von 3,0¹¹²°C) verengt, einschließlich eines besseren Verständnisses von Wolkenrückkopplungen. Für verwandte Emissionsszenarien führt dies zu engeren Unsicherheitsbereichen für die langfristig prognostizierte globale Temperaturänderung als in AR5. {WGI A.4, WGI Box SPM.1, WGI TS.3.2, WGI 4.3}

Die zukünftige Erwärmung hängt von den zukünftigen Treibhausgasemissionen ab, wobei das kumulative Netto-CO₂ dominiert. Die geschätzten besten Schätzungen und sehr wahrscheinlichen Erwärmungsbereiche für 2081-2100 in Bezug auf 1850–1900 variieren von 1,4 [1,0 bis 1,8] °C im Szenario mit sehr niedrigen THG-Emissionen (SSP1-1,9) bis 2,7 [2,1 bis 3,5] °C im Szenario mit mittleren THG-Emissionen (SSP2-4.5) und 4,4 [3,3 bis 5,7] °C im Szenario mit sehr hohen THG-Emissionen (SSP5-8,5).¹¹³ {WGI SPM B.1.1, WGI Tabelle SPM.1, WGI Abbildung SPM.4} (Abschnitt Box.2 Abbildung 1)

Modellierte Pfade, die mit der Fortsetzung der bis Ende 2020 umgesetzten Politik vereinbar sind, führen bis 2100 zu einer Erderwärmung von 3,2 [2,2 bis 3,5] °C (5-95%-Bereich) (mittleres Vertrauen) (siehe auch Abschnitt 2.3.1). Pfade von >4 °C (≥50 %) bis 2100 würden eine Umkehrung der derzeitigen Trends in der Technologie- und/oder Klimaschutzpolitik (mittleres Vertrauen) bedeuten. Eine solche Erwärmung könnte jedoch auf Emissionspfaden auftreten, die mit den bis Ende 2020 umgesetzten Strategien im Einklang stehen, wenn die Klimasensitivität oder die Rückkopplungen aus dem Kohlenstoffkreislauf höher sind als die beste Schätzung (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.1.3}

Die globale Erwärmung wird in naher Zukunft in fast allen betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden weiter zunehmen. Um die Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts auf 1,5 °C (>50 %) oder weniger als 2 °C (>67 %) zu begrenzen (hohes Vertrauen), sind tiefgreifende, rasche und nachhaltige THG-Emissionsreduktionen erforderlich, die Netto-Null-CO₂-Emissionen erreichen und auch starke Emissionsreduktionen anderer THG, insbesondere CH₄, einschließen. Die beste Schätzung für das Erreichen von 1,5 °C der globalen Erwärmung liegt in der ersten Hälfte der 2030er Jahre in den meisten der betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden.¹¹⁴ Im Szenario mit sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (SSP1-1,9) erreichen die CO₂-Emissionen um 2050 Netto-Null und die am besten geschätzte Erwärmung am Ende des Jahrhunderts beträgt 1,4 °C, nach einer vorübergehenden Überschreitung (siehe Abschnitt 3.3.4) von nicht mehr als 0,1 °C über 1,5 °C der globalen Erwärmung. Die Erderwärmung von 2 °C wird im 21. Jahrhundert überschritten, wenn in den kommenden Jahrzehnten keine tiefgreifenden Reduktionen von CO₂ und anderen THG-Emissionen stattfinden. Eine tiefgreifende, schnelle und nachhaltige Verringerung der THG-Emissionen würde innerhalb weniger Jahre zu Verbesserungen der Luftqualität führen, zu einer Verringerung der Trends der globalen Oberflächentemperatur, die nach etwa 20 Jahren erkennbar sind, und über längere Zeiträume für viele andere Klimaeinflussfaktoren¹¹⁵ (hohes Vertrauen). Gezielte Verringerungen der Luftschadstoffemissionen führen zu rascheren

112 Verständnis von Klimaprozessen, Instrumentalaufzeichnungen, Paläoklimata und modellbasierten Emergent Constraints (siehe Anhang I: Glossar). {WGI SPM Fußnote 21}

113 Die besten Schätzungen [und sehr wahrscheinliche Spannen] für die verschiedenen Szenarien sind: 1,4 [1,0 bis 1,8] °C (SSP1-1,9); 1,8 [1,3 bis 2,4] °C (SSP1-2,6); 2,7 [2,1 bis 3,5] °C (SSP2-4,5); 3,6 [2,8 bis 4,6] °C (SSP3-7,0); und 4,4 [3,3 bis 5,7] °C (SSP5-8,5). {WGI-Tabelle SPM.1} (Abschnitt Box.2)

114 Kurzfristig (2021–2040) wird die Erderwärmung um 1,5 °C im Szenario mit sehr hohen THG-Emissionen (SSP5-8,5) sehr wahrscheinlich überschritten, im Szenario mit mittleren und hohen THG-Emissionen (SSP2-4,5, SSP3-7,0) wahrscheinlicher als nicht überschritten, im Szenario mit niedrigen THG-Emissionen (SSP1-2,6) eher als nicht erreicht und im Szenario mit sehr niedrigen THG-Emissionen (SSP1-1,9) wahrscheinlicher als nicht erreicht. In allen von der WGI betrachteten Szenarien mit Ausnahme des Szenarios mit sehr hohen Emissionen liegt der Mittelpunkt des ersten 20-jährigen durchschnittlichen Zeitraums, in dem die geschätzte globale Erwärmung 1,5 °C erreicht, in der ersten Hälfte der 2030er Jahre. Im sehr hohen THG-Emissionsszenario liegt diese Mitte in den späten 2020er Jahren. Das mittlere Fünfjahresintervall, in dem ein globales Erwärmungsniveau von 1,5 °C (50 %-Wahrscheinlichkeit) in Kategorien modellierter Pfade erreicht wird, die in der Arbeitsgruppe III berücksichtigt werden, beträgt 2030-2035. {WGI SPM B.1.3, WGI Querschnittsfeld TS.1, WGIII Tabelle 3.2} (Querschnittsfeld.2)

115 Siehe Abschnittsübergreifendes Feld.2.

Verbesserungen der Luftqualität als nur Verringerungen der THG-Emissionen, aber langfristig werden weitere Verbesserungen in Szenarien projiziert, in denen Anstrengungen zur Verringerung von Luftschadstoffen und THG-Emissionen kombiniert werden (hohes Vertrauen).¹¹⁶ {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM D.1, WGI SPM D.2, WGI Abbildung SPM.4, WGI Tabelle SPM.1, WGI Querschnittsfeld TS.1; WGIII SPM C.3, WGIII Tabelle SPM.2, WGIII Abbildung SPM.5, WGIII Kasten SPM.1 Abbildung 1, WGIII Tabelle 3.2} (Tabelle 3.1, Querschnittsfeld.2 Abbildung 1)

Veränderungen bei den kurzlebigen Klimatreibern (SLCF), die sich aus den fünf betrachteten Szenarien ergeben, führen kurz- und langfristig zu einer zusätzlichen Nettoerwärmung (hohes Vertrauen). Gleichzeitige strenge Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels und zur Bekämpfung der Luftverschmutzung begrenzen diese zusätzliche Erwärmung und führen zu starken Vorteilen für die Luftqualität (hohes Vertrauen). In Szenarien mit hohen und sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP3-7,0 und SSP5-8,5) führen kombinierte Änderungen der SLCF-Emissionen wie CH₄, Aerosol- und Ozonvorläufer zu einer Nettoerwärmung um 2100 von wahrscheinlich 0,4 ° C bis 0,9 ° C im Vergleich zu 2019. Dies ist auf den projizierten Anstieg der atmosphärischen Konzentration von CH₄, troposphärischem Ozon, teilfluorierten Kohlenwasserstoffen und, wenn eine starke Luftreinhaltung in Betracht gezogen wird, auf die Verringerung der Kühlaerosole zurückzuführen. In Szenarien mit niedrigen und sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (SSP1-1.9 und SSP1-2.6) führen Maßnahmen zur Bekämpfung der Luftverschmutzung, Verringerungen von CH₄ und anderen Ozonvorläuferstoffen zu einer Nettokühlung, während Verringerungen anthropogener Kühlaerosole zu einer Nettoerwärmung führen (hohes Vertrauen). Insgesamt führt dies zu einer wahrscheinlichen Nettoerwärmung von 0,0 ° C bis 0,3 ° C aufgrund von SLCF-Veränderungen im Jahr 2100 im Vergleich zu 2019 und einer starken Verringerung des globalen Oberflächenozons und der Partikel (hohes Vertrauen). {WGI SPM D.1.7, WGI Box TS.7} (Querschnittsbox.2)

Die anhaltenden THG-Emissionen werden sich weiter auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken, und viele Änderungen werden auf hundertjährigen bis tausendjährigen Zeitskalen irreversibel sein. Viele Veränderungen im Klimasystem werden in direktem Zusammenhang mit der zunehmenden globalen Erwärmung größer. Mit jedem weiteren Anstieg der globalen Erwärmung werden die Veränderungen in den Extremen immer größer. Eine zusätzliche Erwärmung wird zu häufigeren und intensiveren Meereshitzewellen führen und wird voraussichtlich das Auftauen des Permafrosts und den Verlust der saisonalen Schneedecke, der Gletscher, des Landeises und des arktischen Meereises weiter verstärken (hohes Vertrauen). Die anhaltende globale Erwärmung wird den Projektionen zufolge den globalen Wasserkreislauf weiter intensivieren, einschließlich seiner Variabilität, des globalen Monsunniederschlags¹¹⁷ und der sehr nassen und sehr trockenen Wetter- und Klimaereignisse und -jahreszeiten (hohes Vertrauen). Der Anteil der globalen Flächen mit nachweisbaren Veränderungen des saisonalen Mittelniederschlags wird voraussichtlich zunehmen (mittlere Zuversicht), wobei die Niederschlagsmengen und Oberflächenwasserströme über die meisten Landregionen innerhalb der Jahreszeiten (hohe Zuversicht) und von Jahr zu Jahr (mittlere Zuversicht) schwanken werden. Viele Veränderungen aufgrund vergangener und künftiger THG-Emissionen sind¹¹⁸ auf hundertjährigen bis tausendjährigen Zeitskalen unumkehrbar, insbesondere im Ozean, in Eisschilden und auf dem globalen Meeresspiegel (siehe 3.1.3). Die Versauerung der Ozeane (fast sicher), die Desoxygenierung der Ozeane (hohes Vertrauen) und der globale mittlere Meeresspiegel (fast sicher) werden im 21. Jahrhundert weiter zunehmen, und zwar zu Preisen, die von zukünftigen Emissionen abhängen. {WGI SPM B.2, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.2.3, WGI SPM B.2.5, WGI SPM B.3, WGI SPM B.3.1, WGI SPM B.3.2, WGI SPM B.4, WGI SPM B.5, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.3, WGI Abbildung SPM.8} (Abbildung 3.1)

Angesichts der weiteren globalen Erwärmung wird davon ausgegangen, dass jede Region zunehmend gleichzeitige und mehrfache Veränderungen der Klimaeinflussfaktoren erleben wird. Zunahmen von Hitze und Abnahmen von kalten Klimaaufpralltreibern, wie Temperaturextreme, werden in allen Regionen projiziert (hohes Vertrauen). Bei einer globalen Erwärmung von 1,5 ° C werden sich schwere Niederschläge und Überschwemmungen in den meisten Regionen Afrikas, Asiens (hohes Vertrauen), Nordamerikas (mittleres bis hohes Vertrauen) und Europas (mittleres Vertrauen) voraussichtlich verstärken und häufiger auftreten. Bei 2 ° C oder darüber dehnen sich diese Veränderungen auf mehr Regionen aus und/oder werden signifikanter (hohes Vertrauen), und häufigere und/oder schwerere landwirtschaftliche und ökologische Dürren werden in Europa, Afrika, Australasien und Nord-, Mittel- und Südamerika projiziert (mittleres bis hohes Vertrauen). Weitere projizierte regionale Veränderungen sind die Intensivierung tropischer Wirbelstürme und/oder extratropischer Stürme (mittleres Vertrauen) und die Zunahme von Trockenheit und Feuerwetter¹¹⁹ (mittleres bis hohes Vertrauen). Zusammengesetzte Hitzewellen und Dürren werden wahrscheinlich häufiger, auch gleichzeitig an mehreren Orten (hohes Vertrauen). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.3, WGI SPM C.2.4, WGI SPM C.2.7}

116 Basierend auf zusätzlichen Szenarien.

117 Besonders über Süd- und Südostasien, Ostasien und Westafrika abgesehen vom äußersten Westen der Sahelzone. {WGI SPM B.3.3}

118 Siehe Anhang I: Glossar.

119 Siehe Anhang I: Glossar.

Mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung werden regionale Veränderungen des mittleren Klimas und der Extreme weiter verbreitet und ausgeprägt.

2011-2020 war um 1,1°C wärmer als 1850-1900

Das letzte Mal, als die globale Oberflächentemperatur bei oder über 2,5 °C gehalten wurde, war vor über 3 Millionen Jahren

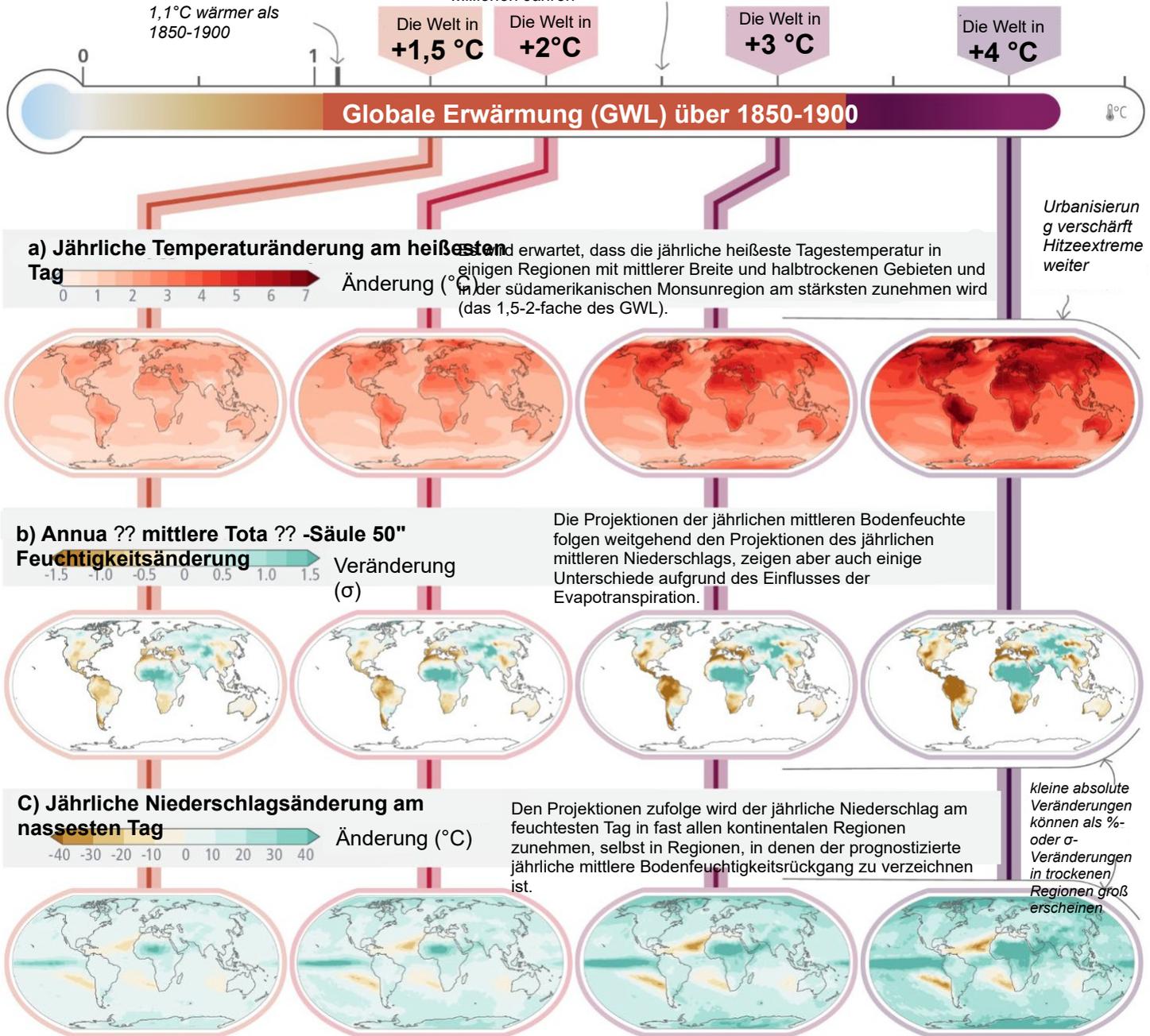


Abbildung 3.1: Projizierte Änderungen der jährlichen maximalen Tagestemperatur, der jährlichen mittleren Gesamtsäulenbodenfeuchte CMIP und der jährlichen maximalen täglichen Niederschläge bei globalen Erwärmungswerten von 1,5 °C, 2 °C, 3 °C und 4 °C im Vergleich zu 1850-1900.

Simuliert (a) jährliche maximale Temperaturänderung (°C), (b) jährliche mittlere Gesamtsäulenbodenfeuchte (Standardabweichung), (c) jährliche maximale tägliche Niederschlagsänderung (%). Änderungen entsprechen CMIP6 Multi-Modell Median Änderungen. In den Feldern b) und c) können große positive relative Veränderungen in trockenen Regionen kleinen absoluten Veränderungen entsprechen. In Feld b) ist die Einheit die Standardabweichung der jährlichen Variabilität der Bodenfeuchte während der Jahre 1850-1900. Standardabweichung ist eine weit verbreitete Metrik zur Charakterisierung der Dürreschwere. Eine projizierte Verringerung der mittleren Bodenfeuchtigkeit um eine Standardabweichung entspricht den für Dürren typischen Bodenfeuchtigkeitsbedingungen, die zwischen 1850 und 1900 etwa alle sechs Jahre auftraten. Der interaktive WGI-Atlas (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) kann verwendet werden, um zusätzliche Veränderungen im Klimasystem über den in dieser Abbildung dargestellten Bereich der globalen Erwärmung zu untersuchen. {WGI Abbildung SPM.5, WGI Abbildung TS.5, WGI Abbildung 11.11, WGI Abbildung 11.16, WGI Abbildung 11.19} (Abschnitt Box.2)

3.1.2 Auswirkungen und damit verbundene Risiken

Für ein bestimmtes Erwärmungsniveau werden viele klimabedingte Risiken als höher eingeschätzt als in AR5 (hohes Vertrauen). Die Risikoniveaus¹²⁰ für alle besorgniserregenden Gründe¹²¹ (RFCs) werden bei niedrigeren Werten der globalen Erwärmung als hoch bis sehr hoch bewertet, verglichen mit dem, was in AR5 bewertet wurde (hohes Vertrauen). Dies basiert auf jüngsten Erkenntnissen über beobachtete Auswirkungen, ein verbessertes Prozessverständnis und neues Wissen über die Exposition und Anfälligkeit menschlicher und natürlicher Systeme, einschließlich der Grenzen der Anpassung. Je nach Grad der globalen Erwärmung werden die bewerteten langfristigen Auswirkungen für 127 identifizierte Schlüsselrisiken, z. B. in Bezug auf die Anzahl der betroffenen Menschen und Arten, um ein Vielfaches höher sein als derzeit beobachtet (hohes Vertrauen). Die Risiken, einschließlich Kaskadenrisiken (siehe 3.1.3) und Überschreitungsrisiken (siehe 3.3.4), werden den Projektionen zufolge mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung (sehr hohes Vertrauen) immer schwerwiegender werden. {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.5, WGII 16.6.3; SRCCL SPM A5.3} (Abbildung 3.2, Abbildung 3.3)

Klimabedingte Risiken für natürliche und menschliche Systeme sind bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C höher als derzeit (1,1 °C), aber niedriger als bei 2 °C (hohes Vertrauen) (siehe Abschnitt 2.1.2). Klimabedingte Risiken für die Gesundheit, die Lebensgrundlagen, die Ernährungssicherheit, die Wasserversorgung, die menschliche Sicherheit und das Wirtschaftswachstum werden mit einer globalen Erwärmung von 1,5 °C voraussichtlich zunehmen. In terrestrischen Ökosystemen werden 3 bis 14 % der zehntausend untersuchten Arten bei einem GWL von 1,5 °C wahrscheinlich einem sehr hohen Aussterbensrisiko ausgesetzt sein. Korallenriffe werden bei 1,5 °C der globalen Erwärmung voraussichtlich um weitere 70–90 % zurückgehen (hohes Vertrauen). Bei diesem GWL würden viele niedrig gelegene und kleine Gletscher auf der ganzen Welt den größten Teil ihrer Masse verlieren oder innerhalb von Jahrzehnten bis Jahrhunderten verschwinden (hohes Vertrauen). Zu den überproportional gefährdeten Regionen gehören arktische Ökosysteme, Trockengebiete, kleine Inselentwicklungsländer und die am wenigsten entwickelten Länder (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4.1, WGII TS.C.4.2; SR1.5 SPM A.3, SR1.5 SPM B.4.2, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.5.1} (Abbildung 3.3)

Bei einer Erderwärmung von 2 °C würden die Gesamtrisikoniveaus im Zusammenhang mit der ungleichen Verteilung der Auswirkungen (RFC3), den globalen aggregierten Auswirkungen (RFC4) und den großen singulären Ereignissen (RFC5) zu hoch (mittleres Vertrauen), die mit extremen Wetterereignissen (RFC2) zu sehr hoch (mittleres Vertrauen) und die mit einzigartigen und bedrohten Systemen (RFC1) verbundenen Risiken zu sehr hoch (hohes Vertrauen) übergehen (Abbildung 3.3, Grafik a). With about 2°C warming, climate-related changes in food availability and diet quality are estimated to increase nutrition-related diseases and the number of undernourished people, affecting tens (under low vulnerability and low warming) to hundreds of millions of people (under high vulnerability and high warming), particularly among low-income households in low- and middle-income countries in sub-Saharan Africa, South Asia and Central America (high confidence). So wird die Verfügbarkeit von Schneeschnmelzwasser für die Bewässerung in einigen schneeschnmelzabhängigen Flusseinzugsgebieten voraussichtlich um bis zu 20 % zurückgehen (mittleres Vertrauen). Die Risiken des Klimawandels für Städte, Siedlungen und wichtige Infrastrukturen werden mittel- und langfristig mit einer weiteren globalen Erwärmung stark zunehmen, insbesondere an Orten, die bereits hohen Temperaturen ausgesetzt sind, entlang der Küsten oder mit hoher Anfälligkeit (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4.2, WGII SPM B.4.5, WGII TS C.3.3, WGII TS.C.12.2} (Abbildung 3.3)

Bei einer globalen Erwärmung um 3 °C erreichen zusätzliche Risiken in vielen Sektoren und Regionen ein hohes oder sehr hohes Niveau, was weitreichende systemische Auswirkungen, irreversible Veränderungen und viele zusätzliche

120 Das nicht nachweisbare Risikoniveau weist darauf hin, dass keine damit verbundenen Auswirkungen nachweisbar und auf den Klimawandel zurückzuführen sind. ein moderates Risiko darauf hindeutet, dass die damit verbundenen Auswirkungen sowohl nachweisbar als auch dem Klimawandel mit mindestens mittlerem Vertrauen zuzuschreiben sind, wobei auch die anderen spezifischen Kriterien für Schlüsselrisiken berücksichtigt werden; ein hohes Risiko auf schwerwiegende und weit verbreitete Auswirkungen hindeutet, die bei einem oder mehreren Kriterien für die Bewertung der wichtigsten Risiken als hoch eingeschätzt werden; und ein sehr hohes Risikoniveau deutet auf ein sehr hohes Risiko schwerer Auswirkungen und das Vorhandensein einer erheblichen Unumkehrbarkeit oder des Fortbestehens klimabedingter Gefahren in Verbindung mit einer begrenzten Anpassungsfähigkeit aufgrund der Art der Gefahr oder der Auswirkungen/Risiken hin. {WGII Abbildung SPM.3}

121 Der RFC-Rahmen vermittelt ein wissenschaftliches Verständnis über die Anhäufung von Risiken für fünf große Kategorien (WGII-Abbildung SPM.3). RFC1: Einzigartige und bedrohte Systeme: ökologische und menschliche Systeme, deren geografische Reichweite durch klimabedingte Bedingungen eingeschränkt ist und die einen hohen Endemismus oder andere charakteristische Eigenschaften aufweisen. Beispiele sind Korallenriffe, die Arktis und ihre indigenen Völker, Berggletscher und Biodiversitäts-Hotspots. RFC2: Extreme Wetterereignisse: Risiken/Auswirkungen extremer Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen, Dürre und damit verbundene Waldbrände sowie Überschwemmungen an der Küste auf die menschliche Gesundheit, die Lebensgrundlagen, Vermögenswerte und Ökosysteme. RFC3: Verteilung der Auswirkungen: Risiken/Auswirkungen, von denen bestimmte Gruppen aufgrund der ungleichen Verteilung der Gefahren des physischen Klimawandels, der Exposition oder der Anfälligkeit unverhältnismäßig stark betroffen sind. RFC4: Globale aggregierte Auswirkungen: Auswirkungen auf sozio-ökologische Systeme, die global in einer einzigen Metrik zusammengefasst werden können, wie monetäre Schäden, betroffene Leben, verlorene Arten oder Ökosystemzerstörung auf globaler Ebene. RFC5: Große Einzelveranstaltungen: relativ große, abrupte und manchmal irreversible Veränderungen in Systemen, die durch die globale Erwärmung verursacht werden, wie die Instabilität der Eisschilde oder die Verlangsamung der thermohalinen Zirkulation. Die Bewertungsmethoden umfassen eine strukturierte Expertenbefragung auf der Grundlage der in der WGII SM16.6 beschriebenen Literatur und sind identisch mit AR5, werden jedoch durch einen strukturierten Ansatz zur Verbesserung der Robustheit und zur Erleichterung des Vergleichs zwischen AR5 und AR6 verbessert. Weitere Erläuterungen zu globalen Risikoniveaus und Besorgnisgründen finden sich in WGII TS.AII. {WGII Abbildung SPM.3}

Anpassungsgrenzen mit sich bringt (siehe Abschnitt 3.2) (hohes Vertrauen). So dürfte sich das sehr hohe Aussterberisiko für endemische Arten in Biodiversitäts-Hotspots mindestens verzehnfachen, wenn die Erwärmung von 1,5 °C auf 3 °C ansteigt (mittleres Vertrauen). Die prognostizierten Anstiege der direkten Hochwasserschäden sind bei 2 °C um das 1,4- bis 2-fache und bei 3 °C um das 2,5- bis 3,9-fache höher als bei 1,5 °C Erderwärmung ohne Anpassung (mittleres Vertrauen). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII Abbildung SPM.3, WGII TS Anhang AII, WGII Anlage I Global zu Regional Atlas Abbildung AI.46} (Abbildung 3.2, Abbildung 3.3)

Die globale Erwärmung von 4 °C und darüber wird voraussichtlich weitreichende Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme haben (hohes Vertrauen). Über 4°C Erwärmung hinaus sind die prognostizierten Auswirkungen auf natürliche Systeme das lokale Aussterben von ~50% der tropischen Meeresarten (mittleres Vertrauen) und Biome-Verschiebungen über 35% der globalen Landfläche (mittleres Vertrauen). Bei dieser Erwärmung werden voraussichtlich etwa 10 % der globalen Landfläche sowohl einem zunehmend hohen als auch einem abnehmenden extremen Stromfluss ausgesetzt sein, der ohne zusätzliche Anpassung mehr als 2,1 Milliarden Menschen (mittleres Vertrauen) und etwa 4 Milliarden Menschen Wasserknappheit (mittleres Vertrauen) betrifft. Bei 4°C Erwärmung wird die globale verbrannte Fläche voraussichtlich um 50 bis 70% und die Feuerfrequenz um ~30% im Vergleich zu heute zunehmen (mittleres Vertrauen). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII TS.C.1.2, WGII TS.C.2.3, WGII TS.C.4.1, WGII TS.C.4.4} (Abbildung 3.2, Abbildung 3.3)

Die prognostizierten negativen Auswirkungen und die damit verbundenen Verluste und Schäden durch den Klimawandel eskalieren mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung (sehr hohes Vertrauen), aber sie werden auch stark von sozioökonomischen Entwicklungspfaden und Anpassungsmaßnahmen abhängen, um die Anfälligkeit und Exposition zu verringern (hohes Vertrauen). Beispielsweise führen Entwicklungspfade mit einer höheren Nachfrage nach Lebensmitteln, Futtermitteln und Wasser, einem ressourcenintensiveren Verbrauch und einer stärkeren Produktion sowie begrenzten technologischen Verbesserungen zu höheren Risiken durch Wasserknappheit in Trockengebieten, Bodendegradation und Ernährungsunsicherheit (hohes Vertrauen). Veränderungen beispielsweise in der Demografie oder Investitionen in Gesundheitssysteme haben Auswirkungen auf eine Vielzahl gesundheitsbezogener Ergebnisse, einschließlich hitzebedingter Morbidität und Mortalität (Abbildung 3.3 Panel d). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII Abbildung SPM.3; SRCCL SPM A.6}

Mit jedem Anstieg der Erwärmung werden die Auswirkungen und Risiken des Klimawandels immer komplexer und schwieriger zu bewältigen sein. Viele Regionen werden voraussichtlich eine Zunahme der Wahrscheinlichkeit von zusammengesetzten Ereignissen mit höherer globaler Erwärmung erleben, wie gleichzeitige Hitzewellen und Dürren, zusammengesetzte Überschwemmungen und Feuerwetter. Darüber hinaus werden mehrere klimatische und nichtklimatische Risikofaktoren wie der Verlust an biologischer Vielfalt oder gewaltsame Konflikte zusammenwirken, was zu einer Verschärfung des Gesamtrisikos und der Risiken führt, die über Sektoren und Regionen hinweg kaskadieren. Darüber hinaus können sich Risiken aus einigen Reaktionen ergeben, mit denen die Risiken des Klimawandels verringert werden sollen, z. B. nachteilige Nebenwirkungen einiger Maßnahmen zur Emissionsreduktion und zur Entfernung von Kohlendioxid (CDR) (siehe 3.4.1). (hohes Vertrauen) {WGI SPM C.2.7, WGI Abbildung SPM.6, WGI TS.4.3; WGII SPM B.1.7, WGII B.2.2, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.4.2, WGII SPM B.5, WGII CCB2}

Solar Radiation Modification (SRM) -Ansätze, wenn sie umgesetzt werden sollten, bringen eine breite Palette neuer Risiken für Menschen und Ökosysteme mit sich, die nicht gut verstanden werden. SRM hat das Potenzial, die Erwärmung innerhalb von ein oder zwei Jahrzehnten auszugleichen und einige Klimagefahren zu mildern, würde aber das Klima nicht in einen früheren Zustand zurückversetzen, und ein erheblicher verbleibender oder überkompensierender Klimawandel würde auf regionaler und saisonaler Ebene auftreten (hohes Vertrauen). Die Auswirkungen von SRM würden von dem verwendeten spezifischen Ansatz abhängen,¹²² und eine plötzliche und nachhaltige Beendigung von SRM in einem Szenario mit hohen CO₂-Emissionen würde zu einem raschen Klimawandel führen (hohes Vertrauen). SRM würde nicht verhindern, dass die atmosphärischen CO₂-Konzentrationen unter anhaltenden anthropogenen Emissionen zunehmen oder die daraus resultierende Versauerung der Ozeane verringern (hohes Vertrauen). Große Unsicherheiten und Wissenslücken sind mit dem Potenzial von SRM-Ansätzen zur Verringerung der Risiken des Klimawandels verbunden. Das Fehlen einer soliden und formalen SRM-Governance birgt Risiken, da die Einführung durch eine begrenzte Anzahl von Staaten zu internationalen Spannungen führen könnte. {WGI 4.6; AGII SPM B.5.5; AGIII 14.4.5.1; WGIII 14 Arbeitsgruppenübergreifende Box Solarstrahlungsmodifikation; SR1.5 SPM C.1.4}

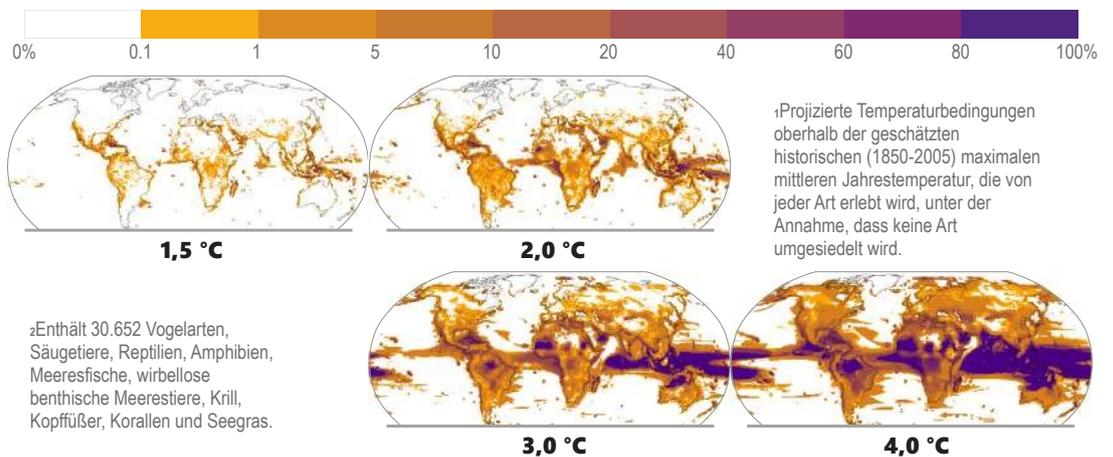
¹²² Es wurden mehrere SRM-Ansätze vorgeschlagen, darunter die stratosphärische Aerosolinjektion, die Aufhellung von Meereswolken, bodenbasierte Albedo-Modifikationen und Veränderungen der Albedo im Ozean. Siehe Anhang I: Glossar.

Der künftige Klimawandel wird voraussichtlich die Schwere der Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme erhöhen und die regionalen Unterschiede verstärken.

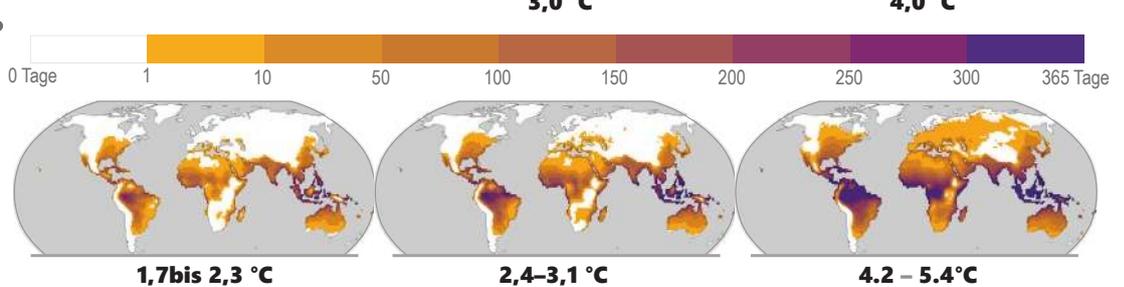
Beispiele für Auswirkungen ohne zusätzliche Anpassung

a) Risiko von Artenverlusten

Prozentsatz der Tierarten und Seegrasarten, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind^{1,2}



b) Hitze-Feuchtigkeits-Risiken für die menschliche Gesundheit

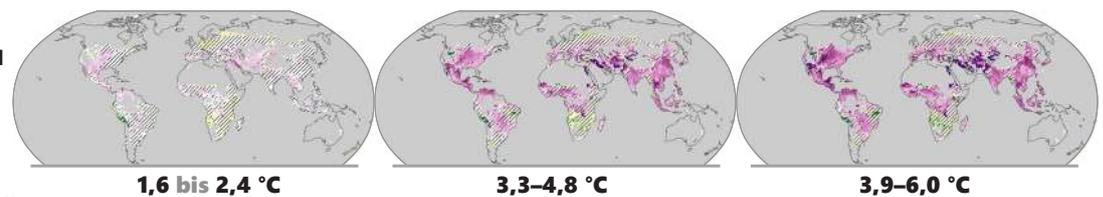


Tag pro Jahr, an denen kombinierte Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ein Sterblichkeitsrisiko für Einzelpersonen darstellen:

c) Auswirkungen auf die Lebensmittelproduktion

c1) Maisausbeute⁴

Ertragsveränderungen (%)



c2) Fischereiertrag⁵

Änderungen (%) des maximalen Fangpotenzials

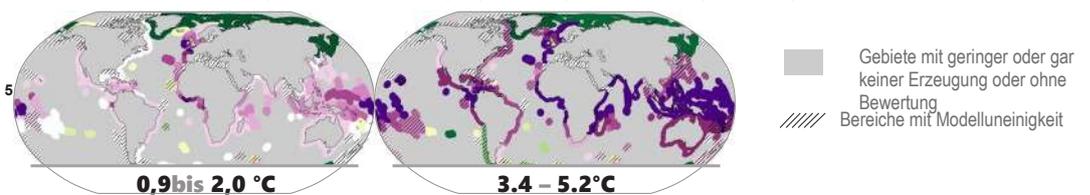
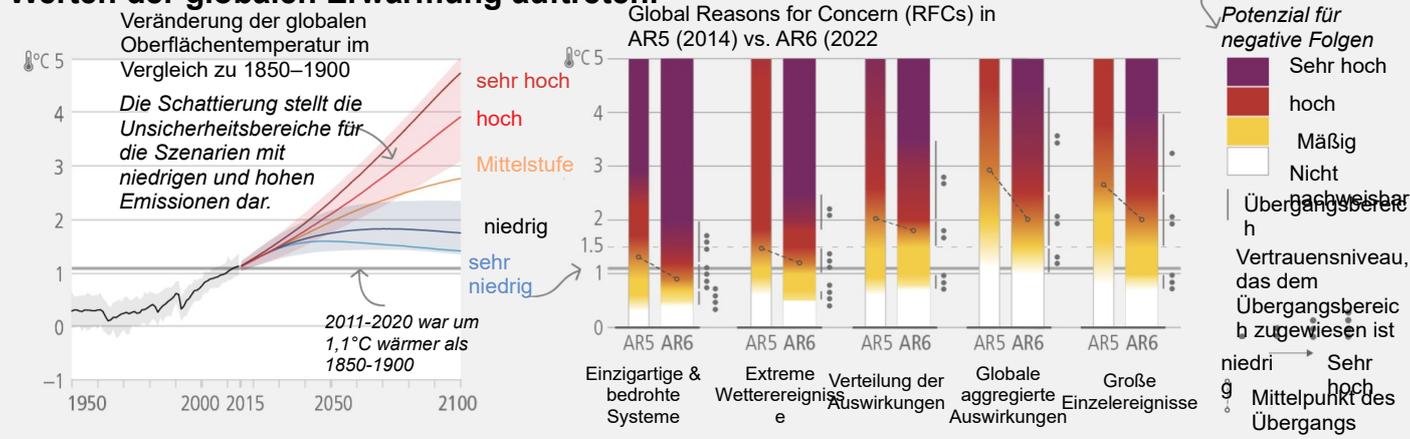


Abbildung 3.2: Projizierte Risiken und Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche und menschliche Systeme bei unterschiedlichen globalen Erwärmungsniveaus (GWLs) im Vergleich zu den Werten von 1850-1900.

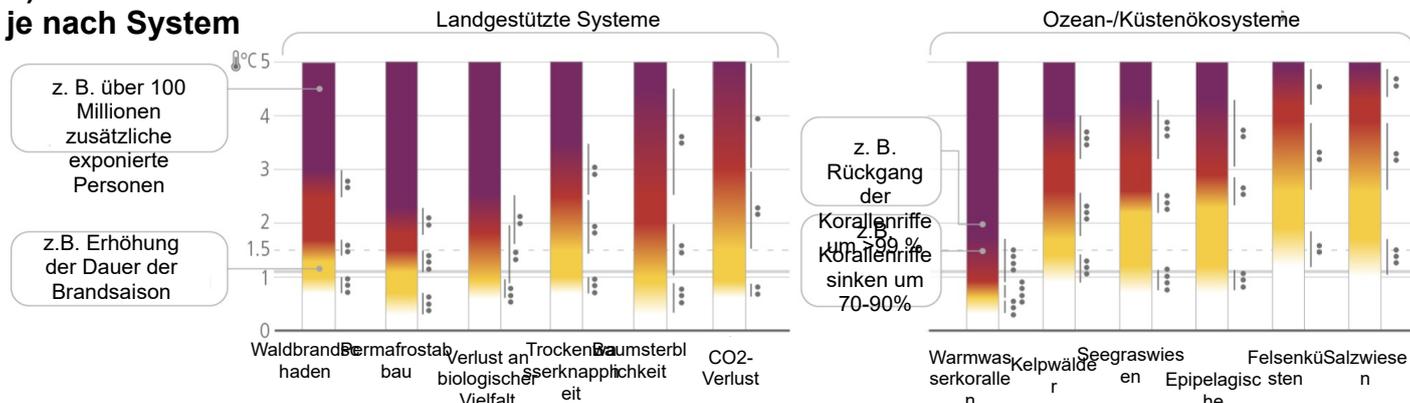
Die projizierten Risiken und Auswirkungen, die auf den Karten dargestellt werden, basieren auf Ergebnissen verschiedener Teilmengen von Erdsystemmodellen, die verwendet wurden, um jeden Auswirkungsindikator ohne zusätzliche Anpassung zu projizieren. Die Arbeitsgruppe II bietet eine weitere Bewertung der Auswirkungen auf menschliche und natürliche Systeme anhand dieser Projektionen und zusätzlicher Nachweise. a) Risiken von Artenverlusten, die sich aus dem Prozentsatz der bewerteten Arten ergeben, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind, wie sie durch Bedingungen definiert sind, die über die geschätzte historische mittlere Jahreshöchstemperatur (1850–2005) jeder Art bei GWLs von 1,5 °C, 2 °C, 3 °C und 4 °C hinausgehen. Die zugrunde liegenden Temperaturprojektionen stammen aus 21 Erdsystemmodellen und berücksichtigen keine Extremereignisse, die sich auf Ökosysteme wie die Arktis auswirken. b) Risiko für die menschliche Gesundheit, das sich aus den Tagen pro Jahr ergibt, an denen die Bevölkerung hypothermen Bedingungen ausgesetzt ist, die für den historischen Zeitraum (1991–2005) und bei GWLs von 1,7 °C bis 2,3 °C (Mittelwert = 1,9 °C) ein Sterblichkeitsrisiko aufgrund von Oberflächenlufttemperatur und Luftfeuchtigkeit darstellen; 13 Klimamodelle), 2,4 °C bis 3,1 °C (2,7 °C; 16 Klimamodelle) und 4,2 °C bis 5,4 °C (4,7 °C; 15 Klimamodelle). Interquartile Bereiche von WGLs bis 2081–2100 unter RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5. Der vorgestellte Index steht im Einklang mit den gemeinsamen Merkmalen vieler Indizes, die in WGI- und WGII-Bewertungen enthalten sind. c) Auswirkungen auf die Lebensmittelerzeugung: c1) Veränderungen des Maisertrags bei prognostiziertem GWL von 1,6 °C bis 2,4 °C (2,0 °C), 3,3 °C bis 4,8 °C (4,1 °C) und 3,9 °C bis 6,0 °C (4,9 °C). Mediane Ertragsänderungen aus einem Ensemble von 12 Erntemodellen, die jeweils durch voreingenommene Ergebnisse aus 5 Erdsystemmodellen des Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) und des Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP) getrieben werden. Die Karten zeigen 2080–2099 im Vergleich zu 1986–2005 für die derzeitigen Wachstumsregionen (> 10 ha), wobei der entsprechende Bereich der künftigen globalen Erwärmung in den Abschnitten SSP1-2.6, SSP3-7.0 bzw. SSP5-8.5 dargestellt ist. Das Schraffieren zeigt Bereiche an, in denen <70% der Klima-Kultur-Modellkombinationen sich auf das Aufprallzeichen einigen. c2) Änderungen des maximalen Fangpotenzials der Fischereien bis 2081-2099 gegenüber 1986-2005 bei prognostiziertem GWL von 0,9 °C bis 2,0 °C (1,5 °C) und 3,4 °C bis 5,2 °C (4,3 °C). GWL bis 2081–2100 unter RCP2.6 und RCP8.5. Hatching zeigt an, wo die beiden Klimafischereimodelle in der Richtung des Wandels nicht übereinstimmen. Große relative Veränderungen in ertragsschwachen Regionen können kleinen absoluten Veränderungen entsprechen. Die biologische Vielfalt und die Fischerei in der Antarktis wurden aufgrund von Datenbeschränkungen nicht analysiert. Die Ernährungssicherheit wird auch durch Ernte- und Fischereiausfälle beeinträchtigt, die hier nicht dargestellt werden. {WGII Abb. TS.5, WGII Abb. TS.9, WGII Anhang I: Globaler bis regionaler Atlas Abbildung AI.15, Abbildung AI.22, Abbildung AI.23, Abbildung AI.29; WGII 7.3.1.2, 7.2.4.1, SROCC Abbildung SPM.3} (3.1.2, Querschnittsfeld.2)

Die Risiken steigen mit jedem Anstieg der Erwärmung

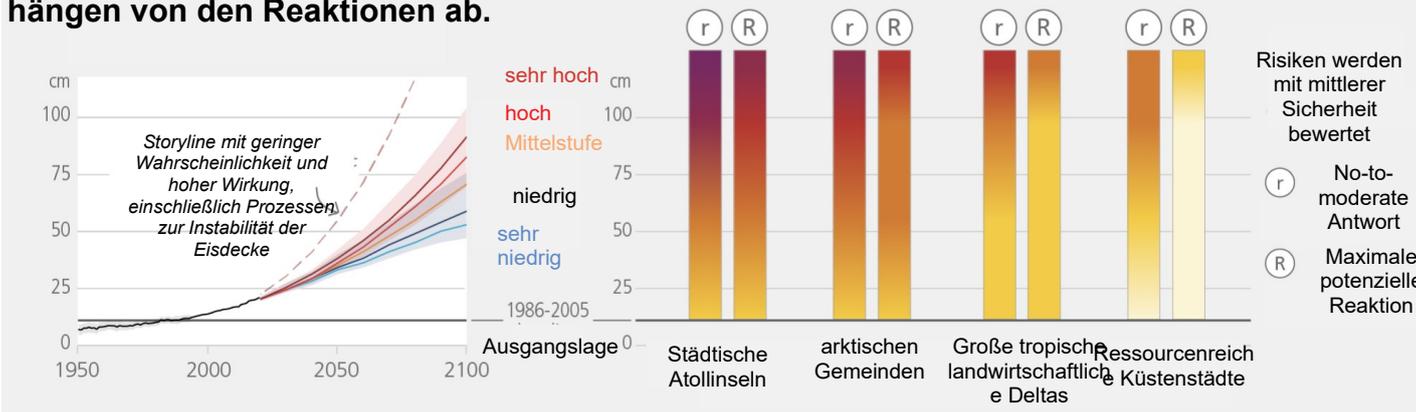
a) Es wird nun davon ausgegangen, dass hohe Risiken bei niedrigeren Werten der globalen Erwärmung auftreten.



b) Risiken unterscheiden sich je nach System

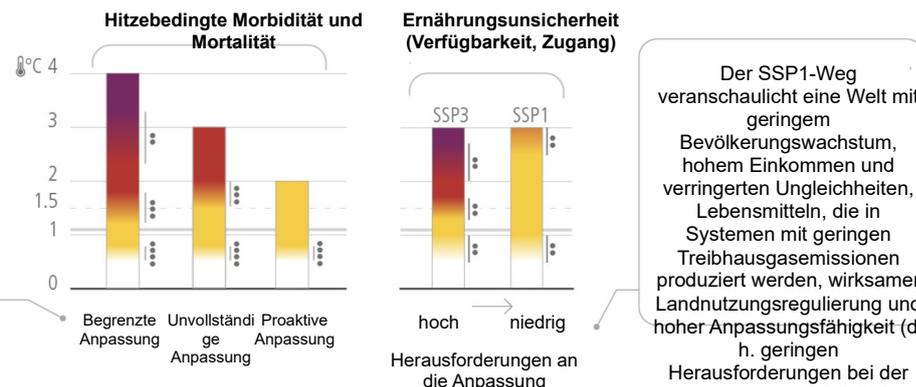


c) Die Risiken für die Küstenregionen nehmen mit dem Anstieg des Meeresspiegels zu und hängen von den Reaktionen ab.



d) Anpassung und sozioökonomische Pfade beeinflussen das Ausmaß klimabedingter Risiken

Begrenzte Anpassung (Versäumnis, sich proaktiv anzupassen; geringe Investitionen in die Gesundheitssysteme); unvollständige Anpassung (unvollständige Anpassungsplanung; mäßige Investitionen in die Gesundheitssysteme); proaktive Anpassung (proaktives Anpassungsmanagement; hohe Investitionen in die Gesundheitssysteme)



e) Beispiele für Schlüsselrisiken in verschiedenen Regionen

Das Fehlen von Risikodiagrammen bedeutet nicht das Fehlen von Risiken innerhalb einer Region. Die Entwicklung synthetischer Diagramme für kleine Inseln, Asien sowie Mittel- und Südamerika war aufgrund des Mangels an adäquat herunterskalierten Klimaprojektionen, der Unsicherheit in Richtung des Wandels, der Vielfalt der Klimatologien und sozioökonomischen Kontexte zwischen den Ländern innerhalb einer Region und der daraus resultierenden wenigen Anzahl von Auswirkungen und Risikoprojektionen für unterschiedliche Erwärmungsniveaus begrenzt.

Die aufgeführten Risiken weisen mindestens ein *mittleres* Konfidenzniveau auf:

Kleine Inseln	- Verlust von Land-, Meeres- und Küstenbiodiversität und Ökosystemdienstleistungen- Verlust von Leben und Vermögenswerten, Risiko für die Ernährungssicherheit und wirtschaftliche Störungen aufgrund der Zerstörung von Siedlungen und Infrastrukturen- wirtschaftlicher Niedergang und Lebensunterhaltsversagen von Fischerei, Landwirtschaft, Tourismus und durch den Verlust der biologischen Vielfalt durch traditionelle Agrarökosysteme - Reduzierte Bewohnbarkeit von Riff- und Nicht-Riff-Inseln, was zu einer erhöhten Vertreibung führt- Risiko für die Wassersicherheit auf fast jeder kleinen Insel
Nordamerika	- Climate-sensitive mental health outcomes, human mortality and morbidity due to increasing average temperature, weather and climate extremes, and compound climate hazards- Risk of degradation of marine, coastal and terrestrial ecosystems, including loss of biodiversity, function, and protective services - Risk to freshwater resources with consequences for ecosystems, reduced surface water availability for irrigated agriculture, other human uses, and degraded water quality - Risk to food and nutritional security through changes in agriculture, livestock, hunting, fisheries, and aquaculture productivity and access- Risks to well-being, livelihoods and economic activities from cascading and compounding climate hazards, including risks to coastal cities, settlements and infrastructure from sea level rise
Europa	- Risiken für Menschen, Volkswirtschaften und Infrastrukturen aufgrund von Küsten- und Binnenüberschwemmungen- Stress und Sterblichkeit für Menschen aufgrund steigender Temperaturen und Hitzeextreme- Störungen mariner und terrestrischer Ökosysteme- Wasserknappheit in mehreren miteinander verbundenen Sektoren- Verluste bei der Pflanzenproduktion aufgrund von Mischwärme und Trockenheit sowie extremem Wetter
Mittel- und Südamerika	- Risiko für die Wassersicherheit - Schwere gesundheitliche Auswirkungen durch zunehmende Epidemien, insbesondere durch Vektoren übertragene Krankheiten - Abbau von Korallenriff-Ökosystemen durch Korallenbleiche - Risiko für die Ernährungssicherheit durch häufige/extreme Dürren- Schäden an Leben und Infrastruktur durch Überschwemmungen, Erdbeben, Meeresspiegelanstieg, Sturmfluten und Küstenerosion
Australasien	- Abbau tropischer seichter Korallenriffe und damit verbundener Biodiversitäts- und Ökosystemdienstwerte- Verlust menschlicher und natürlicher Systeme in tiefliegenden Küstengebieten durch Meeresspiegelanstieg- Auswirkungen auf Lebensgrundlagen und Einkommen durch Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion- Anstieg der hitzebedingten Sterblichkeit und Morbidität für Menschen und Wildtiere- Verlust alpiner Biodiversität in Australien durch weniger Schnee
Asien	- Schäden an der städtischen Infrastruktur und Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden und die menschliche Gesundheit aufgrund von Überschwemmungen, insbesondere in Küstenstädten und -siedlungen- Verlust an biologischer Vielfalt und Habitatverschiebungen sowie damit verbundene Störungen in abhängigen menschlichen Systemen in Süßwasser-, Land- und Ozeanökosystemen- Häufigere, umfangreichere Korallenbleiche und nachfolgende Korallensterblichkeit infolge der Erwärmung und Versauerung der Ozeane, des Anstiegs des Meeresspiegels, der Meeressärmewellen und der Ressourcenextraktion- Rückgang der Küstenfischereiresourcen aufgrund des Anstiegs des Meeresspiegels, des Rückgangs der Niederschläge in einigen Teilen und des Temperaturanstiegs- Risiko für die Ernährungs- und Wassersicherheit aufgrund erhöhter Temperaturextreme
Afrika	- Niederschlagschwankungen und Dürre- Verlust von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen, einschließlich Süßwasser-, Land- und Meeresökosystemen- Risiko für die Ernährungssicherheit, Risiko von Unterernährung (Mikronährstoffmangel) und Verlust des Lebensunterhalts aufgrund einer verringerten Nahrungsmittelproduktion durch Pflanzen, Vieh und Fischerei- Risiken für die Gesundheit der Meeresökosysteme und die Lebensgrundlagen in Küstengemeinden- Erhöhte menschliche Sterblichkeit und Morbidität aufgrund erhöhter Hitze und Infektionskrankheiten (einschließlich durch Vektoren übertragener Krankheiten und Durchfallerkrankungen)- Geringere Wirtschaftsleistung und Wachstum sowie erhöhte Ungleichheits- und Armutsraten - Erhöhtes Risiko für die Wasser- und Energiesicherheit aufgrund von Dürre und Hitze

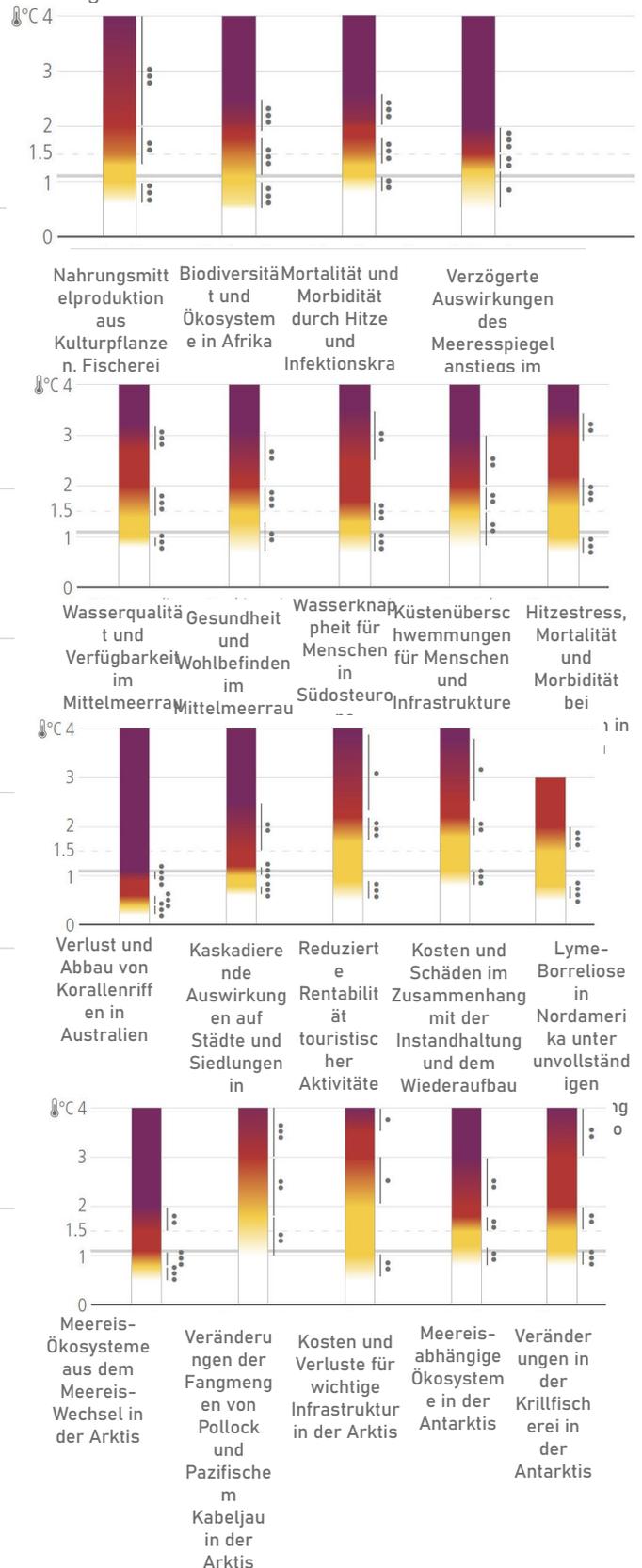


Abbildung 3.3: Synthetische Risikodiagramme globaler und sektoraler Bewertungen und Beispiele regionaler Schlüsselrisiken.

Die brennende Glut resultiert aus einer literaturbasierten Expertenbefragung. Panel (a): Links – Änderungen der globalen Oberflächentemperatur in °C im Vergleich zu 1850–1900. Diese Veränderungen wurden durch die Kombination von CMIP6-Modellsimulationen mit Beobachtungseinschränkungen auf der Grundlage der simulierten Erwärmung in der Vergangenheit sowie durch eine aktualisierte Bewertung der Gleichgewichtsklimasensitivität erzielt. Für die Szenarien mit niedrigen und hohen Treibhausgasemissionen (SSP1-2.6 und SSP3-7.0) werden sehr wahrscheinlich Bereiche angezeigt. Richtig - Globale Gründe für Bedenken, Vergleich von AR6 (dicke Glut) und AR5 (dünne Glut) Bewertungen. Für jeden RFC werden Diagramme angezeigt, wobei von einer geringen bis keiner Anpassung ausgegangen wird (d. h. die Anpassung ist fragmentiert, lokalisiert und umfasst inkrementelle Anpassungen an bestehende Praktiken). Beim Übergang zu einem sehr hohen Risikoniveau liegt der Schwerpunkt jedoch auf Unumkehrbarkeits- und Anpassungsgrenzen. Die horizontale Linie bezeichnet die gegenwärtige globale Erwärmung von 1,1 ° C, die verwendet wird, um die beobachteten, vergangenen Auswirkungen unterhalb der Linie von den zukünftigen projizierten Risiken darüber zu trennen. Linien verbinden die Mittelpunkte des Übergangs von moderatem zu hohem Risiko über AR5 und AR6. Panel (b): Risiken für landgestützte Systeme und Ozean-/Küstenökosysteme. Diagramme, die für jedes Risiko gezeigt werden, gehen von einer geringen bis keiner Anpassung aus. Textblasen zeigen Beispiele für Auswirkungen bei einem bestimmten Erwärmungsniveau. Panel (c): Links - Globale mittlere Meeresspiegeländerung in Zentimetern im Vergleich zu 1900. Die historischen Veränderungen (schwarz) werden von Gezeitenmessern vor 1992 und Höhenmessern danach beobachtet. Die zukünftigen Änderungen an 2100 (farbige Linien und Schattierungen) werden konsistent mit Beobachtungsbeschränkungen bewertet, die auf der Emulation von CMIP-, Eisschild- und Gletschermodellen basieren, und wahrscheinliche Bereiche werden für SSP1-2.6 und SSP3-7.0 gezeigt. Recht – Bewertung des kombinierten Risikos von Küstenüberschwemmungen, Erosion und Versalzung für vier illustrative Küstenregionen im Jahr 2100 aufgrund sich ändernder mittlerer und extremer Meeresspiegel in zwei Reaktionsszenarien in Bezug auf den SROCC-Basiszeitraum (1986–2005) und unter Angabe des IPCC-AR6-Basiszeitraums (1995–2014). Die Bewertung berücksichtigt keine Veränderungen des extremen Meeresspiegels, die über diejenigen hinausgehen, die direkt durch den mittleren Meeresspiegelanstieg verursacht werden. Das Risikoniveau könnte steigen, wenn andere Änderungen des extremen Meeresspiegels in Betracht gezogen würden (z. B. aufgrund von Änderungen der Zyklonintensität). „No-to-moderate response“ beschreibt die bisherigen Bemühungen (d. h. keine weiteren bedeutenden Maßnahmen oder neue Arten von Maßnahmen). „Höchstmögliche Reaktion“ ist eine Kombination von Antworten, die in vollem Umfang umgesetzt werden, und damit erhebliche zusätzliche Anstrengungen im Vergleich zu heute, wobei von minimalen finanziellen, sozialen und politischen Hindernissen ausgegangen wird. Die Bewertungskriterien umfassen Exposition und Anfälligkeit (Dichte der Vermögenswerte, Grad der Verschlechterung der terrestrischen und marinen Pufferökosysteme), Küstengefahren (Überschwemmung, Küstenerosion, Versalzung), In-situ-Antworten (hart konstruierte Küstenverteidigung, Wiederherstellung von Ökosystemen oder Schaffung neuer natürlicher Puffergebiete und Subventionsmanagement) und geplante Umsiedlung. Geplante Umsiedlung bezieht sich auf verwalteten Rückzug oder Neuansiedlung. Zwangsvertreibungen werden in dieser Bewertung nicht berücksichtigt. Der Begriff Antwort wird hier anstelle von Anpassung verwendet, weil einige Antworten, wie Retreat, als Anpassung betrachtet werden können oder auch nicht. Panel (d): Links - Hitzesensible Ergebnisse der menschlichen Gesundheit unter drei Szenarien der Anpassungseffektivität. Die Diagramme werden unter drei SSP-Szenarien im Bereich der Temperaturänderung im Jahr 2100 auf die nächstgelegene ganze °C abgeschnitten. Rechts - Risiken im Zusammenhang mit der Ernährungssicherheit aufgrund des Klimawandels und Muster der sozioökonomischen Entwicklung. Zu den Risiken für die Ernährungssicherheit gehören die Verfügbarkeit und der Zugang zu Nahrungsmitteln, einschließlich der hungergefährdeten Bevölkerung, der Anstieg der Lebensmittelpreise und der Anstieg der behindertengerechten Lebensjahre, die auf Untergewicht im Kindesalter zurückzuführen sind. Die Risiken werden für zwei gegensätzliche sozioökonomische Pfade (SP1 und SP3) ohne die Auswirkungen gezielter Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen bewertet. Panel (e): Beispiele für regionale Schlüsselrisiken. Die ermittelten Risiken weisen ein mindestens mittleres Konfidenzniveau auf. Die wichtigsten Risiken werden auf der Grundlage des Ausmaßes der nachteiligen Folgen ermittelt (Durchdringung der Folgen, Grad der Veränderung, Unumkehrbarkeit der Folgen, Potenzial für Wirkungsschwellen oder Kipppunkte, Potenzial für Kaskadeneffekte über Systemgrenzen hinaus); Wahrscheinlichkeit nachteiliger Folgen; zeitliche Merkmale des Risikos; und die Fähigkeit, auf das Risiko zu reagieren, z. B. durch Anpassung. {WGI-Abbildung SPM.8; WGII SPM B.3.3, WGII Abbildung SPM.3, WGII SM 16.6, WGII SM 16.7.4; SROCC-Abbildung SPM.3d, SROCC SPM.5a, SROCC 4SM; SRCL Abbildung SPM.2, SRCL 7.3.1, SRCL 7 SM} (Abschnitt Box.2)

3.1.3 Die Wahrscheinlichkeit und die Risiken abrupter und irreversibler Veränderungen

Die Wahrscheinlichkeit abrupter und irreversibler Veränderungen und ihrer Auswirkungen steigt mit höheren Werten der globalen Erwärmung (hohes Vertrauen). Mit zunehmender Erwärmung steigen auch die Risiken des Artensterbens oder des irreversiblen Verlusts der biologischen Vielfalt in Ökosystemen wie Wäldern (mittleres Vertrauen), Korallenriffen (sehr hohes Vertrauen) und in arktischen Regionen (hohes Vertrauen). Risiken im Zusammenhang mit großen Einzelereignissen oder Kippunkten wie Eisschildinstabilität oder Ökosystemverlust aus tropischen Wäldern, Übergang zu einem hohen Risiko zwischen 1,5 °C und 2,5 °C (mittleres Vertrauen) und zu einem sehr hohen Risiko zwischen 2,5 °C und 4 °C (niedriges Vertrauen). Die Reaktion biogeochemischer Zyklen auf anthropogene Störungen kann auf regionaler Skala abrupt und auf dekadischer bis hundertjähriger Zeitskala irreversibel sein (hohes Vertrauen). Die Wahrscheinlichkeit, unsichere regionale Schwellenwerte zu überschreiten, steigt mit weiterer Erwärmung (hohes Vertrauen). {WGI SPM C.3.2, WGI Box TS.9, WGI TS.2.6; WGII Abbildung SPM.3, WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.5.2, WGII Tabelle TS.1, WGII TS.C.1, WGII TS.C.13.3; SROCC SPM B.4}

Der Anstieg des Meeresspiegels ist aufgrund der anhaltenden tiefen Erwärmung der Ozeane und der Eisschildschmelze für Jahrhunderte bis Jahrtausende unvermeidlich, und der Meeresspiegel wird für Tausende von Jahren erhöht bleiben (hohes Vertrauen). Der globale mittlere Meeresspiegelanstieg wird sich im 21. Jahrhundert (fast sicher) fortsetzen, wobei der prognostizierte regionale relative Meeresspiegelanstieg innerhalb von 20% des globalen Mittelwerts entlang von zwei Dritteln der globalen Küste liegt (mittleres Vertrauen). Die Größenordnung, die Geschwindigkeit, der Zeitpunkt der Schwellenwertüberschreitungen und die langfristige Verpflichtung zum Anstieg des Meeresspiegels hängen von den Emissionen ab, wobei höhere Emissionen zu immer höheren und schnelleren Raten des Meeresspiegelanstiegs führen. Aufgrund des relativen Anstiegs des Meeresspiegels werden extreme Meeresspiegelereignisse, die in der jüngsten Vergangenheit einmal pro Jahrhundert aufgetreten sind, bis 2100 voraussichtlich mindestens einmal jährlich an mehr als der Hälfte aller Gezeitenmessstellen auftreten, und die Risiken für Küstenökosysteme, Menschen und Infrastruktur werden über 2100 hinaus weiter zunehmen (hohes Vertrauen). Bei einer anhaltenden Erwärmung zwischen 2 °C und 3 °C werden die grönländischen und westantarktischen Eisschilde über mehrere Jahrtausende fast vollständig und irreversibel verloren gehen (begrenzte Beweise). Die Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit des Eismassenverlustes steigt mit höheren globalen Oberflächentemperaturen (hohes Vertrauen). In den nächsten 2000 Jahren wird der globale mittlere Meeresspiegel um etwa 2 bis 3 m steigen, wenn die Erwärmung auf 1,5 °C und 2 bis 6 m begrenzt ist, wenn sie auf 2 °C begrenzt ist (niedriges Vertrauen). Die Projektionen des mehrtausendjährigen globalen mittleren Meeresspiegelanstiegs stimmen mit den rekonstruierten Werten während der vergangenen warmen Klimaperioden überein: Der globale mittlere Meeresspiegel war sehr wahrscheinlich 5 bis 25 m höher als heute vor etwa 3 Millionen Jahren, als die globalen Temperaturen 2,5 °C bis 4 °C höher waren als 1850–1900 (mittleres Vertrauen). Weitere Beispiele für unvermeidbare Veränderungen im Klimasystem aufgrund multidekadischer oder längerer Reaktionszeiten sind die anhaltende Gletscherschmelze (sehr hohe Zuversicht) und der Permafrost-Kohlenstoffverlust (hohe Zuversicht). {WGI SPM B.5.2, WGI SPM B.5.3, WGI SPM B.5.4, WGI SPM C.2.5, WGI Box TS.4, WGI Box TS.9, WGI 9.5.1; WGII TS C.5; SROCC SPM B.3, SROCC SPM B.6, SROCC SPM B.9} (Abbildung 3.4)

Die Wahrscheinlichkeit von Ergebnissen mit geringer Wahrscheinlichkeit, die mit potenziell sehr großen Auswirkungen verbunden sind, steigt mit höheren Werten der globalen Erwärmung (hohes Vertrauen). Eine Erwärmung, die deutlich über der geschätzten sehr wahrscheinlichen Spanne für ein bestimmtes Szenario liegt, kann nicht ausgeschlossen werden, und es besteht ein hohes Vertrauen, dass dies zu regionalen Veränderungen führen würde, die in vielen Aspekten des Klimasystems größer sind als bewertet. Ergebnisse mit geringer Wahrscheinlichkeit und hohen Auswirkungen könnten auf regionaler Ebene auftreten, selbst für die Erderwärmung innerhalb des sehr wahrscheinlichen geschätzten Bereichs für ein bestimmtes THG-Emissionsszenario. Der globale mittlere Meeresspiegelanstieg über den wahrscheinlichen Bereich – bei einem Szenario mit sehr hohen THG-Emissionen (SSP5-8.5) (geringes Vertrauen) bis 2100 auf 2 m und bis 2300 auf mehr als 15 m – kann aufgrund der tiefen Unsicherheit bei den Eisschildprozessen nicht ausgeschlossen werden¹²³ und hätte schwerwiegende Auswirkungen auf die Bevölkerung in Küstengebieten mit geringer Höhe. Wenn die globale Erwärmung zunimmt,¹²⁴ werden einige zusammengesetzte Extremereignisse häufiger werden, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit beispielloser Intensitäten, Dauer oder räumlicher Ausdehnung (hohes Vertrauen). Die atlantische Meridional Overturning Circulation wird sich im 21. Jahrhundert für alle betrachteten Szenarien sehr wahrscheinlich abschwächen (hohes Vertrauen), ein abrupter Zusammenbruch wird jedoch nicht vor 2100 erwartet (mittleres Vertrauen). Wenn ein solches Ereignis mit geringer Wahrscheinlichkeit eintreten würde, würde es sehr wahrscheinlich zu abrupten Verschiebungen der regionalen Wettermuster und des Wasserkreislaufs führen, wie einer Verschiebung nach Süden im tropischen Regengürtel und großen Auswirkungen auf Ökosysteme und menschliche Aktivitäten. Eine Folge großer explosiver Vulkanausbrüche innerhalb von Jahrzehnten, wie sie in der Vergangenheit aufgetreten sind, ist ein Ereignis mit geringer Wahrscheinlichkeit, das über mehrere Jahrzehnte zu einer erheblichen Abkühlung globaler und regionaler Klimastörungen führen würde. {WGI SPM B.5.3, WGI SPM C.3, WGI SPM C.3.1, WGI SPM C.3.2, WGI SPM C.3.3, WGI SPM C.3.4, WGI SPM C.3.5, WGI Figure SPM.8, WGI Box TS.3, WGI Figure TS.6, WGI Box 9.4; WGII SPM B.4.5, WGII SPM C.2.8; SROCC SPM B.2.7} (Abbildung 3.4, Querschnittsfeld.2)

123 Dieses Ergebnis ist durch tiefe Unsicherheit gekennzeichnet: Seine Wahrscheinlichkeit widerspricht der quantitativen Bewertung, wird aber aufgrund seiner hohen potenziellen Auswirkungen in Betracht gezogen. {WGI-Feld TS.1; WGII Kreuzkapitel Box DEEP}

124 Siehe Anhang I: Glossar. Beispiele für zusammengesetzte Extremereignisse sind gleichzeitige Hitzewellen und Dürren oder zusammengesetzte Überschwemmungen. {WGI SPM Fußnote 18}

3.2 Langfristige Anpassungsmöglichkeiten und -grenzen

Mit zunehmender Erwärmung werden Anpassungsmöglichkeiten eingeschränkter und weniger effektiv. Bei einer höheren Erwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen, und zusätzliche menschliche und natürliche Systeme werden Anpassungsgrenzen erreichen. Integrierte, bereichsübergreifende Lösungen erhöhen die Effektivität der Anpassung. Fehlanpassungen können zu Engpässen in Bezug auf Anfälligkeit, Exposition und Risiken führen, können aber durch langfristige Planung und Umsetzung flexibler, sektorübergreifender und inklusiver Anpassungsmaßnahmen vermieden werden. (hohes Vertrauen)

Die Wirksamkeit der Anpassung zur Verringerung des Klimarisikos ist für bestimmte Kontexte, Sektoren und Regionen dokumentiert und wird mit zunehmender Erwärmung abnehmen (hohes Vertrauen).¹²⁵ So werden beispielsweise gemeinsame Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft – die Einführung verbesserter Sorten und agronomischer Verfahren sowie Veränderungen der Anbaumuster und -systeme – von 2 °C auf höhere Erwärmungsniveaus (hohes Vertrauen) weniger wirksam. Die Wirksamkeit der meisten wasserbezogenen Anpassungsoptionen zur Verringerung der projizierten Risiken nimmt mit zunehmender Erwärmung ab (hohes Vertrauen). Anpassungen für Wasserkraft und thermoelektrische Stromerzeugung sind in den meisten Regionen bis zu 1,5 °C bis 2 °C wirksam, mit abnehmender Wirksamkeit bei höheren Erwärmungsniveaus (mittleres Vertrauen). Die ökosystembasierte Anpassung ist anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels, wobei die Wirksamkeit mit zunehmender Erderwärmung abnimmt (hohes Vertrauen). Weltweit haben Anpassungsoptionen im Zusammenhang mit Agroforstwirtschaft und Forstwirtschaft bei 3 °C einen starken Rückgang der Wirksamkeit mit einem erheblichen Anstieg des Restrisikos (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.10, WGII Abbildung TS.6 Panel (e), 4.7.2}

Mit der zunehmenden globalen Erwärmung werden mehr Grenzen für die Anpassung erreicht und Verluste und Schäden, die sich stark auf die ärmsten gefährdeten Bevölkerungsgruppen konzentrieren, werden zunehmen (hohes Vertrauen). Bereits unter 1,5 °C werden autonome und evolutionäre Anpassungsreaktionen terrestrischer und aquatischer Ökosysteme zunehmend an harte Grenzen stoßen (hohes Vertrauen) (Abschnitt 2.1.2). Über 1,5 °C werden einige ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen ihre Wirksamkeit bei der Bereitstellung von Vorteilen für die Menschen verlieren, da diese Ökosysteme harte Anpassungsgrenzen erreichen werden (hohes Vertrauen). Die Anpassung an die Risiken von Hitzestress, Hitzemortalität und verringerten Kapazitäten für die Arbeit im Freien für den Menschen ist in Regionen, die bei 1,5 °C deutlich schwerer werden und besonders für Regionen mit warmem Klima relevant sind, mit weichen und harten Grenzen konfrontiert (hohes Vertrauen). Über 1,5 °C globale Erwärmung stellen begrenzte Süßwasserressourcen potenzielle harte Grenzen für kleine Inseln und für Regionen dar, die von Gletschern und Schneeschmelze abhängig sind (mittleres Vertrauen). Bei 2 °C werden weiche Grenzwerte für mehrere Grundnahrungsmittelkulturen prognostiziert, insbesondere in tropischen Regionen (hohes Vertrauen). Bei 3 °C werden für einige Wasserbewirtschaftungsmaßnahmen in vielen Regionen weiche Grenzwerte projiziert, während für Teile Europas harte Grenzwerte projiziert werden (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII TS.D.2.2, WGII TS.D.2.3; SR1.5 SPM B.6; SROCC SPM C.1}

Integrierte, bereichsübergreifende Lösungen erhöhen die Effektivität der Anpassung. So fördern beispielsweise inklusive, integrierte und langfristige Planungen auf lokaler, kommunaler, subnationaler und nationaler Ebene zusammen mit wirksamen Regulierungs- und Überwachungssystemen sowie finanziellen und technologischen Ressourcen und Fähigkeiten den Übergang zu städtischen und ländlichen Systemen. Es gibt eine Reihe bereichsübergreifender Anpassungsoptionen, wie z. B. Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste und Risikostreuung und -teilung, die eine breite Anwendbarkeit auf alle Sektoren haben und in Kombination einen größeren Nutzen für andere Anpassungsoptionen bieten. Der Übergang von der inkrementellen zur transformativen Anpassung und die Bewältigung einer Reihe von Zwängen, vor allem in den Bereichen Finanzen, Governance, institutionelle und politische Maßnahmen, können dazu beitragen, die Grenzen der weichen Anpassung zu überwinden. Die Anpassung verhindert jedoch nicht alle Verluste und Schäden, selbst bei effektiver Anpassung und vor Erreichen weicher und harter Grenzen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.6, WGII SPM.C.2.13, WGII SPM C.3.1, WGII SPM.C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII Abbildung TS.6 Panel (e)}

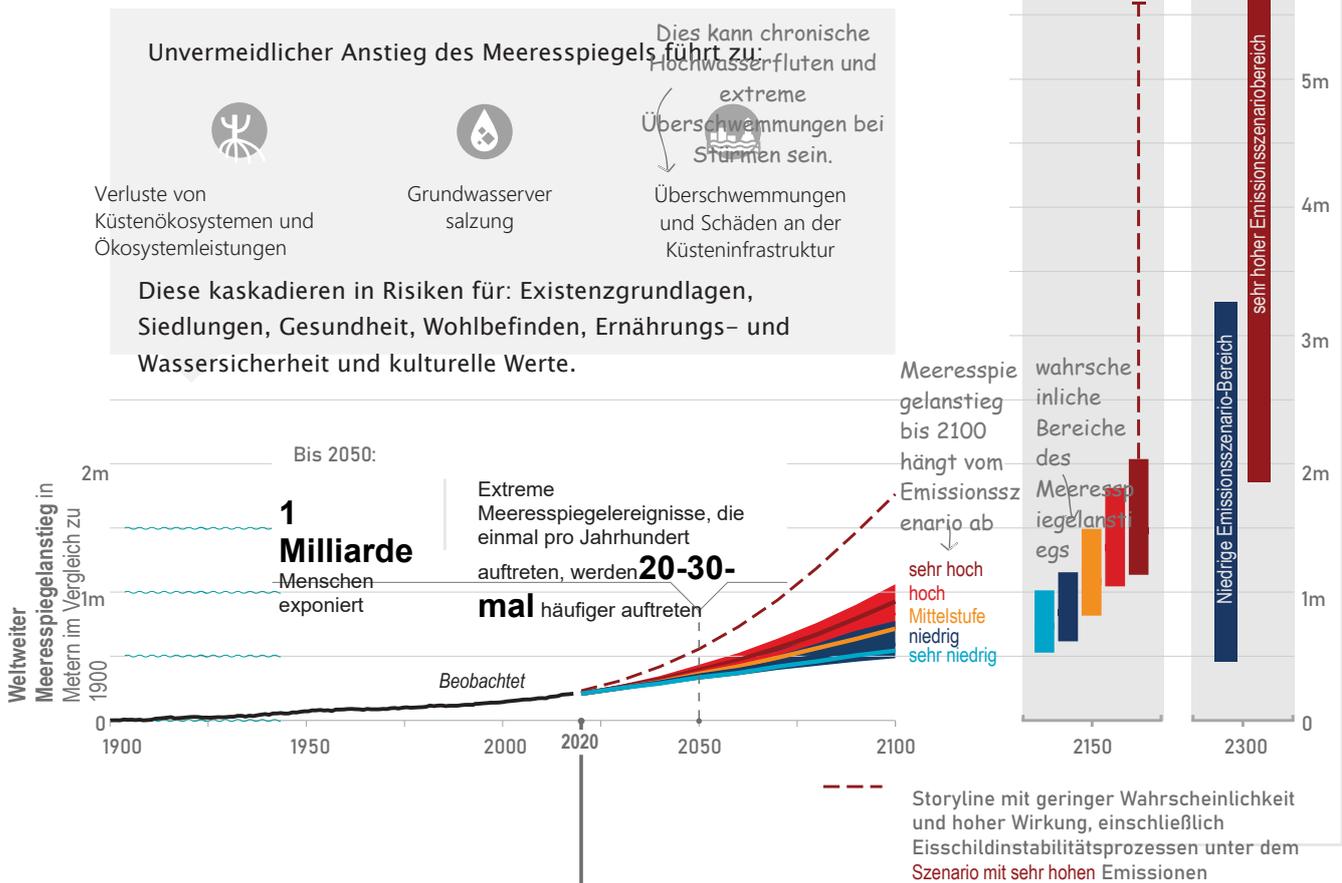
Unangepasste Reaktionen auf den Klimawandel können zu Verwundbarkeiten, Expositionen und Risiken führen, die schwer und teuer zu ändern sind und bestehende Ungleichheiten verschärfen. Maßnahmen, die sich isoliert auf Sektoren und Risiken und kurzfristige Gewinne konzentrieren, führen häufig zu Fehlanpassungen. Anpassungsoptionen können aufgrund ihrer Umweltauswirkungen, die die Ökosystemleistungen einschränken und die biologische Vielfalt und die Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme gegenüber dem Klimawandel verringern, oder durch nachteilige Ergebnisse für verschiedene Gruppen, die die Ungleichheit verschlimmern, unadaptiv werden. Fehlanpassungen können durch eine flexible, sektorübergreifende, inklusive und langfristige Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen mit Vorteilen für viele Sektoren und Systeme vermieden werden. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.4, WGII SPM.C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.4.3}

¹²⁵ Es gibt Einschränkungen bei der Bewertung des vollen Umfangs der in der Zukunft verfügbaren Anpassungsoptionen, da nicht alle möglichen künftigen Anpassungsreaktionen in Klimawirkungsmodelle einbezogen werden können und die Prognosen für die künftige Anpassung von derzeit verfügbaren Technologien oder Ansätzen abhängen. {WGII 4.7.2}

Der Anstieg des Meeresspiegels stellt eine besondere und schwerwiegende Anpassungsherausforderung dar, da er sowohl den Umgang mit langsam einsetzenden Veränderungen als auch die Zunahme der Häufigkeit und des Ausmaßes extremer Meeresspiegelereignisse (hohes Vertrauen) impliziert. Solche Anpassungsherausforderungen würden bei hohen Meeresspiegelanstiegen (hohes Vertrauen) viel früher auftreten. Zu den Reaktionen auf den anhaltenden Anstieg des Meeresspiegels und die Landsenkung gehören Schutz, Unterbringung, Vorauszahlungen und geplante Umsiedlungen (hohes Vertrauen). Diese Reaktionen sind wirksamer, wenn sie kombiniert und/oder sequenziert, vorausschauend geplant, mit soziokulturellen Werten in Einklang gebracht und durch inklusive gemeinschaftliche Engagementprozesse (hohes Vertrauen) untermauert werden. Ökosystembasierte Lösungen wie Feuchtgebiete bieten positive Nebeneffekte für die Umwelt und den Klimaschutz und senken die Kosten für den Hochwasserschutz (mittleres Vertrauen), weisen jedoch standortspezifische physikalische Grenzen auf, die mindestens über 1,5 °C der globalen Erwärmung liegen (hohes Vertrauen) und bei hohen Meeresspiegelanstiegsraten von über 0,5 bis 1 cm yr⁻¹ (mittleres Vertrauen) an Wirksamkeit verlieren. Seemauern können nicht anpassbar sein, da sie die Auswirkungen kurzfristig wirksam reduzieren, aber auch zu Lock-ins führen und die Exposition gegenüber Klimarisiken langfristig erhöhen können, es sei denn, sie sind in einen langfristigen Anpassungsplan integriert (hohes Vertrauen). {WGI SPM C.2.5; WGII SPM C.2.8, WGII SPM C.4.1; WGII 13.10, WGII Cross-Chapter Box SLR; SROCC SPM B.9, SROCC SPM C.3.2, SROCC Abbildung SPM.4, SROCC Abbildung SPM.5c} (Abbildung 3.4)

Der Anstieg des Meeresspiegels wird sich über Jahrtausende fortsetzen, aber wie schnell und wie viel hängt von den zukünftigen Emissionen ab.

a) Anstieg des Meeresspiegels: Beobachtungen und Projektionen 2020-2100, 2150, 2300 (bezogen auf 1900) ab.



Um auf den Anstieg des Meeresspiegels reagieren zu können, ist eine langfristige

b) Typische Zeitpläne für Maßnahmen zum Küstenrisikomanagement

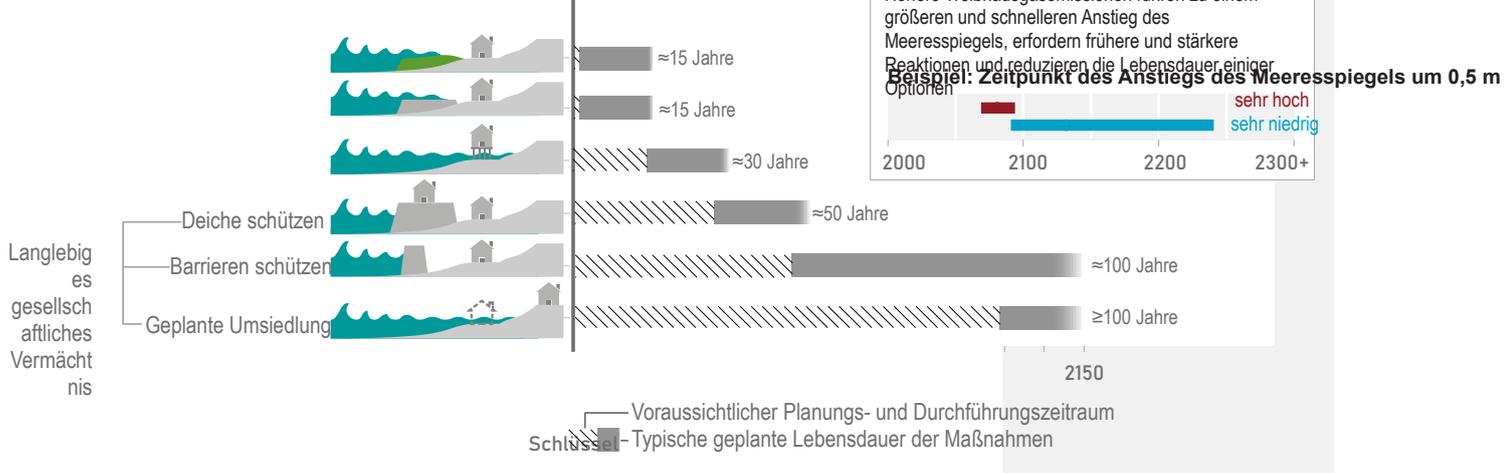


Abbildung 3.4: Beobachtete und prognostizierte globale mittlere Meeresspiegeländerungen und ihre Auswirkungen sowie Zeitskalen für das Küstenrisikomanagement.

Panel (a): Globale mittlere Meeresspiegeländerung in Metern im Vergleich zu 1900. Die historischen Veränderungen (schwarz) werden von Gezeitenmessern vor 1992 und Höhenmessern danach beobachtet. Die zukünftigen Änderungen zu 2100 und für 2150 (farbige Linien und Schattierungen) werden konsistent mit Beobachtungsbeschränkungen bewertet, die auf der Emulation von CMIP-, Eisschild- und Gletschermodellen basieren, und die Medianwerte und wahrscheinlichen Bereiche werden für die betrachteten Szenarien angezeigt. Im Vergleich zu 1995-2014 liegt der wahrscheinliche globale mittlere Meeresspiegelanstieg bis 2050 zwischen 0,15 und 0,23 m im Szenario mit sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (SSP1-1,9) und 0,20 bis 0,29 m im Szenario mit sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP5-8,5). bis 2100 zwischen 0,28 und 0,55 m unter SSP1-1,9 und 0,63 bis 1,01 m unter SSP5-8,5; und um 2150 zwischen 0,37 und 0,86 m unter SSP1-1,9 und 0,98 bis 1,88 m unter SSP5-8,5 (mittleres Vertrauen). Änderungen gegenüber 1900 werden berechnet, indem 0,158 m (beobachteter globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg von 1900 bis 1995-2014) zu simulierten Änderungen gegenüber 1995-2014 addiert werden. Die künftigen Änderungen gegenüber 2300 (Barren) basieren auf einer Literaturbewertung, die den Perzentilbereich zwischen dem 17. und 83. Perzentilbereich für SSP1-2,6 (0,3 bis 3,1 m) und SSP5-8,5 (1,7 bis 6,8 m) darstellt. Rote gestrichelte Linien: Low-Likelihood, High-Impact-Storyline, einschließlich Eisschild-Instabilitätsprozesse. Diese zeigen die potenziellen Auswirkungen von zutiefst unsicheren Prozessen und zeigen das 83. Perzentil von SSP5-8,5-Projektionen, die Prozesse mit geringer Wahrscheinlichkeit und hoher Auswirkung umfassen, die nicht ausgeschlossen werden können; Aufgrund des geringen Vertrauens in die Projektionen dieser Prozesse ist dies nicht Teil eines wahrscheinlichen Bereichs. IPCC AR6 globale und regionale Meeresspiegelprojektionen werden unter <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> gehostet. In der tief gelegenen Küstenzone leben derzeit rund 896 Millionen Menschen (fast 11 % der Weltbevölkerung von 2020), die bis 2050 in allen fünf SSP voraussichtlich mehr als eine Milliarde erreichen werden. Panel (b): Typische Zeitskalen für die Planung, Umsetzung (gestrichelte Balken) und Betriebslebensdauer aktueller Küstenrisikomanagementmaßnahmen (blaue Balken). Höhere Meeresspiegelraten erhöhen die Nachfrage nach früheren und stärkeren Reaktionen und verkürzen die Lebensdauer der Maßnahmen (Inset). Da sich Umfang und Tempo des Meeresspiegelanstiegs über 2050 hinaus beschleunigen, könnten langfristige Anpassungen an einigen Orten über die Grenzen der derzeitigen Anpassungsoptionen hinausgehen und für einige kleine Inseln und tief liegende Küsten ein existenzielles Risiko darstellen. {WGI SPM B.5, WGI C.2.5, WGI Abbildung SPM.8, WGI 9.6; WGII SPM B.4.5, WGII B.5.2, WGII C.2.8, WGII D.3.3, WGII TS.D.7, WGII Cross-Chapter Box SLR} (Abschnitt Box.2)

3.3 Minderungspfade

Die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung erfordert keine anthropogenen CO₂-Emissionen. Wege, die mit den CO₂-Budgets von 1,5 °C und 2 °C vereinbar sind, bedeuten eine schnelle, tiefgreifende und in den meisten Fällen sofortige Verringerung der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren (hohes Vertrauen). die Überschreitung eines Erwärmungsniveaus und die Rückkehr (d. h. Überschreitung) mit erhöhten Risiken und potenziellen irreversiblen Auswirkungen verbunden sind; Die Erreichung und Aufrechterhaltung globaler negativer Netto-CO₂-Emissionen würde die Erwärmung verringern (hohes Vertrauen).

3.3.1 Verbleibende CO₂-Budgets

Die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf ein bestimmtes Niveau erfordert die Begrenzung der kumulativen Netto-CO₂-Emissionen auf ein begrenztes CO₂-Budget¹²⁶ sowie eine starke Reduzierung anderer Treibhausgase. Für jedes 1000 GtCO₂, das durch menschliche Aktivität emittiert wird, steigt die globale Durchschnittstemperatur wahrscheinlich um 0,27 °C auf 0,63 °C (beste Schätzung von 0,45 °C). Diese Beziehung impliziert, dass es ein begrenztes Kohlenstoffbudget gibt, das nicht überschritten werden kann, um die Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau zu begrenzen. {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1; SR1.5 SPM C.1.3} (Abbildung 3.5)

Die besten Schätzungen des verbleibenden CO₂-Budgets (RCB) von Anfang 2020 für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % werden auf 500 Gt CO₂¹²⁷ geschätzt. Für 2 °C (67% Wahrscheinlichkeit) beträgt dies 1150 GtCO₂.¹²⁸ Die verbleibenden CO₂-Budgets wurden auf der Grundlage des geschätzten Werts von TCRE und seiner Unsicherheit, Schätzungen der historischen Erwärmung, Rückmeldungen des Klimasystems wie Emissionen aus dem auftauenden Permafrost und der globalen Oberflächentemperaturänderung nach Erreichen der globalen anthropogenen CO₂-Emissionen Netto-Null sowie Schwankungen der projizierten Erwärmung von Nicht-CO₂-Emissionen, die teilweise auf Minderungsmaßnahmen zurückzuführen sind, quantifiziert. Je stärker die Reduzierung der Nicht-CO₂-Emissionen ist, desto niedriger sind die resultierenden Temperaturen für eine bestimmte RCB oder die größere RCB für die gleiche Temperaturänderung. Beispielsweise könnte die RCB zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % je nach Nicht-CO₂-Erwärmung zwischen 300 und 600 GtCO₂ variieren.¹²⁹ Eine Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 67 % (oder 83 %) würde ab Anfang 2020 einen RCB von 1150 (900) GtCO₂ bedeuten. Um mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % unter 2 °C zu bleiben, ist die RCB höher, d. h. 1350 GtCO₂¹³⁰. {WGI SPM D.1.2, WGI-Tabelle SPM.2; WGIII Kasten SPM.1, WGIII Kasten 3.4; SR1.5 SPM C.1.3}

Wenn die jährlichen CO₂-Emissionen zwischen 2020 und 2030 im Durchschnitt auf dem Niveau von 2019 blieben, würden die sich daraus ergebenden kumulativen Emissionen das verbleibende CO₂-Budget für 1,5 °C (50%) fast ausschöpfen und mehr als ein Drittel des verbleibenden CO₂-Budgets für 2 °C (67%) ausschöpfen (Abbildung 3.5). Nur auf der Grundlage zentraler Schätzungen belaufen sich die historischen kumulativen Netto-CO₂-Emissionen zwischen 1850 und 2019 (2400 ±240 GtCO₂) auf etwa vier Fünftel¹³¹ des gesamten CO₂-Budgets für eine 50%ige Wahrscheinlichkeit, die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung über 2900 GtCO₂) und auf etwa zwei Drittel¹³² des gesamten CO₂-Budgets für eine 67%ige Wahrscheinlichkeit, die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung über 3550 GtCO₂). {WGI-Tabelle SPM.2; WGIII SPM B.1.3, WGIII Tabelle 2.1}

In Szenarien mit steigenden CO₂-Emissionen werden die Land- und Ozean-Kohlenstoffsinken voraussichtlich weniger effektiv sein, um die Ansammlung von CO₂ in der Atmosphäre zu verlangsamen (hohes Vertrauen). Während natürliche Kohlenstoffsinken an Land und in den Ozeanen voraussichtlich in absoluten Zahlen eine zunehmend größere Menge an CO₂ unter höheren als unter niedrigeren CO₂-Emissionsszenarien aufnehmen werden, werden sie weniger wirksam, dh

126 Siehe Anhang I: Glossar.

127 Diese Wahrscheinlichkeit basiert auf der Unsicherheit der vorübergehenden Klimareaktion auf kumulative Netto-CO₂-Emissionen und zusätzlichen Rückkopplungen des Erdsystems und gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die globale Erwärmung die angegebenen Temperaturniveaus nicht überschreiten wird. {WGI-Tabelle SPM.1}

128 Globale Datenbanken treffen unterschiedliche Entscheidungen darüber, welche Emissionen und der Abbau an Land als anthropogen gelten. Die meisten Länder melden ihre anthropogenen Land-CO₂-Flüsse einschließlich der durch vom Menschen verursachte Umweltveränderungen (z. B. CO₂-Düngung) verursachten Flüsse auf „bewirtschafteten“ Flächen in ihren nationalen Treibhausgasinventaren. Anhand von Emissionsschätzungen auf Basis dieser Inventare müssen die verbleibenden CO₂-Budgets entsprechend reduziert werden. {WGIII SPM Fußnote 9, WGIII TS.3, WGIII Kreuzkapitel Kasten 6}

129 Der zentrale Fall RCB geht davon aus, dass die künftige Nicht-CO₂-Erwärmung (der Nettozusatzbeitrag von Aerosolen und Nicht-CO₂-Treibhausgasen) im Einklang mit strengen Minderungsszenarien um rund 0,1 °C über 2010–2019 liegt. Wenn die zusätzliche Nicht-CO₂-Erwärmung höher ist, schrumpft der RCB zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% auf etwa 300 GtCO₂. Wenn jedoch die zusätzliche Nicht-CO₂-Erwärmung auf nur 0,05 °C begrenzt ist (durch stärkere Reduktionen von CH₄ und N₂O durch eine Kombination von tiefgreifenden Struktur- und Verhaltensänderungen, z.B. Ernährungsänderungen), könnte die RCB bei 1,5 °C Erwärmung bei etwa 600 GtCO₂ liegen. {WGI-Tabelle SPM.2, WGI-Kasten TS.7; WGIII Kasten 3.4}

130 Wenn diese RCB-Schätzungen seit früheren Berichten um Emissionen bereinigt werden, ähneln sie SR1.5, liegen jedoch aufgrund methodischer Verbesserungen über den AR5-Werten. {WGI SPM D.1.3}

131 Unsicherheiten in Bezug auf die gesamten CO₂-Budgets wurden nicht bewertet und könnten sich auf die spezifischen berechneten Fraktionen auswirken.

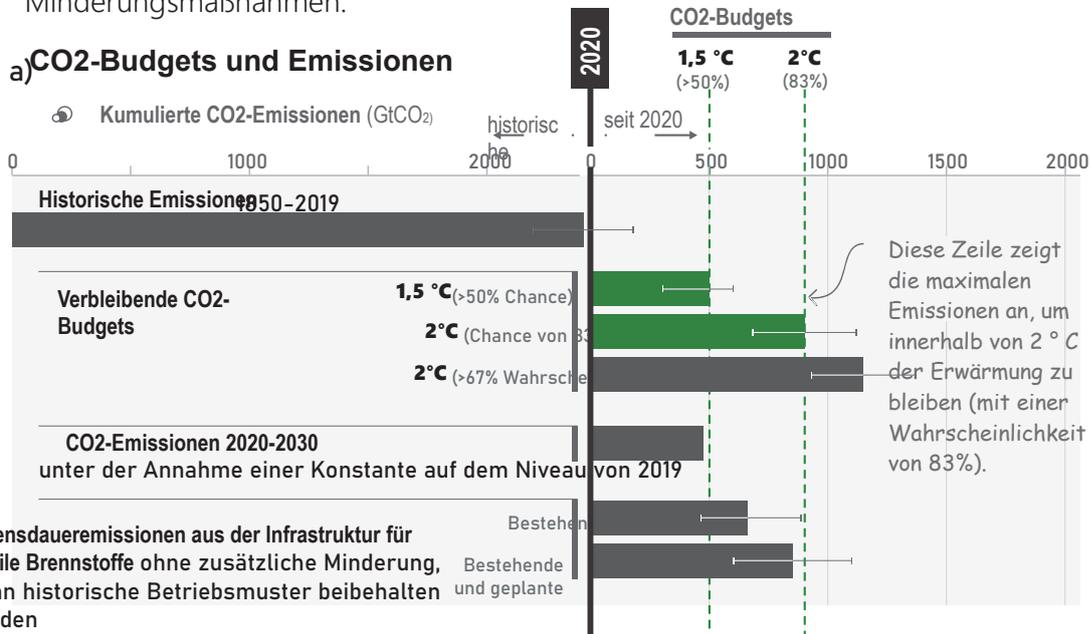
132 Siehe Fußnote 131.

der Anteil der von Land und Ozean aufgenommenen Emissionen nimmt mit zunehmenden kumulativen Netto-CO₂-Emissionen ab (hohes Vertrauen). Zusätzliche Reaktionen der Ökosysteme auf die Erwärmung, die noch nicht vollständig in Klimamodellen enthalten sind, wie Treibhausgasflüsse aus Feuchtgebieten, Permafrosttauen und Waldbrände, würden die Konzentration dieser Gase in der Atmosphäre weiter erhöhen (hohes Vertrauen). In Szenarien, in denen die CO₂-Konzentrationen im 21. Jahrhundert ihren Höhepunkt erreichen und sinken, beginnen Land und Ozean als Reaktion auf sinkende atmosphärische CO₂-Konzentrationen weniger Kohlenstoff aufzunehmen (hohes Vertrauen) und werden im Szenario mit sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (mittleres Vertrauen) bis 2100 zu einer schwachen¹³³Nettoquelle. {WGI SPM B.4, WGI SPM B.4.1, WGI SPM B.4.2, WGI SPM B.4.3}

¹³³ Diese projizierten Anpassungen der Kohlenstoffsinken zur Stabilisierung oder zum Rückgang der atmosphärischen CO₂-Konzentrationen werden bei der Berechnung der verbleibenden Kohlenstoffbudgets berücksichtigt. {WGI SPM Fußnote 32}

Die verbleibenden CO₂-Budgets zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C könnten bald ausgeschöpft werden, und diejenigen für 2 °C könnten weitgehend erschöpft sein.

Die verbleibenden CO₂-Budgets annehmen den Emissionskurs bei Nutzung bestehender geplanter Infrastruktur für fossile Brennstoffe, ohne zusätzliche Minderungsmaßnahmen.



Jede Tonne CO₂ trägt zur globalen Erwärmung bei

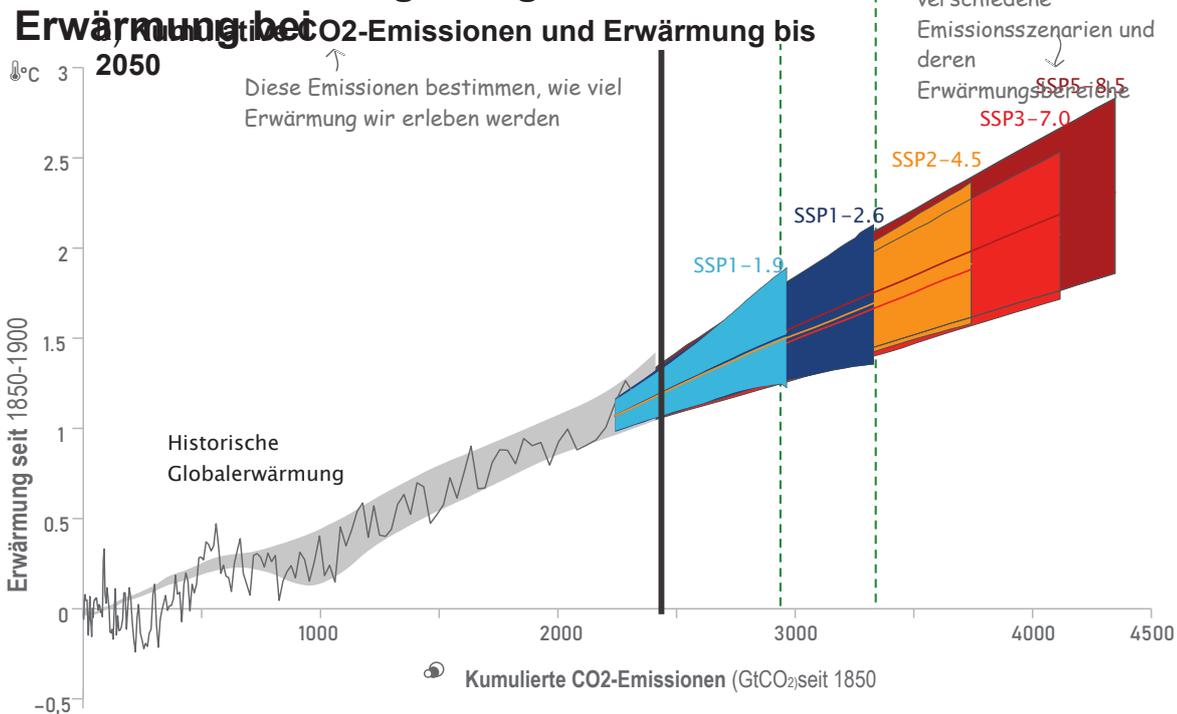


Abbildung 3.5: Kumulative vergangene, prognostizierte und zugesagte Emissionen und damit verbundene globale Temperaturänderungen.

a) Das Gremium bewertete die verbleibenden CO₂-Budgets, um die Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 1,5 °C auf 2 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 83 % und 67 % zu begrenzen, verglichen mit kumulativen Emissionen, die bis 2030 konstanten Emissionen von 2019 entsprechen, bestehenden und geplanten Infrastrukturen für fossile Brennstoffe (in GtCO₂). Bei den verbleibenden CO₂-Budgets zeigen dünne Linien die Unsicherheit aufgrund des Beitrags der Nicht-CO₂-Erwärmung an. Für lebenslange Emissionen aus der Infrastruktur für fossile Brennstoffe geben dünne Linien den bewerteten Empfindlichkeitsbereich an. Panel b) Zusammenhang zwischen kumulativen CO₂-Emissionen und dem Anstieg der globalen Oberflächentemperatur. Historische Daten (dünne schwarze Linie) zeigen historische CO₂-Emissionen gegenüber dem beobachteten Anstieg der globalen Oberflächentemperatur im Vergleich zum Zeitraum 1850-1900. Der graue Bereich mit seiner zentralen Linie zeigt eine entsprechende Schätzung des vom Menschen verursachten Anteils der historischen Erwärmung. Farbige Bereiche zeigen den geschätzten sehr wahrscheinlichen Bereich der globalen Oberflächentemperaturprojektionen, und dicke farbige Mittellinien zeigen die Medianschätzung als Funktion der kumulativen CO₂-Emissionen für die ausgewählten Szenarien SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 und SSP5-8.5. Prognosen bis 2050 verwenden die kumulativen CO₂-Emissionen jedes jeweiligen Szenarios, und die prognostizierte globale Erwärmung beinhaltet den Beitrag aller anthropogenen Kräfte. {WGI SPM D.1, WGI Abbildung SPM.10, WGI Tabelle SPM.2; WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.7, WGIII 2.7; SR1.5 SPM C.1.3}

Klimawandel 2023 – Synthesebericht

p50 [p5-p95] (1)	Kategorie (2) [# Pfade]	Modellierte globale Emissionspfade, kategorisiert nach projizierten globalen Erwärmungswerten (GWL). Detaillierte Definitionen der Wahrscheinlichkeit sind in SPM Box1 enthalten. Die fünf von AR6 WGI berücksichtigten illustrierten Szenarien (SSPx-yy) und die in WGIII bewerteten illustrierten Pfade (Mitigation Pathways) sind an die Temperaturkategorien angeglichen und in einer separaten Spalte angegeben. Globale Emissionspfade enthalten regional differenzierte Informationen. Diese Bewertung konzentriert sich auf ihre globalen Merkmale.	C1 [97]	C1a [50]	C1b [47]	C2 [133]	C3 [311]	C3a [204]	C3b [97]	C4 [159]	C5 [212]	C6 [97]
	Kategorie-/ Subset-Label	Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung	... mit Netto-Null-Treibhausgasen	... ohne Netto-Null-Treibhausgasen	Rückkehr der Erwärmung auf 1,5°C (>50%) nach einem hohen Überschwingen	Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>67%)	... mit Aktion ab 2020	... NDCs bis 2030	Begrenzung der Erwärmung auf 2°C (>50%)	Begrenzung der Erwärmung auf 2,5°C (>50%)	Begrenzung der Erwärmung auf 3°C (>50%)	
Verringerung der Treibhausgasemissionen ab 2019 (in %) (3)	2030	Projizierte mittlere THG-	43 [34-60]	41 [31 bis 59]	48 [35 bis 61]	23 [0 bis 44]	21 [1-42]	27 [13-45]	5 [0-14]	10 [0-27]	6 [-1 bis 18]	2 [-10 bis 11]
	2040	Emissionsreduktionen der Pfade im Jahr über die Szenarien hinweg im Vergleich zum modellierten Jahr 2019 mit dem 5.-95. Perzentil in Klammern. Negative Zahlen deuten auf einen Anstieg der Emissionen im Vergleich zu 2019 hin	69 [58 bis 90]	66 [58 bis 89]	70 [62 bis 87]	55 [40-71]	46 [34 bis 63]	47 [35-63]	46 [34 bis 63]	31 [20-5]	18 [4-33]	3 [-14 bis 14]
	2050	Mediane 5-Jahres-Intervalle, in denen die prognostizierten CO2- und Ampere-Treibhausgasemissionen von Pfaden in dieser Kategorie Netto-Null erreichen, wobei das Perzentilintervall von 5. bis 95. Perzentil in eckigen Klammern liegt. Der Prozentsatz der Netto-Null-Wege wird in runden Klammern angegeben. Drei Punkte (...) bedeuten Netto-Null, die für dieses Perzentil nicht erreicht wurde.	84 [73-98]	85 [72-100]	84 [76 bis 93]	75 [62-91]	64 [53-77] weiterempfehlen.	63 [52 bis 76]	68 [56 bis 83]	49 [35 bis 65]	29 [11 bis 48]	5 [-2 bis 18]
Emissionsmeilensteine (4)	Netto-Null-CO2 (in % Netto-Null-Wege)	Mediane 5-Jahres-Intervalle, in denen die prognostizierten CO2- und Ampere-Treibhausgasemissionen von Pfaden in dieser Kategorie Netto-Null erreichen, wobei das Perzentilintervall von 5. bis 95. Perzentil in eckigen Klammern liegt. Der Prozentsatz der Netto-Null-Wege wird in runden Klammern angegeben. Drei Punkte (...) bedeuten Netto-Null, die für dieses Perzentil nicht erreicht wurde.	2050-2055 (100 %)	[2035-2070]		2055-2060 (100%) [2045-2070]	2070-2075 (93%) [2055-...]	2070-2075 (91%) [2055-...]	2065-2070 (97%) [2055-2090]	2080-2085 (86 %) [2065-...]	...-... (40 %) [2080-...]	keine Netto-Null
	Netto-Null-Treibhausgasemissionen (5) (in % Netto-Null-Wege)	Median der kumulierten Netto-CO2-Emissionen in den projizierten Szenarien in dieser Kategorie bis zum Erreichen von Netto-Null oder bis 2100, wobei das Perzentilintervall zwischen dem 5. und 95. Perzentil in eckigen Klammern liegt.	2095-2100 (52%) [2050-...]	2070-2075 (100%) [2050-2090]	0%) [...-...]	2070-2075 (87 %) [2055-...]	30 %) [2075-...]	[2080-...] Jetzt spielen	(40 %) [2075-...]	(31%) [2075-...] Jetzt spielen	(12 %) [2090-...]	keine Netto-Null
Kumulierte CO2-Emissionen [Gt CO2] (6)	2020 auf Netto-Null-CO2	Median der kumulierten Netto-CO2-Emissionen in den projizierten Szenarien in dieser Kategorie bis zum Erreichen von Netto-Null oder bis 2100, wobei das Perzentilintervall zwischen dem 5. und 95. Perzentil in eckigen Klammern liegt.	510 [330-710]	550 [340-760]	460 [320-590] weiterempfehlen	720 [530-930] [Bearbeiten Quelltext bearbeiten]	890 [640-1160] Hotelausstattung	Ausstattung des Hauses [640-1180]	910 [720-1150]	1210 [970-1490]	Ausstattung des Hauses [1400-2360]	keine Netto-Null
	2020-2100	Projizierte Temperaturänderung der Bahnen in dieser Kategorie (50% Wahrscheinlichkeit über den Bereich der Klimaunsicherheiten), relativ zu 1850-1900, bei Spitzenerwärmung und in 2100, für den Medianwert über die Szenarien und das Perzentilintervall 5th-95th in eckigen Klammern.	320 [-210-570]	160 [-220-620]	360 [10-540]	400 [-90-620]	800 [510-1140]	790 [480-1150]	800 [560-1050]	1160 [700 bis 1490]	1780 [1260-2360]	2790 [2440-3520]
Globale mittlere Temperaturänderungen 50% Wahrscheinlichkeit (°C)	Auf dem Höhepunkt der Erwärmung	Projizierte Temperaturänderung der Bahnen in dieser Kategorie (50% Wahrscheinlichkeit über den Bereich der Klimaunsicherheiten), relativ zu 1850-1900, bei Spitzenerwärmung und in 2100, für den Medianwert über die Szenarien und das Perzentilintervall 5th-95th in eckigen Klammern.	1.6 [1.4-1.6]	1.6 [1.4-1.6]	1.6 [1.5-1.6]	1.7 [1.5-1.8]	1.7 [1.6-1.8]	1.7 [1.6-1.8]	1.8 [1.6-1.8]	1.9 [1.7 bis 2.0]	[1.9-2.5] 2.2	kein Peaking bis 2100
	2100	Mediane Wahrscheinlichkeit, dass die projizierten	1.3 [1.1-1.5]	1.2 [1.1-1.4]	1.4 [1.3-1.5]	1.4 [1.2-1.5]	1.6 [1.5-1.8]	1.6 [1.5-1.8]	1.6 [1.5-1.7]	1.8 [1.5-2.0]	2.1 [1.9-2.5]	2.7 [2.4-2.9]
Wahrscheinlichkeit, dass die globale	<1,5°C	Mediane Wahrscheinlichkeit, dass die projizierten	38 [33-58]	38 [34-60]	37 [33 bis 56]	24 [15 bis 42]	20 [13-41]	21 [14-42]	17 [12-35]	11 [7-22]	4 [0-10]	0 [0-0]
	<2,0°C	Mediane Wahrscheinlichkeit, dass die projizierten	90 [86]	90 [85 bis]	89 [87-96]	82 [71-93]	76 [68-91]	78 [69-91]	73 [67 bis]	59 [50 bis]	37 [18 bis]	8 [2-18]

Klimawandel 2023 – Synthesebericht

			bis 97]	97]			87]	77]	59]			
Erwärmung unter dem Höchstwert bleibt (%)	<3,0°C	Pfade in dieser Kategorie unter einem bestimmten globalen Erwärmungsniveau	100 [99 bis 100]	99 [98-100]	100 [98-100]	99 [98-99]	98 [95-99]	91 [83 bis 98]	71 [53-88]			

Tabelle 3.1: Hauptmerkmale der modellierten globalen Emissionspfade.

Zusammenfassung der prognostizierten CO₂- und THG-Emissionen, der prognostizierten Netto-Null-Zeiträume und der daraus resultierenden Ergebnisse der globalen Erwärmung. Pfade werden nach ihrer Wahrscheinlichkeit, die Erwärmung auf unterschiedliche Spitzenerwärmungsniveaus (wenn die Spitzentemperatur vor 2100 auftritt) und 2100 Erwärmungsniveaus zu begrenzen, kategorisiert (Spalten). Die dargestellten Werte beziehen sich auf den Median [p50] und das 5–95. Perzentil [p5–p95], wobei festgestellt wird, dass nicht alle Wege Netto-Null-CO₂ oder -THG erreichen. {WGIII Tabelle SPM.2}

1 Ausführliche Erläuterungen zur Tabelle sind in WGIII Kasten SPM.1 und WGIII Tabelle SPM.2 enthalten. Die Beziehung zwischen den Temperaturkategorien und SSP/RCPs wird in Querschnittsbox.2 erörtert. Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf die Perzentilwerte des 50. und [5-95.] Perzentils über die Pfade innerhalb einer bestimmten Kategorie gemäß WGIII Kasten SPM.1. Das Zeichen mit den drei Punkten (...) bedeutet, dass der Wert nicht angegeben werden kann (da der Wert nach 2100 liegt oder bei Netto-Null die Netto-Null nicht erreicht wird). Basierend auf der Bewertung von Klimaemulatoren in AR6 AG I (Kapitel 7, Kasten 7.1) wurden zwei Klimaemulatoren für die probabilistische Bewertung der resultierenden Erwärmung der Bahnen verwendet. Für die Spalten „Temperature Change“ und „Likelihood“ stellen die nicht gebremsten Werte das 50. Perzentil über die Pfade in dieser Kategorie und den Median [50. Perzentil] über die Erwärmungsschätzungen des probabilistischen MAGICC-Klimamodell-Emulators dar. Für die in Klammern gesetzten Bereiche in der Spalte „Wahrscheinlichkeit“ wird die mittlere Erwärmung für jeden Pfad in dieser Kategorie für jeden der beiden Klimamodell-Emulatoren (MAGICC und Fair) berechnet. Diese Spannen decken sowohl die Unsicherheit der Emissionspfade als auch die Unsicherheit der Klimaemulatoren ab. Alle globalen Erwärmungsniveaus sind relativ zu 1850-1900.

2 C3-Pfade werden entsprechend dem Zeitplan der politischen Maßnahmen zur Anpassung an die Emissionspfade in WGIII-Abbildung SPM.4 unterkategorisiert.

3 Die globalen Emissionsreduktionen bei den Minderungspfaden werden auf der Grundlage der einzelnen Pfade im Verhältnis zu den harmonisierten modellierten globalen Emissionen im Jahr 2019 und nicht zu den globalen Emissionen gemeldet, die in WGIII SPM Abschnitt B und WGIII Kapitel 2 gemeldet werden. dies gewährleistet die interne Konsistenz der Annahmen über Emissionsquellen und -aktivitäten sowie die Konsistenz mit Temperaturprojektionen auf der Grundlage der physikalischen klimawissenschaftlichen Bewertung durch die WGI (siehe WGIII SPM Fußnote 49). Negative Werte (z. B. in C5, C6) stellen einen Anstieg der Emissionen dar. Die modellierten THG-Emissionen im Jahr 2019 betragen 55 [53–58] GtCO₂-Äq. Damit liegen sie innerhalb der Unsicherheitsbereiche der Schätzungen für die Emissionen im Jahr 2019 [53–66] GtCO₂-Äq. (siehe 2.1.1).

4 Emissionsmeilensteine werden für 5-Jahres-Intervalle bereitgestellt, um mit den zugrunde liegenden 5-Jahres-Zeitschrittdaten der modellierten Pfade in Einklang zu stehen. Bereiche in eckigen Klammern darunter beziehen sich auf den Bereich über die Bahnen, bestehend aus der unteren Grenze des 5. Perzentils 5-Jahres-Intervall und der oberen Grenze des 95. Perzentils 5-Jahres-Intervall. Zahlen in runden Klammern bedeuten den Bruchteil der Wege, die bestimmte Meilensteine im 21. Jahrhundert erreichen. Zu den Perzentilen, die über alle Pfade in dieser Kategorie gemeldet werden, gehören solche, die vor 2100 keine Netto-Null erreichen.

5 In Fällen, in denen Modelle nicht alle Treibhausgase melden, werden fehlende Treibhausgasarten gefüllt und zu einem Kyoto-Korb von Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalent aggregiert, der durch das 100-jährige Erderwärmungspotenzial definiert wird. Für jeden Pfad war die Berichterstattung über CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen das Minimum, das für die Bewertung der Klimareaktion und die Zuordnung zu einer Klimakategorie erforderlich war. Emissionspfade ohne Klimabewertung sind in den hier vorgestellten Bereichen nicht enthalten. Siehe WGIII Anhang III.II.5.

6 Die kumulierten Emissionen werden von Anfang 2020 bis zum Zeitpunkt von Netto-Null bzw. 2100 berechnet. Sie basieren auf harmonisierten Netto-CO₂-Emissionen und gewährleisten die Kohärenz mit der WG-I-Bewertung des verbleibenden CO₂-Budgets. {WGIII Kasten 3.4, WGIII SPM Fußnote 50}

3.3.2 Netto-Null-Emissionen: Timing und Implikationen

Aus physikalischer Sicht erfordert die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau die Begrenzung der kumulativen CO₂-Emissionen, das Erreichen von Netto-Null- oder Netto-Negativ-CO₂-Emissionen sowie eine starke Verringerung anderer Treibhausgasemissionen (siehe Abschnitt 1.). Global modellierte Pfade, die Netto-Null-Treibhausgasemissionen erreichen und aufrechterhalten, werden den Projektionen zufolge zu einem allmählichen Rückgang der Oberflächentemperatur führen (hohes Vertrauen). Das Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen erfordert in erster Linie eine tiefgreifende Verringerung der CO₂-, Methan- und anderen Treibhausgasemissionen und impliziert negative Netto-CO₂-Emissionen.¹³⁴ Die Entfernung von Kohlendioxid (CDR) wird notwendig sein, um negative Netto-CO₂-Emissionen zu erreichen.¹³⁵ Das Erreichen der globalen Netto-CO₂-Emissionen von null, wobei die verbleibenden anthropogenen CO₂-Emissionen durch dauerhaft gespeichertes CO₂ aus der anthropogenen Entfernung ausgeglichen werden, ist eine Voraussetzung für die Stabilisierung des CO₂-induzierten Anstiegs der globalen Oberflächentemperatur (siehe 3.3.3) (hohes Vertrauen). Dies unterscheidet sich von der Erreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen, bei denen die metrischen gewichteten anthropogenen THG-Emissionen (siehe Querschnittskasten.1) dem CO₂-Abbau entsprechen (hohes Vertrauen). Emissionspfade, die Netto-Null-Treibhausgasemissionen erreichen und aufrechterhalten, die durch das 100-jährige Erderwärmungspotenzial definiert werden, implizieren negative Netto-CO₂-Emissionen und werden voraussichtlich zu einem allmählichen

¹³⁴ Netto-Null-Treibhausgasemissionen, definiert durch das 100-jährige Erderwärmungspotenzial. Siehe Fußnote 70.

¹³⁵ Siehe Abschnitte 3.3.3 und 3.4.1.

Rückgang der Oberflächentemperatur nach einem früheren Höchststand führen (hohes Vertrauen). Während das Erreichen von Netto-Null-CO₂- oder Netto-Null-Treibhausgasemissionen eine tiefgreifende und rasche Verringerung der Bruttoemissionen erfordert, ist die Einführung der CDR zum Ausgleich schwer zu vermindender Restemissionen (z. B. einige Emissionen aus der Landwirtschaft, dem Luftverkehr, der Schifffahrt und industriellen Prozessen) unvermeidbar (hohes Vertrauen). {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.8; WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.11, WGIII Kasten TS.6; SR1.5 SPM A.2.2}

In modellierten Pfaden hängt der Zeitpunkt der Netto-Null-CO₂-Emissionen, gefolgt von Netto-Null-Treibhausgasemissionen, von mehreren Variablen ab, einschließlich des gewünschten Klimaergebnisses, der Minderungsstrategie und der abgedeckten Gase (hohes Vertrauen). Die globalen Netto-Null-CO₂-Emissionen werden Anfang der 2050er Jahre auf Wegen erreicht, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, und um die frühen 2070er Jahre auf Wegen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen. Während die Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen auf allen Pfaden, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) oder weniger begrenzen, stark reduziert werden, bleiben die Restemissionen von CH₄ und N₂O und F-Gasen von etwa 8 [5–11] GtCO₂-Äq yr⁻¹ zum Zeitpunkt der Netto-Null-Treibhausgasemissionen, die durch negative Netto-CO₂-Emissionen ausgeglichen werden. Dadurch würde Netto-Null-CO₂ vor Netto-Null-Treibhausgasen erreicht (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.2.4, WGIII Tabelle SPM.2, WGIII 3.3} (Abbildung 3.6)

Global modellierte Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, erreichen um 2050 Netto-Null-CO₂-Emissionen.

Gesamttreibhausgas- (THG) erreichen später Netto-Null

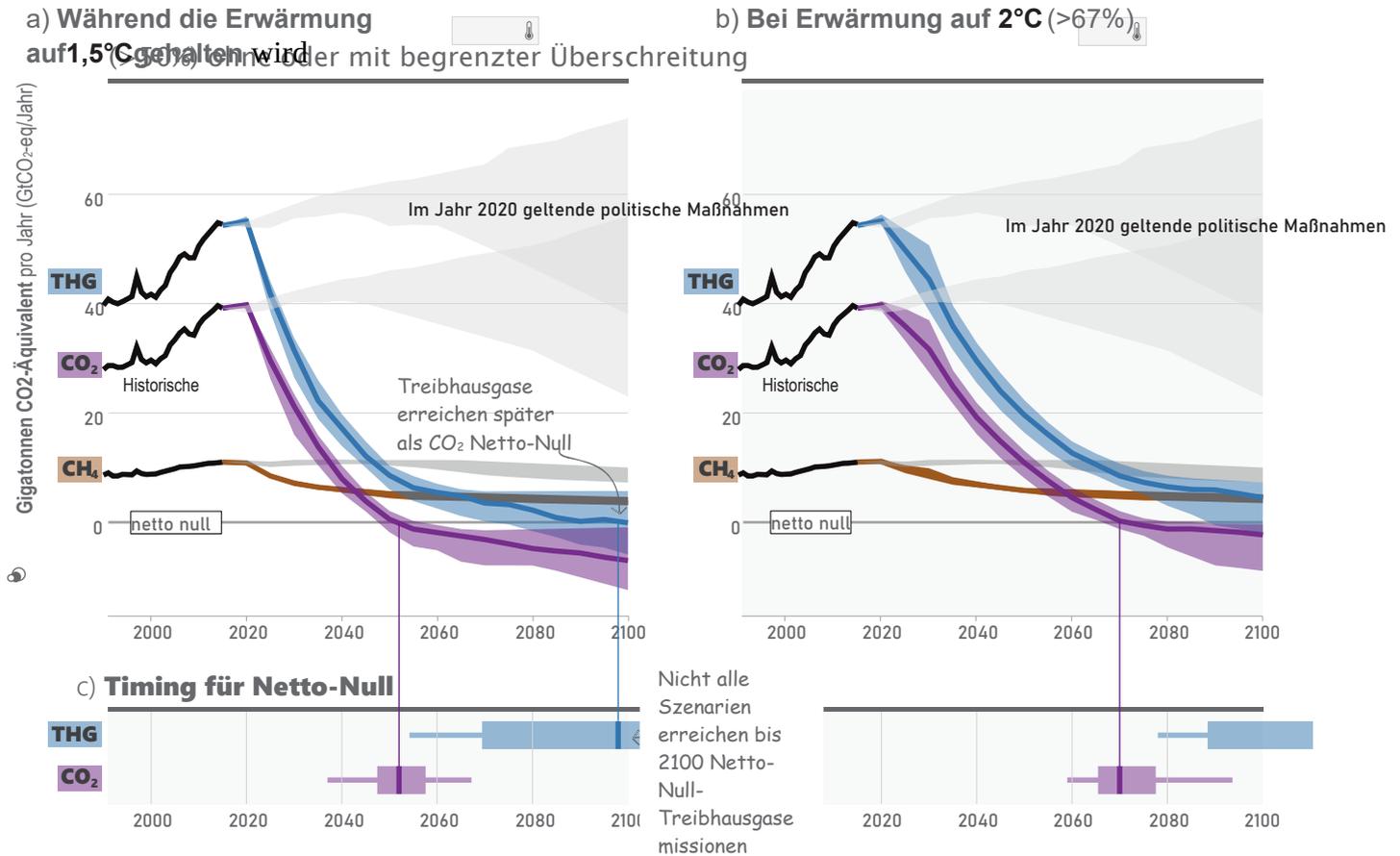


Abbildung 3.6: THG-, CO₂- und CH₄-Emissionen insgesamt und Zeitpunkt des Erreichens von Netto-Null in verschiedenen Minderungspfaden.

Obere Reihe: Treibhausgas-, CO₂- und CH₄-Emissionen im Zeitverlauf (in GtCO₂eq) mit historischen Emissionen, prognostizierte Emissionen im Einklang mit den bis Ende 2020 umgesetzten Strategien (grau) und Pfade, die mit den Temperaturzielen in Farbe (blau, lila bzw. braun) übereinstimmen. Panel (a) (links) zeigt Wege, die die Erwärmung auf 1,5°C (>50%) ohne oder mit begrenzter Überschreitung (C1) begrenzen, und Panel (b) (rechts) zeigt Wege, die die Erwärmung auf 2°C (>67%) (C3) begrenzen. Untere Zeile: Panel (c) zeigt den Median (vertikale Linie), den wahrscheinlichen (bar) und den sehr wahrscheinlichen (dünnen) Zeitpunkt des Erreichens von Netto-Null-Treibhausgas- und CO₂-Emissionen für global modellierte Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung (C1) (links) oder 2 °C (> 67 %) (C3) (rechts) begrenzen. {WGIII Abbildung SPM.5}

3.3.3 Sektorale Beiträge zur Schadensbegrenzung

Alle global modellierten Pfade, die die Erwärmung bis 2100 auf 2 °C (> 67 %) oder niedriger begrenzen, beinhalten schnelle und tiefgreifende und in den meisten Fällen sofortige Verringerungen der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren (siehe auch 4.1, 4.5). Eine Verringerung der THG-Emissionen in Industrie, Verkehr, Gebäuden und städtischen Gebieten kann durch eine Kombination aus Energieeffizienz und -erhaltung und einem Übergang zu Technologien mit niedrigem THG-Gehalt und Energieträgern erreicht werden (siehe auch 4.5, Abbildung 4.4). Soziokulturelle Optionen und Verhaltensänderungen können die globalen THG-Emissionen der Endverbrauchssektoren verringern, wobei der größte Teil des Potenzials in den Industrieländern besteht, wenn sie mit einer verbesserten Infrastrukturgestaltung und einem verbesserten Zugang kombiniert werden. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.10.2}

Globale modellierte Minderungspfade, die Netto-Null-CO₂- und Treibhausgasemissionen erreichen, umfassen den Übergang von fossilen Brennstoffen ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) zu sehr CO₂-armen oder CO₂-freien Energiequellen wie erneuerbaren oder fossilen Brennstoffen mit CCS, nachfrageseitige Maßnahmen und die Verbesserung der Effizienz, die Verringerung der Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen und die CDR.¹³⁶ In global modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 2 °C oder weniger begrenzen, wird im Jahr 2050 fast der gesamte Strom aus CO₂-freien oder CO₂-armen Quellen geliefert, wie erneuerbare Energien oder fossile Brennstoffe mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung, kombiniert mit einer erhöhten Elektrifizierung des Energiebedarfs. Solche Wege decken den Energiedienstleistungsbedarf bei relativ geringem Energieverbrauch, z. B. durch verbesserte Energieeffizienz und Verhaltensänderungen und eine verstärkte Elektrifizierung des Endenergieverbrauchs. Modellierte globale Pfade, die die globale Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, implementieren solche Veränderungen im Allgemeinen schneller als Pfade, die die globale Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.2, WGIII SPM C.4, WGIII TS.4.2; SR1.5 SPM C.2.2}

AFOLU-Minderungsoptionen können, wenn sie nachhaltig umgesetzt werden, zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen in großem Maßstab und zu einer verstärkten CO₂-Entfernung führen; Hindernisse für die Umsetzung und Kompromisse können sich jedoch aus den Auswirkungen des Klimawandels, konkurrierenden Anforderungen an Land, Konflikten mit der Ernährungssicherheit und den Lebensgrundlagen, der Komplexität von Landbesitz- und -bewirtschaftungssystemen sowie kulturellen Aspekten ergeben (siehe 3.4.1). Alle untersuchten modellierten Pfade, die die Erwärmung bis 2100 auf 2 °C (> 67 %) oder niedriger begrenzen, umfassen landbasierte Eindämmung und Landnutzungsänderungen, wobei die meisten verschiedene Kombinationen aus Wiederaufforstung, Aufforstung, reduzierter Entwaldung und Bioenergie umfassen. Allerdings ist der in Vegetation und Böden angesammelte Kohlenstoff durch zukünftige Verluste (oder Senkenumkehr) gefährdet, die durch den Klimawandel und Störungen wie Überschwemmungen, Dürren, Brände oder Schädlingsausbrüche oder zukünftige schlechte Bewirtschaftung ausgelöst werden. (hohes Vertrauen) {WGI SPM B.4.3; WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.5.4; WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.11.3, WGIII SPM D.2.3, WGIII TS.4.2, 3.4; SR1.5 SPM C.2.5; SRCCL SPM B.1.4, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7}

Neben tiefgreifenden, schnellen und nachhaltigen Emissionsreduktionen kann die CDR drei komplementäre Funktionen erfüllen: Senkung der Netto-CO₂- oder Netto-Treibhausgasemissionen auf kurze Sicht; Ausgleich von „schwer zu vermindern“ Restemissionen (z. B. einige Emissionen aus der Landwirtschaft, dem Luftverkehr, der Schifffahrt oder industriellen Prozessen), um dazu beizutragen, Netto-Null-CO₂- oder -Treibhausgasemissionen zu erreichen, und Erreichung von Netto-Negativ-CO₂- oder -Treibhausgasemissionen, wenn sie auf einem Niveau eingesetzt werden, das die jährlichen Restemissionen übersteigt (hohes Vertrauen). CDR-Methoden unterscheiden sich in Bezug auf Reife, Entfernungprozess, Zeitskala der Kohlenstoffspeicherung, Speichermedium, Minderungspotenzial, Kosten, Nebeneffekte, Auswirkungen und Risiken sowie Governance-Anforderungen (hohes Vertrauen). Insbesondere reicht die Reife von einer geringeren Reife (z. B. Alkalisierung der Ozeane) bis zu einer höheren Reife (z. B. Wiederaufforstung); das Entfernungs- und Speicherpotenzial reicht von einem geringeren Potenzial (<1 Gt CO₂-Jahr⁻¹, z. B. Blaukohlenstoffmanagement) bis zu einem höheren Potenzial (>3 Gt CO₂-Jahr⁻¹, z. B. Agroforstwirtschaft); Die Kosten reichen von niedrigeren Kosten (z. B. –45 bis 100 USD tCO₂-1 für die Kohlenstoffbindung im Boden) bis hin zu höheren Kosten (z. B. 100 bis 300 USD tCO₂-1 für die direkte Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid in der Luft) (mittleres Vertrauen). Die geschätzten Speicherzeiten variieren von Jahrzehnten bis Jahrhunderten für Methoden, die Kohlenstoff in der Vegetation und durch Bodenkohlenstoffmanagement speichern, bis zu zehntausend Jahren oder mehr

¹³⁶ CCS ist eine Option zur Verringerung der Emissionen aus fossilen Energie- und Industriequellen in großem Maßstab, sofern eine geologische Speicherung verfügbar ist. Wenn CO₂ direkt aus der Atmosphäre (DACCS) oder aus Biomasse (BECCS) abgeschieden wird, liefert CCS die Speicherkomponente dieser CDR-Methoden. Die CO₂-Abscheidung und unterirdische Einspritzung ist eine ausgereifte Technologie für die Gasverarbeitung und die verbesserte Ölrückgewinnung. Im Gegensatz zum Öl- und Gassektor ist CCS im Energiesektor sowie in der Zement- und Chemikalienproduktion, wo es eine kritische Minderungsoption darstellt, weniger ausgereift. Die technische geologische Speicherkapazität wird auf etwa 1000 Gt CO₂ geschätzt, was mehr ist als der CO₂-Speicherbedarf bis 2100, um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, obwohl die regionale Verfügbarkeit der geologischen Speicherung ein begrenzender Faktor sein könnte. Wenn die geologische Speicherstätte entsprechend ausgewählt und verwaltet wird, wird geschätzt, dass das CO₂ dauerhaft von der Atmosphäre isoliert werden kann. Die Umsetzung von CCS steht derzeit vor technologischen, wirtschaftlichen, institutionellen, ökologischen, ökologischen und soziokulturellen Hindernissen. Derzeit liegen die weltweiten CCS-Einführungsraten weit unter denen in modellierten Pfaden, die die Erderwärmung auf 1,5 °C bis 2 °C begrenzen. Ermöglichende Bedingungen wie politische Instrumente, eine stärkere öffentliche Unterstützung und technologische Innovationen könnten diese Hindernisse abbauen. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM C.4.6}

für Methoden, die Kohlenstoff in geologischen Formationen speichern (hohes Vertrauen). Aufforstung, Wiederaufforstung, verbesserte Waldbewirtschaftung, Agroforstwirtschaft und Kohlenstoffbindung im Boden sind derzeit die einzigen weit verbreiteten CDR-Methoden (hohes Vertrauen). Die Methoden und Ebenen der CDR-Bereitstellung in globalen modellierten Minderungspfaden variieren in Abhängigkeit von Annahmen über Kosten, Verfügbarkeit und Einschränkungen (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.3.5, WGIII SPM C.11.1, WGIII SPM C.11.4}

3.3.4 Überschreitung von Pfaden: Erhöhte Risiken und andere Auswirkungen

Die Überschreitung eines spezifischen verbleibenden CO₂-Budgets führt zu einer höheren globalen Erwärmung. Die Erreichung und Aufrechterhaltung negativer globaler Netto-CO₂-Emissionen könnte die daraus resultierende Temperaturüberschreitung umkehren (hohes Vertrauen). Eine weitere Verringerung der Emissionen kurzlebiger Klimaantriebe, insbesondere Methan, nach Erreichen der Spitzentemperatur, würde auch die Erwärmung weiter reduzieren (hohes Vertrauen). Nur wenige der ambitioniertesten global modellierten Pfade begrenzen die Erderwärmung ohne Überschreitung auf 1,5 °C (> 50 %). {WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.6, WGI SPM D.1.7; AGIII TS.4.2}

Die Überschreitung eines Erwärmungsniveaus führt zu schädlicheren Auswirkungen, einigen irreversiblen und zusätzlichen Risiken für menschliche und natürliche Systeme im Vergleich zum Unterschreiten dieses Erwärmungsniveaus, wobei die Risiken mit dem Ausmaß und der Dauer der Überschreitung zunehmen (hohes Vertrauen). Im Vergleich zu Pfaden ohne Überschreitung wären Gesellschaften und Ökosysteme größeren und weiter verbreiteten Veränderungen der Klimaeinflussfaktoren ausgesetzt, wie extremer Hitze und extremen Niederschlägen, mit zunehmenden Risiken für die Infrastruktur, tief liegenden Küstensiedlungen und damit verbundenen Lebensgrundlagen (hohes Vertrauen). Eine Überschreitung von 1,5 °C wird zu irreversiblen negativen Auswirkungen auf bestimmte Ökosysteme mit geringer Widerstandsfähigkeit führen, wie Polar-, Berg- und Küstenökosysteme, die von Eisschildschmelze, Gletscherschmelze oder einem beschleunigten und höheren Anstieg des Meeresspiegels betroffen sind (hohes Vertrauen). Überschreitung erhöht das Risiko schwerwiegender Auswirkungen wie vermehrte Waldbrände, Massensterblichkeit von Bäumen, Trocknung von Torfmooren, Auftauen von Permafrost und Schwächung natürlicher Kohlenstoffsenken auf dem Land; Solche Auswirkungen könnten die Freisetzung von Treibhausgasen erhöhen, was die Temperaturumkehr erschwert (mittleres Vertrauen). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.3; WGII SPM B.6, WGII SPM B.6.1, WGII SPM B.6.2; SR1.5 3.6}

Je größer die Überschreitung ist, desto mehr negative Netto-CO₂-Emissionen sind erforderlich, um zu einem bestimmten Erwärmungsniveau zurückzukehren (hohes Vertrauen). Die Reduzierung der globalen Temperatur durch die Beseitigung von CO₂ würde negative Nettoemissionen von 220 GtCO₂ (beste Schätzung, mit einem wahrscheinlichen Bereich von 160 bis 370 GtCO₂) für jedes Zehntel Grad erfordern (mittleres Vertrauen). Modellierete Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, erreichen Medianwerte der kumulativen negativen Nettoemissionen von 220 GtCO₂ bis 2100, Pfade, die die Erwärmung nach hoher Überschreitung auf 1,5 °C (> 50 %) zurückführen, erreichen Medianwerte von 360 GtCO₂ (hohes Vertrauen).¹³⁷ Eine raschere Verringerung der CO₂- und Nicht-CO₂-Emissionen, insbesondere von Methan, begrenzt die Spitzenwerte der Erwärmung und reduziert den Bedarf an negativen Netto-CO₂-Emissionen und CDR, wodurch Machbarkeits- und Nachhaltigkeitsbedenken sowie soziale und ökologische Risiken verringert werden (hohes Vertrauen). {WGI SPM D.1.1; WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.2, WGIII Tabelle SPM.2}

¹³⁷ Begrenzte Überschreitung bezieht sich auf die Überschreitung der globalen Erwärmung um 1,5 °C um bis zu etwa 0,1 °C, hohe Überschreitung um 0,1 °C bis 0,3 °C, in beiden Fällen für bis zu mehrere Jahrzehnte. {WGIII Feld SPM.1}

3.4 Langfristige Wechselwirkungen zwischen Anpassung, Minderung und nachhaltiger Entwicklung

Eindämmung und Anpassung können zu Synergien und Kompromissen mit nachhaltiger Entwicklung führen (hohes Vertrauen). Beschleunigte und gerechte Eindämmung und Anpassung bringen Vorteile aus der Vermeidung von Schäden durch den Klimawandel und sind von entscheidender Bedeutung für die Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung (hohes Vertrauen). Klimaresiliente Entwicklungspfade¹³⁸ werden zunehmend durch jede weitere Erwärmung eingeschränkt (sehr hohes Vertrauen). Es gibt ein sich schnell schließendes Zeitfenster, um eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern (sehr hohes Vertrauen).

Minderungs- und Anpassungsoptionen können zu Synergien und Kompromissen mit anderen Aspekten der nachhaltigen Entwicklung führen (siehe auch Abschnitt 4.6, Abbildung 4.4). Synergien und Zielkonflikte hängen vom Tempo und Ausmaß der Veränderungen und dem Entwicklungskontext einschließlich Ungleichheiten unter Berücksichtigung der Klimagerechtigkeit ab. Das Potenzial oder die Wirksamkeit einiger Anpassungs- und Minderungsoptionen nimmt mit der Intensivierung des Klimawandels ab (siehe auch Abschnitte 3.2, 3.3.3 und 4.5). (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2, WGII Abbildung SPM.4b; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.1.2, WGIII TS.5.1, WGIII Abbildung SPM.8; SR1.5 SPM D.3, SR1.5 SPM D.4; SRCCL SPM B.2, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM D.3.2, SRCCL Abbildung SPM.3}

Im Energiesektor wird der Übergang zu emissionsarmen Systemen mehrere positive Nebeneffekte haben, darunter Verbesserungen der Luftqualität und der Gesundheit. Es gibt potenzielle Synergien zwischen nachhaltiger Entwicklung und beispielsweise Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3}

Für Landwirtschaft, Land und Lebensmittelsysteme können viele Landbewirtschaftungsoptionen und nachfrageseitige Reaktionsoptionen (z. B. Ernährungsgewohnheiten, geringere Verluste nach der Ernte, geringere Lebensmittelverschwendung) zur Beseitigung der Armut und zur Beseitigung des Hungers beitragen und gleichzeitig Gesundheit und Wohlbefinden, sauberes Wasser und Sanitärversorgung sowie das Leben an Land fördern (mittleres Vertrauen). Im Gegensatz dazu können bestimmte Anpassungsoptionen, die eine Intensivierung der Produktion fördern, wie die Bewässerung, negative Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit haben (z. B. für die biologische Vielfalt, Ökosystemleistungen, Grundwasserverarmung und Wasserqualität) (hohes Vertrauen). {WGII TS.D.5.5; AGIII SPM D.10; SRCCL SPM B.2.3}

Aufforstung, verbesserte Waldbewirtschaftung, Kohlenstoffbindung im Boden, Wiederherstellung von Torfgebieten und Bewirtschaftung des blauen Kohlenstoffs an der Küste sind Beispiele für CDR-Methoden, die je nach Kontext die biologische Vielfalt und die Ökosystemfunktionen, die Beschäftigung und die lokalen Lebensgrundlagen verbessern können.¹³⁹ Die Aufforstung oder Erzeugung von Biomassepflanzen für Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung oder Biokohle kann jedoch nachteilige sozioökonomische und ökologische Auswirkungen haben, unter anderem auf die biologische Vielfalt, die Ernährungs- und Wassersicherheit, die lokalen Lebensgrundlagen und die Rechte indigener Völker, insbesondere wenn sie in großem Maßstab umgesetzt werden und Landbesitz unsicher ist. (hohes Vertrauen) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.4; Arbeitsgruppe III SPM C.11.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5; SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7.3, SRCCL Abbildung SPM.3}

Zu den modellierten Pfaden, bei denen davon ausgegangen wird, dass Ressourcen effizienter genutzt werden oder die globale Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit verlagert wird, gehören weniger Herausforderungen wie die Abhängigkeit von der CDR und der Druck auf Land und biologische Vielfalt und die ausgeprägtesten Synergien in Bezug auf die nachhaltige Entwicklung (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.3.6; SR1.5 SPM D.4.2}

Die Stärkung der Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels bringt schnellere Übergänge und höhere Vorabinvestitionen mit sich, bringt jedoch Vorteile durch die Vermeidung von Schäden durch den Klimawandel und geringere Anpassungskosten. Die aggregierten Auswirkungen der Eindämmung des Klimawandels auf das globale BIP (ohne Schäden durch Klimawandel und Anpassungskosten) sind im Vergleich zum prognostizierten globalen BIP-Wachstum gering. Die prognostizierten Schätzungen des globalen gesamtwirtschaftlichen Nettoschadens und der Anpassungskosten steigen im Allgemeinen mit dem Niveau der globalen Erwärmung. (hohes Vertrauen) {WGII SPM B.4.6, WGII TS.C.10; WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3}

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist nach wie vor begrenzt, da sie in der Lage ist, alle durch den Klimawandel verursachten Schäden, einschließlich nicht monetärer Schäden, darzustellen oder die Heterogenität von Schäden und das Risiko katastrophaler Schäden zu erfassen (hohes Vertrauen). Auch ohne Berücksichtigung dieser Faktoren oder der Nebeneffekte der Abschwächung übersteigen die globalen Vorteile der Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C die Kosten der Abschwächung (mittleres Vertrauen). Diese Feststellung widerspricht einer Vielzahl von Annahmen über soziale Präferenzen in Bezug auf Ungleichheiten und Diskontierung im Zeitverlauf (mittleres Vertrauen). Die Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C anstelle von 2 °C würde die Kosten der Eindämmung erhöhen, aber auch den Nutzen in Bezug

¹³⁸ Siehe Anhang I: Glossar.

¹³⁹ Die Auswirkungen, Risiken und Nebeneffekte der CDR-Einführung für Ökosysteme, Biodiversität und Menschen werden je nach Methode, standortspezifischem Kontext, Umsetzung und Umfang (hohes Vertrauen) sehr variabel sein. {WGIII SPM C.11.2}

auf geringere Auswirkungen und damit verbundene Risiken (siehe 3.1.1, 3.1.2) und einen geringeren Anpassungsbedarf (hohes Vertrauen) erhöhen.¹⁴⁰ {WGII SPM B.4, WGII SPM B.6; WGIII SPM C.12, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3 WGIII Box TS.7; SR1.5 SPM B.3, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.6}

Die Berücksichtigung anderer Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung, wie der potenziell starken wirtschaftlichen Vorteile für die menschliche Gesundheit durch die Verbesserung der Luftqualität, kann die geschätzten Vorteile der Minderung erhöhen (mittleres Vertrauen). Die wirtschaftlichen Auswirkungen verstärkter Klimaschutzmaßnahmen sind je nach Region und Land unterschiedlich, insbesondere abhängig von der Wirtschaftsstruktur, der regionalen Emissionsreduzierung, der Politikgestaltung und dem Grad der internationalen Zusammenarbeit (hohes Vertrauen). Ehrgeizige Minderungspfade implizieren große und manchmal disruptive Veränderungen der Wirtschaftsstruktur mit Auswirkungen auf kurzfristige Maßnahmen (Abschnitt 4.2), Eigenkapital (Abschnitt 4.4), Nachhaltigkeit (Abschnitt 4.6) und Finanzen (Abschnitt 4.8) (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.2, WGIII TS.4.2}

3.4.2 Förderung integrierter Klimaschutzmaßnahmen für nachhaltige Entwicklung

Ein inklusiver, gerechter Ansatz zur Integration von Anpassung, Eindämmung und Entwicklung kann die nachhaltige Entwicklung langfristig voranbringen (hohes Vertrauen). Integrierte Maßnahmen können Synergien für eine nachhaltige Entwicklung nutzen und Kompromisse verringern (hohes Vertrauen). Die Verlagerung von Entwicklungspfaden in Richtung Nachhaltigkeit und die Förderung einer klimaresilienten Entwicklung wird ermöglicht, wenn Regierungen, die Zivilgesellschaft und der Privatsektor Entwicklungsentscheidungen treffen, bei denen Risikominderung, Gerechtigkeit und Gleichheit Vorrang haben, und wenn Entscheidungsprozesse, Finanzen und Maßnahmen über Governance-Ebenen, Sektoren und Zeitrahmen hinweg integriert werden (sehr hohes Vertrauen) (siehe auch Abbildung 4.2). Inklusive Prozesse, die lokales Wissen und indigenes Wissen einbeziehen, erhöhen diese Aussichten (hohes Vertrauen). Allerdings unterscheiden sich die Handlungsmöglichkeiten zwischen den Regionen und innerhalb der Regionen erheblich, was auf historische und anhaltende Entwicklungsmuster zurückzuführen ist (sehr hohes Vertrauen). Eine beschleunigte finanzielle Unterstützung für Entwicklungsländer ist von entscheidender Bedeutung, um Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen zu verstärken (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.5.3, WGIII Cross-Chapter Box 5}

Maßnahmen, die Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern, können das Portfolio der verfügbaren Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen erweitern (mittleres Vertrauen). Die Kombination von Abschwächungsmaßnahmen mit Maßnahmen zur Verlagerung von Entwicklungspfaden, wie breiter angelegte sektorale Strategien, Ansätze, die zu Lebensstil- oder Verhaltensänderungen, Finanzregulierung oder makroökonomischen Maßnahmen führen, kann Hindernisse überwinden und ein breiteres Spektrum an Abschwächungsoptionen eröffnen (hohes Vertrauen). Integrierte, integrative Planung und Investitionen in alltägliche Entscheidungen über städtische Infrastruktur können die Anpassungsfähigkeit städtischer und ländlicher Siedlungen erheblich erhöhen. Küstenstädte und -siedlungen spielen eine wichtige Rolle bei der Förderung einer klimaresilienten Entwicklung aufgrund der hohen Zahl von Menschen, die in der Küstenzone mit niedriger Meereshöhe leben, des eskalierenden und klimabedingten Risikos, dem sie ausgesetzt sind, und ihrer wichtigen Rolle in der Volkswirtschaft und darüber hinaus (hohes Vertrauen). {WGII SPM D.3, WGII SPM D.3.3; WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.2.2; SR1.5 SPM D.6}

Beobachtete negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden, projizierte Risiken, Trends bei der Anfälligkeit und Anpassungsgrenzen zeigen, dass der Wandel im Hinblick auf Nachhaltigkeit und klimaresiliente Entwicklungsmaßnahmen dringender ist als zuvor bewertet (sehr hohes Vertrauen). Klimaresiliente Entwicklung integriert Anpassung und THG-Minderung, um eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben. Klimaresiliente Entwicklungspfade wurden durch vergangene Entwicklungen, Emissionen und den Klimawandel eingeschränkt und werden zunehmend durch jede Zunahme der Erwärmung eingeschränkt, insbesondere über 1,5 °C hinaus (sehr hohes Vertrauen). Eine klimaresiliente Entwicklung wird in einigen Regionen und Teilregionen nicht möglich sein, wenn die Erderwärmung 2 °C überschreitet (mittleres Vertrauen). Der Schutz der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme ist für eine klimaresiliente Entwicklung von grundlegender Bedeutung, aber die biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen sind nur begrenzt in der Lage, sich an die steigende globale Erwärmung anzupassen, wodurch eine klimaresiliente Entwicklung über 1,5 °C hinaus zunehmend schwieriger zu erreichen ist (sehr hohes Vertrauen). {WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.4, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5.1; AGIII SPM D.1.1}

Die kumulative wissenschaftliche Evidenz ist eindeutig: Der Klimawandel stellt eine Bedrohung für das menschliche Wohlergehen und die Gesundheit des Planeten dar (sehr hohes Vertrauen). Jede weitere Verzögerung konzertierter vorausschauender globaler Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Eindämmung des Klimawandels wird ein kurzes und sich rasch schließendes Zeitfenster verpassen, um eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern (sehr hohes Vertrauen). Die Möglichkeiten für kurzfristige Maßnahmen werden im folgenden Abschnitt bewertet. {WGII SPM D.5.3; AGIII SPM D.1.1}

¹⁴⁰ Die Beweise sind zu begrenzt, um eine ähnliche robuste Schlussfolgerung für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C zu ziehen. {WGIII SPM Fußnote 68}

Abschnitt 4 - Kurzfristige Reaktionen in einem sich verändernden Klima

4.1 Zeitplan und Dringlichkeit des Klimaschutzes

Tiefe, schnelle und nachhaltige Eindämmung und beschleunigte Umsetzung der Anpassung reduzieren die Risiken des Klimawandels für Mensch und Ökosysteme. In modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, und in solchen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen und sofortige Maßnahmen ergreifen, werden die globalen Treibhausgasemissionen voraussichtlich Anfang der 2020er Jahre ihren Höhepunkt erreichen, gefolgt von schnellen und tiefgreifenden Reduktionen. Da Anpassungsoptionen oft lange Umsetzungszeiten haben, ist eine beschleunigte Umsetzung der Anpassung, insbesondere in diesem Jahrzehnt, wichtig, um Anpassungslücken zu schließen. (hohes Vertrauen)

Das Ausmaß und die Geschwindigkeit des Klimawandels und der damit verbundenen Risiken hängen stark von kurzfristigen Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen ab (sehr hohes Vertrauen). Selbst unter den Szenarien mit sehr niedrigen Treibhausgasemissionen (SSP1-1.9) wird die Erderwärmung zwischen 2021 und 2040 mit größerer Wahrscheinlichkeit 1,5 °C erreichen und unter den Szenarien mit höheren Emissionen wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich 1,5 °C überschreiten.¹⁴¹ Viele Anpassungsoptionen haben eine mittlere oder hohe Durchführbarkeit von bis zu 1,5 °C (mittleres bis hohes Vertrauen, je nach Option), aber in einigen Ökosystemen wurden bereits harte Grenzen für die Anpassung erreicht, und die Wirksamkeit der Anpassung zur Verringerung des Klimarisikos wird mit zunehmender Erwärmung abnehmen (hohes Vertrauen). Gesellschaftliche Entscheidungen und Maßnahmen, die in diesem Jahrzehnt umgesetzt werden, bestimmen, inwieweit mittel- und langfristige Pfade zu einer höheren oder niedrigeren klimaresilienten Entwicklung führen (hohes Vertrauen). Die Aussichten für eine klimaresiliente Entwicklung werden zunehmend begrenzt, wenn die derzeitigen Treibhausgasemissionen nicht rasch zurückgehen, insbesondere wenn die globale Erwärmung um 1,5 °C kurzfristig überschritten wird (hohes Vertrauen). Ohne dringende, wirksame und gerechte Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen bedroht der Klimawandel zunehmend die Gesundheit und die Lebensgrundlagen der Menschen auf der ganzen Welt, die Gesundheit der Ökosysteme und die biologische Vielfalt, was schwerwiegende nachteilige Folgen für gegenwärtige und künftige Generationen hat (hohes Vertrauen). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.2; WGII SPM A, WGII SPM B.4, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.3, WGII Abbildung SPM.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.5, WGIII SPM D.1.1 SR1.5 SPM D.2.2}. (Abschnitt Box.2, Abbildung 2.1, Abbildung 2.3)

Bei modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, und bei solchen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, werden die globalen THG-Emissionen unter Annahme sofortiger Maßnahmen den Projektionen zufolge Anfang der 2020er Jahre ihren Höchststand erreichen, gefolgt von schnellen und tiefgreifenden THG-Emissionsreduktionen (hohes Vertrauen).¹⁴² Bei Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, werden die globalen Netto-Treibhausgasemissionen den Projektionen zufolge bis 2030 um 43 [34 bis 60] %¹⁴³ unter das Niveau von 2019 fallen, bis 2035 um 60 [49 bis 77] %, bis 2040 um 69 [58 bis 90] % und bis 2050 um 84 [73 bis 98] % (hohes Vertrauen) (Abschnitt 2.3.1, Tabelle 2.2, Abbildung 2.5, Tabelle 3.1).¹⁴⁴ Global modellierte Pfade, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, haben eine Verringerung der Treibhausgasemissionen unter das Niveau von 2019 von 21 [1 bis 42] % bis 2030, 35 [22 bis 55] % bis 2035, 46 [34 bis 63] % bis 2040 und 64 [53 bis 77] % bis 2050¹⁴⁵ (hohes Vertrauen). Die globalen Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit den vor der COP 26 angekündigten NDCs würden es wahrscheinlich machen, dass die Erwärmung 1,5 °C (hohes Vertrauen) übersteigen würde, und eine Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) würde dann eine rasche Beschleunigung der Emissionsreduktionen im Zeitraum 2030-2050 bedeuten, etwa 70 % schneller als auf Wegen, auf denen sofortige Maßnahmen ergriffen werden, um die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) (mittleres Vertrauen) zu begrenzen (Abschnitt 2.3.1). Fortgesetzte Investitionen in eine unverminderte Infrastruktur mit hohen Emissionen¹⁴⁶ und die begrenzte Entwicklung und Einführung von Alternativen mit geringen Emissionen vor 2030 würden dieser Beschleunigung entgegenstehen und die Machbarkeitsrisiken erhöhen (hohes Vertrauen). {WGIII SPM B.6.3, WGIII 3.5.2, WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6., WGIII SPM C.1, WGIII SPM C1.1, WGIII Tabelle SPM.2} (Abschnitt Box.2)

Alle global modellierten Pfade, die die Erwärmung bis 2100 auf 2 °C (> 67 %) oder niedriger begrenzen, beinhalten eine Verringerung sowohl der Netto-CO₂-Emissionen als auch der Nicht-CO₂-Emissionen (siehe Abbildung 3.6) (hohes

141 Kurzfristig (2021–2040) wird die Erderwärmung um 1,5 °C im Szenario mit sehr hohen THG-Emissionen (SSP5-8,5) sehr wahrscheinlich überschritten, im Szenario mit mittleren und hohen THG-Emissionen (SSP2-4.5, SSP3-7,0) wahrscheinlicher als nicht überschritten, im Szenario mit niedrigen THG-Emissionen (SSP1-2,6) eher als nicht erreicht und im Szenario mit sehr niedrigen THG-Emissionen (SSP1-1,9) wahrscheinlicher als nicht erreicht. Die besten Schätzungen [und sehr wahrscheinliche Bereiche] der globalen Erwärmung für die verschiedenen Szenarien auf kurze Sicht sind: 1,5 [1,2 bis 1,7] °C (SSP1-1,9); 1,5 [1,2 bis 1,8] °C (SSP1-2,6); 1,5 [1,2 bis 1,8] °C (SSP2-4,5); 1,5 [1,2 bis 1,8] °C (SSP3-7,0); und 1,6 [1,3 bis 1,9] °C (SSP5-8,5). {WGI SPM B.1.3, WGI-Tabelle SPM.1} (Abschnitt Box.2)

142 Werte in Klammern geben die Wahrscheinlichkeit an, die Erwärmung auf das angegebene Niveau zu begrenzen (siehe Querschnittsfeld.2).

143 Median und sehr wahrscheinlich Bereich [5. bis 95. Perzentil]. {WGIII SPM Fußnote 30}

144 Diese Zahlen für CO₂ betragen 48 [36 bis 69] % im Jahr 2030, 65 [50 bis 96] % im Jahr 2035, 80 [61 bis 109] % im Jahr 2040 und 99 [79 bis 119] % im Jahr 2050.

145 Diese Zahlen für CO₂ belaufen sich 2030 auf 22 [1 bis 44] %, 2035 auf 37 [21 bis 59] %, 2040 auf 51 [36 bis 70] % und 2050 auf 73 [55 bis 90] %.

146 In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff „unverminderte fossile Brennstoffe“ auf fossile Brennstoffe, die ohne Eingriffe hergestellt und verwendet werden, wodurch die Menge der während des gesamten Lebenszyklus emittierten Treibhausgase erheblich verringert wird; beispielsweise die Abscheidung von 90 % oder mehr CO₂ aus Kraftwerken oder 50 bis 80 % der flüchtigen Methanemissionen aus der Energieversorgung. {WGIII SPM Fußnote 54}

Vertrauen). So werden beispielsweise bei Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, die globalen CH₄-Emissionen (Methan) bis 2030 um 34 [21 bis 57] % unter das Niveau von 2019 und bis 2040 um 44 [31 bis 63] % reduziert (hohes Vertrauen). Die weltweiten CH₄-Emissionen werden bis 2030 um 24 [9 bis 53] % unter das Niveau von 2019 und bis 2040 um 37 [20 bis 60] % in modellierten Pfaden reduziert, die die Erwärmung auf 2 °C begrenzen, wobei 2020 Maßnahmen ergriffen werden (> 67 %) (hohes Vertrauen). {WGIII SPM C.1.2, WGIII Tabelle SPM.2, WGIII 3.3; SR1.5 SPM C.1, SR1.5 SPM C.1.2} (Abschnitt Box.2)

Alle global modellierten Pfade, die die Erwärmung bis 2100 auf 2 °C (> 67 %) oder niedriger begrenzen, beinhalten THG-Emissionsreduktionen in allen Sektoren (hohes Vertrauen). Die Beiträge der verschiedenen Sektoren variieren je nach modelliertem Minderungspfad. In den meisten global modellierten Minderungspfaden erreichen die Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, durch Wiederaufforstung und verringerte Entwaldung sowie aus dem Energieversorgungssektor früher Netto-Null-CO₂-Emissionen als im Gebäude-, Industrie- und Verkehrssektor (Abbildung 4.1). Strategien können sich auf Kombinationen verschiedener Optionen stützen (Abbildung 4.1, Abschnitt 4.5), aber weniger in einem Sektor zu tun, muss durch weitere Reduzierungen in anderen Sektoren kompensiert werden, wenn die Erwärmung begrenzt werden soll. (hohes Vertrauen) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.1, WGIII SPM 3.2, WGIII SPM C.3.3} (Abschnitt Box.2)

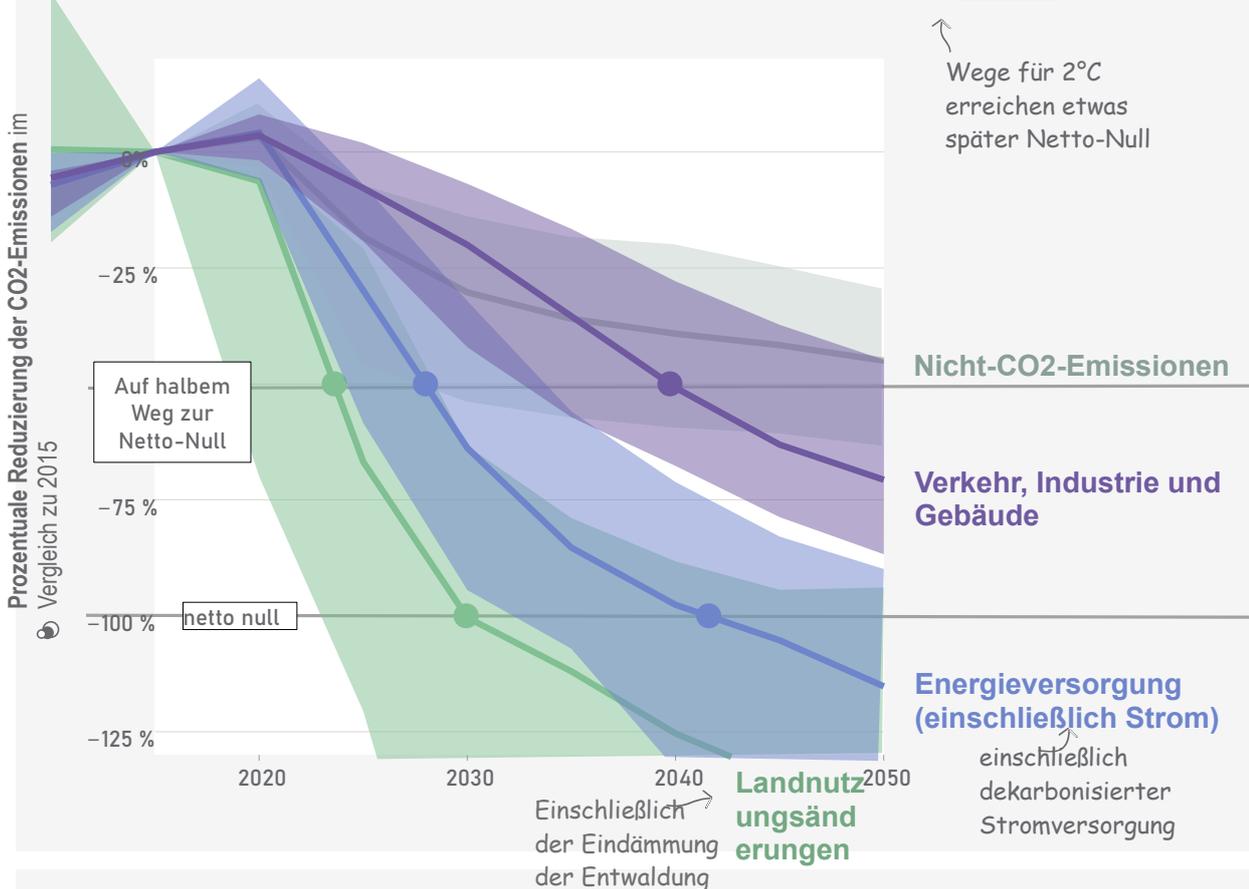
Ohne rasche, tiefgreifende und nachhaltige Eindämmungsmaßnahmen und beschleunigte Anpassungsmaßnahmen werden die Verluste und Schäden weiter zunehmen, einschließlich der projizierten negativen Auswirkungen in Afrika, den am wenigsten entwickelten Ländern, SIDS, Mittel- und Südamerika,¹⁴⁷Asien und der Arktis, und die am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen unverhältnismäßig stark treffen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.3.5, WGII SPM B.2.4, WGII 12.2, WGII 10. Kasten 10.6, WGII TS D.7.5, WGII Cross-Chapter Box 6 ES, WGII Global to Regional Atlas Annex A1.15, WGII Global to Regional Atlas Annex A1.27; SR1.5 SPM B.5.3, SR 1.5 SPM B.5.7; SRCCL A.5.6} (Abbildung 3.2; Abbildung 3.3)

147 Der südliche Teil Mexikos ist in der klimatischen Subregion Südamerika (SCA) für WGI enthalten. Mexiko wird als Teil Nordamerikas für WGII bewertet. Die Literatur zum Klimawandel für die SCA-Region enthält gelegentlich Mexiko, und in diesen Fällen bezieht sich die WGII-Bewertung auf Lateinamerika. Mexiko gilt für die Arbeitsgruppe III als Teil Lateinamerikas und der Karibik. {WGII 12.1.1, WGIII AII.1.1}

Der Übergang zu Netto-Null-CO₂-Emissionen wird in den verschiedenen Sektoren unterschiedlich schnell verlaufen.

CO₂-Emissionen aus der Elektrizitäts-/fossilen Brennstoffindustrie und Landnutzungsänderungen erreichen im Allgemeinen früher Netto-Null als in anderen Sektoren.

a) Sektorale Emissionen auf Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen



b) Treibhausgasemissionen nach Sektoren zum Zeitpunkt des Netto-Null-CO₂-Ausstoßes im Vergleich zu 2019

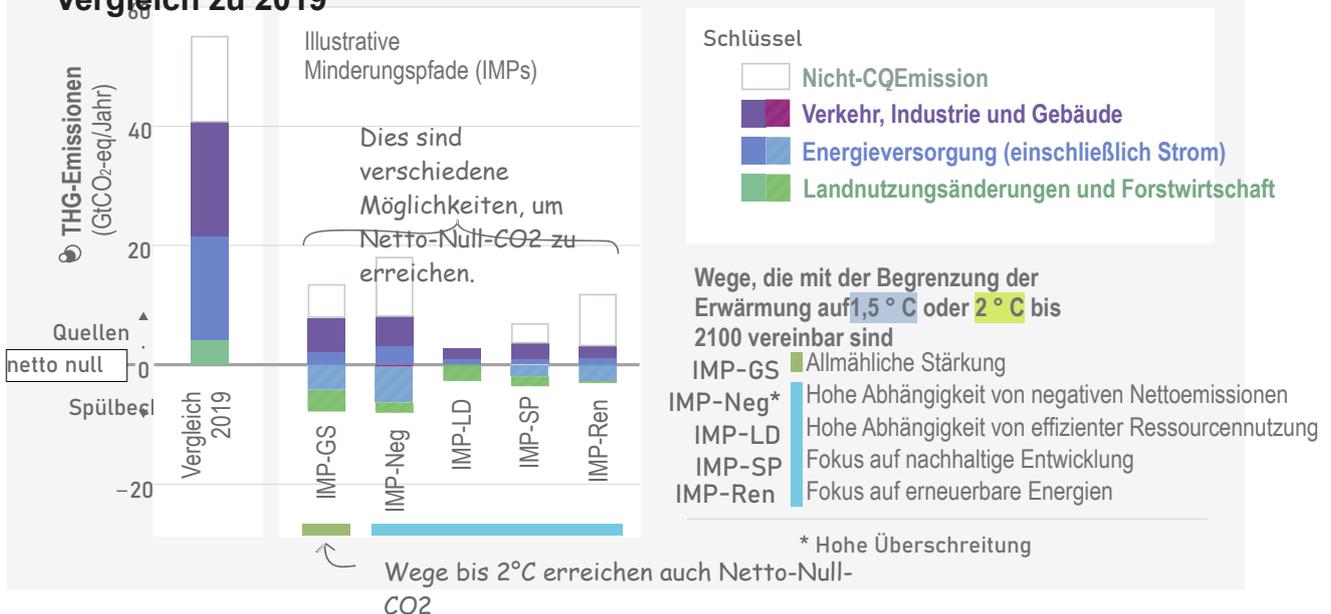


Abbildung 4.1: Sektorale Emissionen auf Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen.

Panel (a) zeigt sektorale CO₂- und Nicht-CO₂-Emissionen in global modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen. Die horizontalen Linien veranschaulichen die Halbierung der Emissionen von 2015 (Basisjahr der Pfade) (gestrichelt) und das Erreichen der Netto-Null-Emissionen (durchgezogene Linie). Die Bandbreite zeigt das 5–95. Perzentil der Emissionen auf den verschiedenen Pfaden. Der Zeitplan unterscheidet sich stark von Sektor zu Sektor, wobei die CO₂-Emissionen aus der Elektrizitäts-/fossilen Brennstoffindustrie und die Landnutzungsänderungen im Allgemeinen früher Netto-Null erreichen. Auch die Nicht-CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft werden im Vergleich zu Pfaden ohne Klimapolitik erheblich reduziert, erreichen aber in der Regel nicht Null. Panel (b) Obwohl alle Pfade stark reduzierte Emissionen enthalten, gibt es unterschiedliche Pfade, wie die in der IPCC-Arbeitsgruppe III verwendeten illustrativen Minderungspfade zeigen. Die Pfade betonen Routen, die mit der Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C mit einer hohen Abhängigkeit von negativen Nettoemissionen (IMP-Neg), hoher Ressourceneffizienz (IMP-LD), einem Schwerpunkt auf nachhaltiger Entwicklung (IMP-SP) oder erneuerbaren Energien (IMP-Ren) im Einklang stehen und mit 2 °C im Einklang stehen, basierend auf einer weniger schnellen Einführung von Minderungsmaßnahmen, gefolgt von einer anschließenden schrittweisen Stärkung (IMP-GS). Positive (fest gefüllte Stäbe) und negative Emissionen (schraffierte Stäbe) für verschiedene illustrative Minderungspfade werden mit den Treibhausgasemissionen aus dem Jahr 2019 verglichen. Die Kategorie „Energieversorgung (einschließlich Strom)“ umfasst Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung und direkter CO₂-Abscheidung und -Speicherung in der Luft. {WGIII Kasten TS.5, WGIII 3.3, WGIII 3.4, WGIII 6.6, WGIII 10.3, WGIII 11.3} (Abschnitt Kasten.2)

4.2 Vorteile der Stärkung kurzfristiger Maßnahmen

Die beschleunigte Umsetzung der Anpassung wird das Wohlbefinden verbessern, indem Verluste und Schäden, insbesondere für schutzbedürftige Bevölkerungsgruppen, verringert werden. Tiefe, schnelle und nachhaltige Minderungsmaßnahmen würden die künftigen Anpassungskosten und -verluste und -schäden verringern, die positiven Nebeneffekte der nachhaltigen Entwicklung verbessern, die Blockierung von Emissionsquellen vermeiden und verlorene Vermögenswerte und irreversible Klimaveränderungen verringern. Diese kurzfristigen Maßnahmen beinhalten höhere Vorabinvestitionen und disruptive Veränderungen, die durch eine Reihe von grundlegenden Bedingungen und die Beseitigung oder den Abbau von Hindernissen für die Durchführbarkeit abgemildert werden können. (hohes Vertrauen)

Die beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen wird dem menschlichen Wohlbefinden zugute kommen (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.3). Da Anpassungsoptionen oft lange Umsetzungszeiten haben, ist eine langfristige Planung und beschleunigte Umsetzung, insbesondere in diesem Jahrzehnt, wichtig, um Anpassungslücken zu schließen, wobei zu berücksichtigen ist, dass für einige Regionen nach wie vor Einschränkungen bestehen. Der Nutzen für schutzbedürftige Bevölkerungsgruppen wäre hoch (siehe Abschnitt 4.4). (hohes Vertrauen) {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.3; WGII SPM C.1.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.1, WGII Abbildung SPM.4b; SROCC SPM C.3.4, SROCC Abbildung 3.4, SROCC Abbildung SPM.5}

Kurzfristige Maßnahmen, die die Erderwärmung auf fast 1,5 °C begrenzen, würden die prognostizierten Verluste und Schäden im Zusammenhang mit dem Klimawandel in menschlichen Systemen und Ökosystemen im Vergleich zu höheren Erwärmungswerten erheblich reduzieren, können sie aber nicht alle beseitigen (sehr hohes Vertrauen). Das Ausmaß und die Geschwindigkeit des Klimawandels und der damit verbundenen Risiken hängen stark von kurzfristigen Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen ab, und die prognostizierten negativen Auswirkungen und damit verbundenen Verluste und Schäden eskalieren mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung (sehr hohes Vertrauen). Verzögerte Minderungsmaßnahmen werden die Erderwärmung weiter erhöhen, was die Wirksamkeit vieler Anpassungsoptionen, einschließlich der ökosystembasierten Anpassung und vieler wasserbezogener Optionen, verringern wird, sowie die Durchführbarkeitsrisiken für die Minderung erhöhen wird, beispielsweise bei Optionen, die auf Ökosystemen basieren (hohes Vertrauen). Umfassende, wirksame und innovative Maßnahmen zur Integration von Anpassung und Minderung können Synergien nutzen und Kompromisse zwischen Anpassung und Minderung sowie bei der Erfüllung der Finanzierungsanforderungen (sehr hohes Vertrauen) verringern (siehe Abschnitte 4.5, 4.6, 4.8 und 4.9). {WGI SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.6.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM D.1, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5, WG II TS D.1.4, WG II TS.D.5, WGII TS D.7.5; WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.9, WGIII SPM D.2, WGIII SPM E.13; SR1.5 SPM C.2.7, SR1.5 D.1.3, SR1.5 D.5.2}

Minderungsmaßnahmen werden andere positive Nebeneffekte für die nachhaltige Entwicklung haben (hohes Vertrauen). Die Minderung wird die Luftqualität und die menschliche Gesundheit in naher Zukunft verbessern, insbesondere weil viele Luftschadstoffe von THG-emittierenden Sektoren gemeinsam emittiert werden und Methanemissionen zur Bildung von Oberflächenozon führen (hohes Vertrauen). Zu den Vorteilen der Verbesserung der Luftqualität gehören die Prävention von durch Luftverschmutzung verursachten vorzeitigen Todesfällen, chronischen Krankheiten und Schäden an Ökosystemen und Kulturen. Der wirtschaftliche Nutzen für die menschliche Gesundheit, der sich aus der Verbesserung der Luftqualität infolge von Minderungsmaßnahmen ergibt, kann in derselben Größenordnung liegen wie die Minderungskosten und möglicherweise sogar noch größer sein (mittleres Vertrauen). Da Methan eine kurze Lebensdauer hat, aber ein starkes Treibhausgas ist, können starke, schnelle und nachhaltige Verringerungen der Methanemissionen die kurzfristige Erwärmung begrenzen und die Luftqualität verbessern, indem sie das globale Oberflächenozon reduzieren (hohes Vertrauen). {WGI SPM D.1.7, WGI SPM D.2.2, WGI 6.7, WGI TS Box TS.7, WGI 6 Box 6.2, WGI Figure 6.3, WGI Figure 6.16, WGI Figure 6.17; WGII TS.D.8.3, WGII Cross-Chapter Box HEALTH, WGII 5 ES, WGII 7 ES; AGII 7.3.1.2; WGIII Abbildung SPM.8, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.4.2, WGIII TS.4.2}

Zu den Herausforderungen, die sich aus verzögerten Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen ergeben, gehören das Risiko einer Kosteneskalation, die Bindung an die Infrastruktur, verlorene Vermögenswerte und die geringere Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Anpassungs- und Minderungsoptionen (hohes Vertrauen). Die weitere Einrichtung einer unverminderten¹⁴⁸ Infrastruktur für fossile Brennstoffe wird die Treibhausgasemissionen „lock-in“ (hohes Vertrauen) bringen. Wenn die Erderwärmung auf 2 °C oder weniger begrenzt wird, wird eine beträchtliche Menge fossiler Brennstoffe unverbrannt bleiben und könnte eine beträchtliche Infrastruktur für fossile Brennstoffe entstehen (hohes Vertrauen), wobei der weltweit abgezinste Wert von 2015 bis 2050 auf etwa 1 bis 4 Billionen USD geschätzt wird (mittleres Vertrauen). Frühzeitige Maßnahmen würden die Größe dieser verlorenen Vermögenswerte begrenzen, während verzögerte Maßnahmen mit fortgesetzten Investitionen in unverminderte Infrastrukturen mit hohen Emissionswerten und die begrenzte Entwicklung und Einführung emissionsarmer Alternativen vor 2030 künftige verlorene Vermögenswerte an das obere Ende der Spanne bringen würden, was als Hindernisse und zunehmende politisch-ökonomische Durchführbarkeitsrisiken wirken würde, die die Bemühungen zur Begrenzung der Erderwärmung gefährden könnten. (hohes Vertrauen). {WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM C.4, WGIII Kasten TS.8}

Durch die Ausweitung kurzfristiger Klimaschutzmaßnahmen (Abschnitt 4.1) wird eine Mischung aus kostengünstigen und kostenintensiven Optionen mobilisiert. Kostenintensive Optionen wie Energie und Infrastruktur sind erforderlich, um künftige Lock-ins zu vermeiden, Innovationen zu fördern und transformative Veränderungen einzuleiten (Abbildung 4.4). Klimaresiliente Entwicklungspfade zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung für alle werden durch Gerechtigkeit sowie soziale Gerechtigkeit und Klimagerechtigkeit (sehr hohes Vertrauen) geprägt. Die Einbettung einer wirksamen und gerechten Anpassung und Minderung in die Entwicklungsplanung kann die Anfälligkeit verringern, Ökosysteme erhalten und wiederherstellen und eine klimaresiliente Entwicklung ermöglichen. Dies ist insbesondere in Gebieten mit anhaltenden Entwicklungslücken und begrenzten Ressourcen eine Herausforderung. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5, WGII SPM D1; WGIII TS.5.2, WGIII 8.3.1, WGIII 8.3.4, WGIII 8.4.1, WGIII 8.6}

Die Ausweitung des Klimaschutzes kann zu disruptiven Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur mit Verteilungsfolgen führen und muss divergierende Interessen, Werte und Weltanschauungen innerhalb und zwischen den Ländern in Einklang bringen. Tiefere fiskalische, finanzielle, institutionelle und regulatorische Reformen können solche nachteiligen Auswirkungen ausgleichen und Minderungspotenziale freisetzen. Gesellschaftliche Entscheidungen und Maßnahmen, die in diesem Jahrzehnt umgesetzt werden, werden bestimmen, inwieweit mittel- und langfristige Entwicklungspfade zu höheren oder niedrigeren klimaresilienten Entwicklungsergebnissen führen werden. (hohes Vertrauen) {WGII SPM D.2, WGII SPM D.5, WGII Box TS.8; WGIII SPM D.3, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4, WGIII TS.2, WGIII TS.4.1, WGIII TS.6.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

Die grundlegenden Bedingungen müssten kurzfristig gestärkt und Hindernisse abgebaut oder beseitigt werden, um Möglichkeiten für tiefgreifende und rasche Anpassungs- und Eindämmungsmaßnahmen und eine klimaresiliente Entwicklung (hohes Vertrauen) zu nutzen (Abbildung 4.2). Diese grundlegenden Bedingungen werden nach nationalen, regionalen und lokalen Gegebenheiten und geografischen Gegebenheiten nach Fähigkeiten differenziert und umfassen: Gerechtigkeit und Inklusion im Klimaschutz (siehe Abschnitt 4.4), rasche und weitreichende Übergänge in Sektoren und Systemen (siehe Abschnitt 4.5), Maßnahmen zur Erzielung von Synergien und zur Verringerung von Zielkonflikten mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (siehe Abschnitt 4.6), Verbesserungen der Governance und der Politik (siehe Abschnitt 4.7), Zugang zu Finanzmitteln, verbesserte internationale Zusammenarbeit und technologische Verbesserungen (siehe Abschnitt 4.8) und Integration kurzfristiger Maßnahmen in allen Sektoren, Systemen und Regionen (siehe Abschnitt 4.9). {WGII SPM D.2; WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2}

Die Hindernisse für die Durchführbarkeit müssten abgebaut oder beseitigt werden, um Maßnahmen zur Eindämmung und Anpassung in großem Maßstab ergreifen zu können. Durch die Beseitigung einer Reihe von Hindernissen, einschließlich wirtschaftlicher, technologischer, institutioneller, sozialer, ökologischer und geophysikalischer Hindernisse, können viele Grenzen für die Durchführbarkeit und Wirksamkeit der Maßnahmen überwunden werden. Die Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Optionen wird durch integrierte, multisektorale Lösungen erhöht, die die Reaktionen auf der Grundlage des Klimarisikos unterscheiden, systemübergreifend sind und soziale Ungleichheiten angehen. Verstärkte kurzfristige Maßnahmen in modellierten kosteneffizienten Pfaden, die die Erderwärmung auf 2 °C oder weniger begrenzen, verringern das Gesamtrisiko für die Durchführbarkeit der Systemübergänge im Vergleich zu modellierten Pfaden mit verzögerten oder unkoordinierten Maßnahmen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM C.5; WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.1.3}

Die Integration ehrgeiziger Klimaschutzmaßnahmen in makroökonomische Maßnahmen unter globaler Unsicherheit würde Vorteile bringen (hohes Vertrauen). Dies umfasst drei Hauptrichtungen: a) gesamtwirtschaftliche Mainstreaming-Pakete zur Unterstützung von Optionen zur Verbesserung nachhaltiger, emissionsarmer Programme zur wirtschaftlichen Erholung, Entwicklung und Schaffung von Arbeitsplätzen (Abschnitte 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9) b) Sicherheitsnetze und Sozialschutz während des Übergangs (Abschnitt 4.4, 4.7); und c) einen erweiterten Zugang zu Finanzmitteln, Technologie und Kapazitätsaufbau sowie eine koordinierte Unterstützung emissionsarmer Infrastruktur („Leap-Frog“-Potenzial), insbesondere in Entwicklungsländern, und unter Schuldendruck (hohes Vertrauen). (Abschnitt 4.8) {WGII

148 In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff „unverminderte fossile Brennstoffe“ auf fossile Brennstoffe, die ohne Eingriffe hergestellt und verwendet werden, wodurch die Menge der während des gesamten Lebenszyklus emittierten Treibhausgase erheblich verringert wird; beispielsweise die Abscheidung von 90 % oder mehr CO₂ aus Kraftwerken oder 50 bis 80 % der flüchtigen Methanemissionen aus der Energieversorgung. {WGIII SPM Fußnote 54}

SPM C.2, WGII SPM C.4.1, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM E.2.2, WGII SPM E.4, WGII SPM TS.2, WGII SPM TS.5.2, WGII TS.6.4, WGII TS.15, WGII TS Box TS.3; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.5.4, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.1, WGIII Box TS.15, WGIII 15.2, WGIII Cross-Chapter Box 1 on COVID in Chapter 1}

Es gibt ein sich schnell verengendes Zeitfenster, um eine klimaresiliente Entwicklung zu ermöglichen.

Mehrere interagierende Entscheidungen und Maßnahmen können Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern

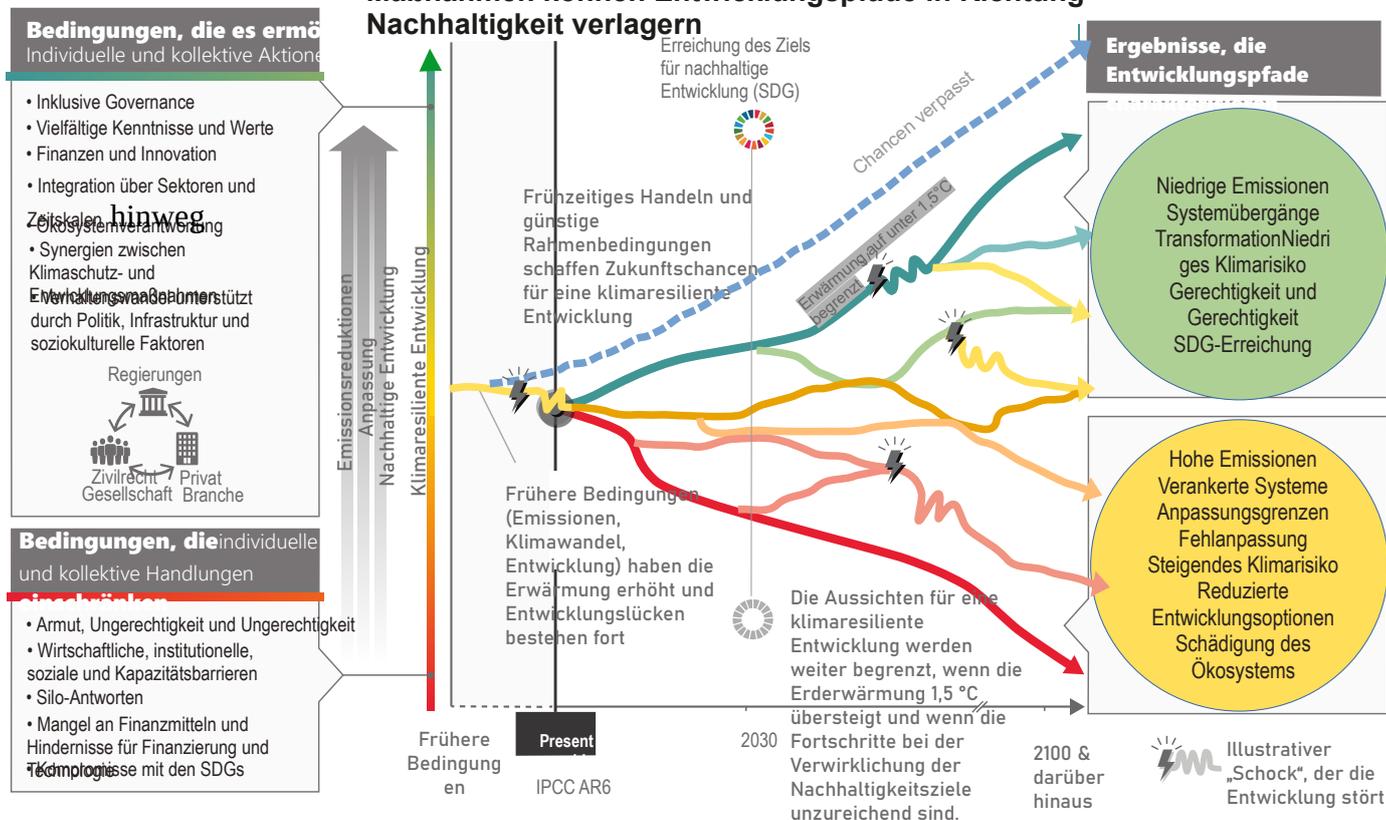


Abbildung 4.2: Die illustrativen Entwicklungspfade (rot bis grün) und die damit verbundenen Ergebnisse (rechtes Panel) zeigen, dass sich die Möglichkeiten zur Sicherung einer lebenswerten und nachhaltigen Zukunft für alle rasch verengen.

Klimaresiliente Entwicklung ist der Prozess der Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel, um eine nachhaltige Entwicklung zu unterstützen. Unterschiedliche Wege verdeutlichen, dass interagierende Entscheidungen und Maßnahmen verschiedener Akteure der Regierung, des Privatsektors und der Zivilgesellschaft die klimaresiliente Entwicklung voranbringen, Wege in Richtung Nachhaltigkeit verlagern und geringere Emissionen und Anpassung ermöglichen können. Vielfältige Kenntnisse und Werte umfassen kulturelle Werte, indigenes Wissen, lokales Wissen und wissenschaftliche Kenntnisse. Klimatische und nichtklimatische Ereignisse wie Dürren, Überschwemmungen oder Pandemien stellen für Wege mit einer geringeren klimaresilienten Entwicklung (rot bis gelb) schwerere Schocks dar als für Wege mit einer stärker klimaresilienten Entwicklung (grün). Es gibt Grenzen der Anpassungs- und Anpassungsfähigkeit für einige menschliche und natürliche Systeme bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C, und mit jedem Anstieg der Erwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen. Die Entwicklungspfade, die von den Ländern in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung eingeschlagen werden, wirken sich auf die THG-Emissionen aus und prägen daher die Herausforderungen und Chancen der Minderung, die sich von Land zu Land und von Region zu Region unterscheiden. Handlungspfade und -möglichkeiten werden durch frühere Maßnahmen (oder Nichthandlungen und verpasste, gestrichelte Handlungspfade) und günstige und einschränkende Bedingungen (linke Seite) geprägt und finden im Zusammenhang mit Klimarisiken, Anpassungsgrenzen und Entwicklungslücken statt. Je länger sich die Emissionsreduktionen verzögern, desto weniger effektive Anpassungsmöglichkeiten gibt es. {WGI SPM B.1; WGII SPM B.1 bis B.5, WGII SPM C.2 bis 5, WGII SPM D.1 bis 5, WGII Abbildung SPM.3, WGII Abbildung SPM.4, WGII Abbildung SPM.5, WGII TS.D.5, WGII 3.1, WGII 3.2, WGII 3.4, WGII 4.2, WGII Abbildung 4.4, WGII 4.5, WGII 4.6, WGII 4.9; WGIII SPM A, WGIII SPM B1, WGIII SPM B.3, WGIII SPM B.6, WGIII SPM C.4, WGIII SPM D1 bis 3, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5, WGIII Abbildung TS.1, WGIII Abbildung TS.7, WGIII Box TS.3, WGIII Box TS.8, Cross-Working Group Box 1 in Kapitel 3, WGIII Cross-Chapter Box 5 in Kapitel 4; SR1.5 SPM D.1 bis 6; SRCCL SPM D.3}

4.3 Kurzfristige Risiken

Viele Veränderungen im Klimasystem, einschließlich extremer Ereignisse, werden in naher Zukunft mit zunehmender globaler Erwärmung (hohes Vertrauen) größer werden. Mehrere klimatische und nichtklimatische Risiken werden miteinander in Wechselwirkung treten, was zu verstärkten Compoundierungs- und Kaskadeneffekten führt, die schwieriger zu handhaben sind (hohes Vertrauen). Verluste und Schäden werden mit zunehmender Erderwärmung zunehmen (sehr hohes Vertrauen), während sie sich stark auf die ärmsten gefährdeten Bevölkerungsgruppen konzentrieren (hohes Vertrauen). Die Fortsetzung der derzeitigen nicht nachhaltigen Entwicklungsmuster würde die Exposition und Anfälligkeit von Ökosystemen und Menschen gegenüber Klimagefahren erhöhen (hohes Vertrauen).

Die Erderwärmung wird in naher Zukunft (2021-2040) weiter zunehmen, was hauptsächlich auf erhöhte kumulative CO₂-Emissionen in fast allen betrachteten Szenarien und Pfaden zurückzuführen ist. In naher Zukunft wird jede Region der Welt voraussichtlich mit einem weiteren Anstieg der Klimagefahren konfrontiert sein (mittleres bis hohes Vertrauen, abhängig von Region und Gefahr), wodurch mehrere Risiken für Ökosysteme und Menschen erhöht werden (sehr hohes Vertrauen). In naher Zukunft¹⁴⁹ wird die natürliche Variabilität die vom Menschen verursachten Veränderungen modulieren, indem sie die projizierten Veränderungen, insbesondere auf regionaler Ebene, entweder abschwächt oder verstärkt, mit geringem Einfluss auf die hundertjährige globale Erwärmung. Diese Modulationen sind bei der Anpassungsplanung zu berücksichtigen. Die globale Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr kann aufgrund der natürlichen Variabilität über oder unter dem langfristigen vom Menschen verursachten Trend schwanken. Bis 2030 könnte die globale Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr 1,5 °C im Vergleich zu 1850–1900 mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 40 % und 60 % in den fünf in der WGI bewerteten Szenarien (mittleres Vertrauen) überschreiten. Das Auftreten einzelner Jahre mit einer globalen Temperaturänderung über einem bestimmten Niveau bedeutet nicht, dass dieses Niveau der globalen Erwärmung erreicht wurde. Sollte es in naher Zukunft zu einem großen explosiven Vulkanausbruch kommen,¹⁵⁰ würde dies den vom Menschen verursachten Klimawandel vorübergehend und teilweise überdecken, indem die globale Oberflächentemperatur und die Niederschläge, insbesondere über Land, für ein bis drei Jahre gesenkt würden (mittleres Vertrauen). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.1.4, WGI SPM C.1, WGI SPM C.2, WGI Querschnittsfeld TS.1, WGI Querschnittsfeld 4.1; WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.1; WGIII Kasten SPM.1 Abbildung 1}

Das Risikoniveau für Menschen und Ökosysteme wird von kurzfristigen Trends in Bezug auf Anfälligkeit, Exposition, sozioökonomische Entwicklung und Anpassung (hohes Vertrauen) abhängen. Auf kurze Sicht hängen viele klimaassoziierte Risiken für natürliche und menschliche Systeme stärker von Veränderungen der Anfälligkeit und Exposition dieser Systeme ab als von Unterschieden bei den Klimagefahren zwischen den Emissionsszenarien (hohes Vertrauen). Die künftige Exposition gegenüber Klimagefahren nimmt weltweit aufgrund sozioökonomischer Entwicklungstrends, einschließlich wachsender Ungleichheit, und wenn Urbanisierung oder Migration die Exposition erhöhen (hohes Vertrauen), zu. Urbanisierung erhöht heiße Extreme (sehr hohes Vertrauen) und Niederschlagsabflussintensität (hohes Vertrauen). Die zunehmende Verstärkung in tiefliegenden Gebieten und Küstengebieten wird eine Hauptursache für die zunehmende Exposition gegenüber extremen Flussflussereignissen und Gefahren durch den Anstieg des Meeresspiegels sein und die Risiken erhöhen (hohes Vertrauen) (Abbildung 4.3). Die Verwundbarkeit wird auch in niedrig gelegenen kleinen Inselentwicklungsländern und Atollen im Zusammenhang mit dem Anstieg des Meeresspiegels rasch zunehmen (hohes Vertrauen) (siehe Abbildung 3.4 und Abbildung 4.3). Die menschliche Verwundbarkeit wird sich auf informelle Siedlungen und rasch wachsende kleinere Siedlungen konzentrieren; Die Verwundbarkeit in ländlichen Gebieten wird durch eine geringere Bewohnbarkeit und eine hohe Abhängigkeit von klimasensiblen Existenzgrundlagen (hohes Vertrauen) erhöht. Mensch und Ökosystem sind voneinander abhängig (hohes Vertrauen). Die Anfälligkeit für den Klimawandel für Ökosysteme wird stark durch vergangene, gegenwärtige und zukünftige Muster der menschlichen Entwicklung beeinflusst, einschließlich durch nicht nachhaltigen Konsum und nicht nachhaltige Produktion, zunehmenden demografischen Druck und anhaltende nicht nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung von Land, Ozean und Wasser (hohes Vertrauen). Mehrere kurzfristige Risiken können mit Anpassung (hohes Vertrauen) gemildert werden. {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.2.5, WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.2, WGII TS.C.5.2} (Abschnitte 4.5 und 3.2)

Die wichtigsten Risiken und die damit verbundenen Risiken, die in naher Zukunft (bei 1,5 °C Erderwärmung) erwartet werden, sind:

- Erhöhte Intensität und Häufigkeit heißer Extreme und gefährlicher Hitze-Feuchtigkeits-Bedingungen mit erhöhter menschlicher Sterblichkeit, Morbidität und Arbeitsproduktivitätsverlust (hohes Vertrauen). {WGI SPM B.2.2, WGI TS Abbildung TS.6; WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.4.4, WGII Abbildung SPM.2}

¹⁴⁹ Siehe Anhang I: Glossar. Zu den wichtigsten internen Variabilitätsphänomenen gehören El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability und Atlantic Multi-decadal Variability durch ihren regionalen Einfluss. Die interne Variabilität der globalen Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr wird auf etwa $\pm 0,25$ °C (5 bis 95% Bereich, hohe Zuverlässigkeit) geschätzt. {WGI SPM Fußnote 29, WGI SPM Fußnote 37}

¹⁵⁰ Basierend auf 2500-jährigen Rekonstruktionen treten Eruptionen mit einem Strahlungsantrieb, der negativer ist als -1 Wm⁻², im Zusammenhang mit der Strahlungswirkung vulkanischer stratosphärischer Aerosole in der in diesem Bericht bewerteten Literatur im Durchschnitt zweimal pro Jahrhundert auf. {WGI SPM Fußnote 38}

- Die zunehmende Häufigkeit mariner Hitzewellen wird das Risiko des Verlusts der biologischen Vielfalt in den Ozeanen erhöhen, auch durch Massensterblichkeitsereignisse (hohes Vertrauen). {WGI SPM B.2.3; WGII SPM B.1.2, WGII Abbildung SPM.2; SRCCL SPM B.5.1}
- Die kurzfristigen Risiken für den Verlust an biologischer Vielfalt sind in Waldökosystemen (mittleres Vertrauen) und Seetang- und Seegrasökosystemen (hohes bis sehr hohes Vertrauen) moderat bis hoch und in arktischen Meereis- und Landökosystemen (hohes Vertrauen) sowie in warmen Wasserkorallenriffen (sehr hohes Vertrauen) hoch bis sehr hoch. {WGII SPM B.3.1}
- Intensivere und häufigere extreme Regenfälle und damit verbundene Überschwemmungen in vielen Regionen, einschließlich Küsten- und anderen tief liegenden Städten (mittlere bis hohe Zuversicht), und erhöhter Anteil und Spitzenwindgeschwindigkeiten intensiver tropischer Wirbelstürme (hohe Zuversicht). {WGI SPM B.2.4, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.6, WGI 11.7}
- Hohe Risiken durch Trockenwasserknappheit, Waldbrandschäden und Permafrostabbau (mittleres Vertrauen). {SRCCL SPM A.5.3}
- Anhaltender Anstieg des Meeresspiegels und zunehmende Häufigkeit und Größenordnung extremer Meeresspiegelereignisse, die in menschliche Küstensiedlungen eindringen und die Küsteninfrastruktur schädigen (hohes Vertrauen), tief liegende Küstenökosysteme zum Untertauchen und Verlust verpflichten (mittleres Vertrauen), zunehmende Landversalzung (sehr hohes Vertrauen), mit Kaskadenrisiken für Lebensgrundlagen, Gesundheit, Wohlbefinden, kulturelle Werte, Ernährungs- und Wassersicherheit (hohes Vertrauen). {WGI SPM C.2.5, WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.5.2; SRCCL SPM A.5.6; SRCCL SPM B.3.4, SRCCL SPM 3.6, SRCCL SPM B.9.1} (Abbildung 3.4, 4.3)
- Der Klimawandel wird die Gesundheit und vorzeitige Todesfälle von kurz- bis langfristig erheblich erhöhen (hohes Vertrauen). Eine weitere Erwärmung wird klimasensible durch Lebensmittel übertragene, durch Wasser übertragene und durch Vektoren übertragene Krankheitsrisiken (hohes Vertrauen) und Herausforderungen für die psychische Gesundheit, einschließlich Angst und Stress (sehr hohes Vertrauen), erhöhen. {WGII SPM B.4.4}
- Kryosphärenbedingte Veränderungen bei Überschwemmungen, Erdbeben und Wasserverfügbarkeit können in den meisten Bergregionen zu schwerwiegenden Folgen für Menschen, Infrastruktur und Wirtschaft führen (hohes Vertrauen). {WGII TS C.4.2}
- Der prognostizierte Anstieg der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen (hohes Vertrauen) wird regenbedingte lokale Überschwemmungen (mittleres Vertrauen) erhöhen. {WGI Abbildung SPM.6, WGI SPM B.2.2; WGII TS C.4.5}

Mehrere Risiken des Klimawandels werden sich auf kurze Sicht zunehmend verschärfen und kaskadieren (hohes Vertrauen). Viele Regionen werden voraussichtlich eine Zunahme der Wahrscheinlichkeit von zusammengesetzten Ereignissen mit höherer globaler Erwärmung (hohes Vertrauen) einschließlich gleichzeitiger Hitzewellen und Dürre erleben. Die Risiken für die Gesundheit und die Nahrungsmittelproduktion werden durch das Zusammenwirken plötzlicher Verluste bei der Nahrungsmittelproduktion infolge von Hitze und Dürre verschärft, die durch hitzeinduzierte Arbeitsproduktivitätsverluste (hohes Vertrauen) verschärft werden (Abbildung 4.3). Diese Wechselwirkungen werden die Lebensmittelpreise erhöhen, das Haushaltseinkommen senken und zu gesundheitlichen Risiken von Unterernährung und klimabedingter Sterblichkeit ohne oder mit geringem Anpassungsgrad führen, insbesondere in tropischen Regionen (hohes Vertrauen). Gleichzeitige und kaskadierende Risiken durch den Klimawandel für Lebensmittelsysteme, menschliche Siedlungen, Infrastruktur und Gesundheit werden diese Risiken schwerer und schwieriger zu bewältigen machen, auch wenn sie mit nicht klimatischen Risikofaktoren wie dem Wettbewerb um Land zwischen städtischer Expansion und Nahrungsmittelproduktion und Pandemien (hohes Vertrauen) interagieren. Der Verlust von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen hat kaskadierende und langfristige Auswirkungen auf die Menschen weltweit, insbesondere für indigene Völker und lokale Gemeinschaften, die direkt von Ökosystemen abhängig sind, um Grundbedürfnisse zu decken (hohes Vertrauen). Steigende grenzüberschreitende Risiken werden im Lebensmittel-, Energie- und Wassersektor projiziert, da sich die Auswirkungen von Wetter- und Klimaextremen über Lieferketten, Märkte und natürliche Ressourcenströme ausbreiten (hohes Vertrauen) und mit den Auswirkungen anderer Krisen wie Pandemien interagieren können. Risiken ergeben sich auch aus einigen Reaktionen, die darauf abzielen, die Risiken des Klimawandels zu verringern, einschließlich Risiken durch Fehlanpassungen und nachteilige Nebenwirkungen einiger Emissionsreduktions- und CO₂-Entnahmemaßnahmen wie Aufforstung von natürlich unbewaldeten Flächen oder schlecht umgesetzte Bioenergie, die klimabedingte Risiken für die biologische Vielfalt, die Ernährungs- und Wassersicherheit und die Lebensgrundlagen (hohes Vertrauen) verschlimmert (siehe Abschnitte 3.4.1 und 4.5). {WGI SPM.2.7; WGII SPM B.2.1, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.1, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3, WGII SPM B.5.4, WGII Cross-Chapter Box COVID in Kapitel 7; Arbeitsgruppe III SPM C.11.2; SRCCL SPM A.5, SRCCL SPM A.6.5} (Abbildung 4.3)

Mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung werden die Verluste und Schäden zunehmen (sehr hohes Vertrauen), immer schwieriger zu vermeiden sein und sich stark auf die ärmsten gefährdeten Bevölkerungsgruppen konzentrieren (hohes Vertrauen). Die Anpassung verhindert nicht alle Verluste und Schäden, auch nicht bei effektiver Anpassung und vor Erreichen weicher und harter Grenzen. Verluste und Schäden werden ungleich auf Systeme, Regionen und Sektoren

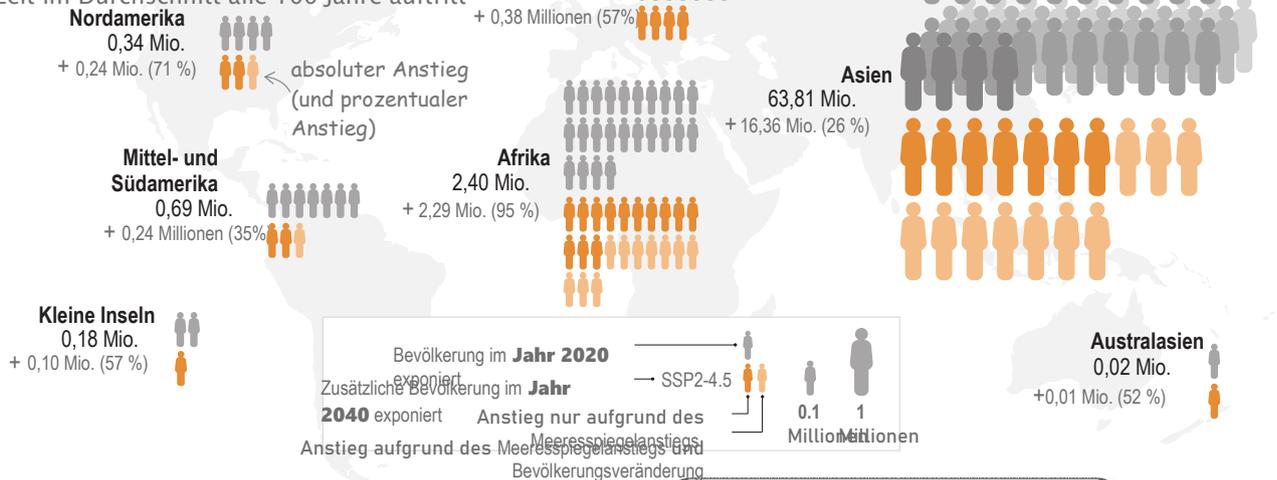
verteilt sein und werden durch die derzeitigen Finanz-, Governance- und institutionellen Regelungen, insbesondere in gefährdeten Entwicklungsländern, nicht umfassend angegangen. (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.4, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.5}

Jede Region ist mit schwerwiegenderen und/oder häufigeren zusammengesetzten und kaskadierenden Klimarisiken konfrontiert

a) Zunahme der exponierten Bevölkerung gegenüber dem Meeresspiegelanstieg

Exposition gegenüber einem

Überschwemmungsereignis an der Küste, das derzeit im Durchschnitt alle 100 Jahre auftritt



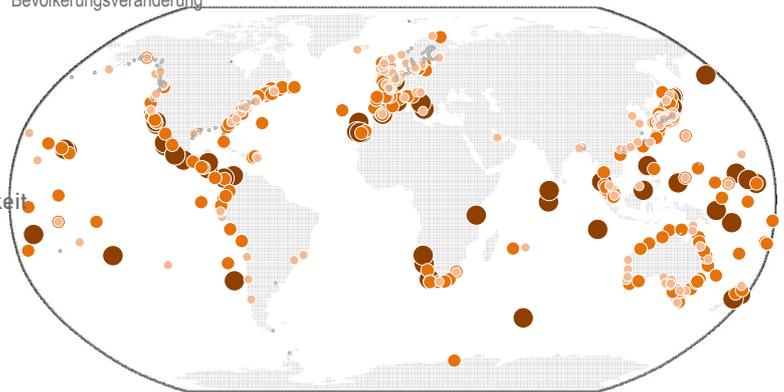
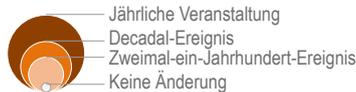
b) Erhöhte Häufigkeit extremer Meeresspiegelereignisse bis 2040

Häufigkeit der Ereignisse, die derzeit im Durchschnitt alle 100 Jahre auftreten

Das Fehlen eines Kreises deutet auf die Unfähigkeit hin, eine Bewertung aufgrund fehlender Daten durchzuführen.

Prognostizierte

Veränderung auf 1- in-100-Jahres-Ereignisse im Zwischenszenario SSP2-4.5



c) Beispiel für ein komplexes Risiko, bei dem die Auswirkungen von Klimaextremereignissen kaskadierende Auswirkungen auf Lebensmittel, Ernährung, Lebensgrundlagen und das Wohlergehen von Kleinbauern haben

Mehrere Risiken des Klimawandels werden sich in naher Zukunft zunehmend verschärfen und kaskadieren

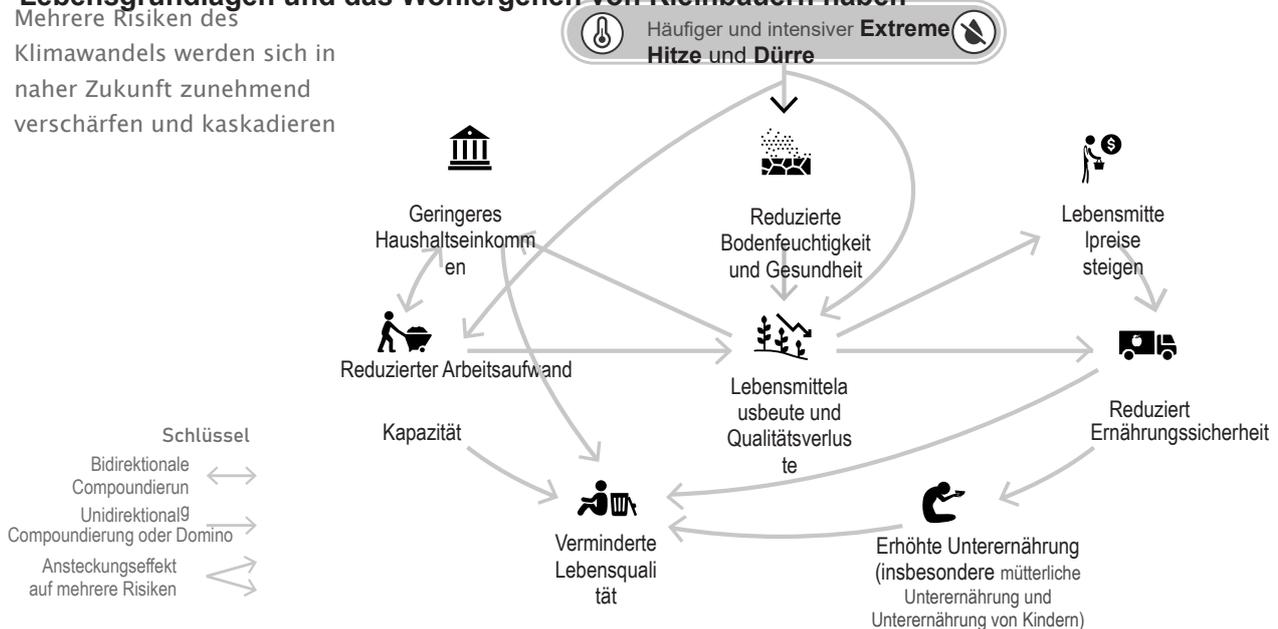


Abbildung 4.3: Jede Region ist in naher Zukunft mit schwerwiegenden oder häufigeren zusammengesetzten und / oder kaskadierenden Klimarisiken konfrontiert.

Änderungen des Risikos ergeben sich aus Änderungen des Grades der Gefahr, der exponierten Bevölkerung und des Grades der Verwundbarkeit von Menschen, Vermögenswerten oder Ökosystemen. Panel (a) Überschwemmungen an der Küste betreffen viele der dicht besiedelten Regionen der Welt, in denen ein großer Prozentsatz der Bevölkerung exponiert ist. Das Panel zeigt den kurzfristig projizierten Anstieg der Bevölkerung, die 100-jährigen Überschwemmungsereignissen ausgesetzt ist, die als Anstieg vom Jahr 2020 bis 2040 (aufgrund des Meeresspiegelanstiegs und der Bevölkerungsveränderung) dargestellt werden, basierend auf dem Zwischenszenario für Treibhausgasemissionen (SSP2-4.5) und aktuellen Anpassungsmaßnahmen. Die Abwanderung aus Küstengebieten aufgrund des künftigen Meeresspiegelanstiegs wird im Szenario nicht berücksichtigt. Panel (b) prognostizierte die mittlere Wahrscheinlichkeit im Jahr 2040 für extreme Wasserstände, die sich aus einer Kombination aus mittlerem Meeresspiegelanstieg, Gezeiten und Sturmfluten ergeben, die eine historische durchschnittliche jährliche Wahrscheinlichkeit von 1 % haben. Eine Peak-over-Threshold-Methode (99,7%) wurde auf die historischen Gezeitenmessungen angewendet, die in der Datenbank Global Extreme Sea Level Analysis Version 2 verfügbar sind, die die gleichen Informationen wie WGI Abbildung 9.32 enthält, außer hier verwendet das Panel relative Meeresspiegelprojektionen im Rahmen von SSP2-4.5 für das Jahr 2040 anstelle von 2050. Das Fehlen eines Kreises deutet auf die Unfähigkeit hin, eine Bewertung aufgrund fehlender Daten durchzuführen, weist aber nicht auf das Fehlen steigender Frequenzen hin. Panel (c) Klimagefahren können Risiken auslösen, die mehrere Sektoren betreffen und sich nach komplexen natürlichen und gesellschaftlichen Verbindungen über Regionen hinweg ausbreiten. Dieses Beispiel einer zusammengesetzten Hitzewelle und eines Dürreereignisses in einer landwirtschaftlichen Region zeigt, wie mehrere Risiken miteinander verbunden sind und zu kaskadierenden biophysikalischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen auch in entfernten Regionen führen, wobei besonders gefährdete Gruppen wie Kleinbauern, Kinder und schwangere Frauen betroffen sind. {WGI Abbildung 9.32; WGII SPM B.4.3, WGII SPM B.1.3, WGII SPM B.5.1, WGII TS Abbildung TS.9, WGII TS Abbildung TS.10 (c), WGII Abb. 5.2, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.3.3, WGII 9.11.1.2}

4.4 Gerechtigkeit und Inklusion im Klimaschutz

Maßnahmen, bei denen Gerechtigkeit, Klimagerechtigkeit, soziale Gerechtigkeit und Inklusion Vorrang haben, führen zu nachhaltigeren Ergebnissen, positiven Nebeneffekten, weniger Kompromissen, zur Unterstützung des transformativen Wandels und zur Förderung einer klimaresilienten Entwicklung. Anpassungsmaßnahmen sind unmittelbar erforderlich, um die steigenden Klimarisiken zu verringern, insbesondere für die Schwächsten. Gerechtigkeit, Inklusion und gerechte Übergänge sind der Schlüssel zu Fortschritten bei der Anpassung und tieferen gesellschaftlichen Ambitionen für einen beschleunigten Klimaschutz. (hohes Vertrauen)

Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen in allen Skalen, Sektoren und Regionen, bei denen Gerechtigkeit, Klimagerechtigkeit, rechthebasierte Ansätze, soziale Gerechtigkeit und Inklusivität Vorrang haben, zu nachhaltigeren Ergebnissen führen, Zielkonflikte verringern, den transformativen Wandel unterstützen und eine klimaresiliente Entwicklung fördern (hohes Vertrauen). Umverteilungspolitiken zwischen Sektoren und Regionen, die die Armen und Schutzbedürftigen schützen, soziale Sicherheitsnetze, Gerechtigkeit, Inklusion und gerechte Übergänge auf allen Ebenen können tiefere gesellschaftliche Ambitionen ermöglichen und Kompromisse mit Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs), insbesondere Bildung, Hunger, Armut, Geschlechtergleichstellung und Zugang zu Energie (hohes Vertrauen), lösen. Klimaschutzbemühungen, die in den breiteren Entwicklungskontext eingebettet sind, können das Tempo, die Tiefe und die Breite der Emissionsreduktionen erhöhen (mittleres Vertrauen). Gerechtigkeit, Inklusion und gerechte Übergänge auf allen Ebenen ermöglichen umfassendere gesellschaftliche Ambitionen für einen beschleunigten Klimaschutz und Klimaschutzmaßnahmen im weiteren Sinne (hohes Vertrauen). Die Komplexität des Risikos steigender Lebensmittelpreise, sinkender Haushaltseinkommen sowie gesundheitlicher und klimabedingter Unterernährung (insbesondere Unterernährung von Müttern und Kindern) und Sterblichkeit steigt mit geringem oder geringem Anpassungsgrad (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.5.1, WGII SPM C.2.9, WGII SPM D.2.1, WGII TS Box TS.4; WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM WGIII SPM E.3, SR1.5 SPM D.4.5} (Abbildung 4.3c)

Regionen und Menschen mit erheblichen Entwicklungsengpässen sind sehr anfällig für Klimagefahren. Die Anpassungsergebnisse für die Schwächsten in und zwischen Ländern und Regionen werden durch Ansätze verbessert, die sich auf Gerechtigkeit, Inklusivität und rechthebasierte Ansätze konzentrieren, darunter 3,3 bis 3,6 Milliarden Menschen, die in Kontexten leben, die sehr anfällig für den Klimawandel sind (hohes Vertrauen). An Orten mit Armut, Governance-Herausforderungen und begrenztem Zugang zu grundlegenden Dienstleistungen und Ressourcen, gewaltsamen Konflikten und einem hohen Maß an klimasensiblen Existenzgrundlagen (z. B. Kleinbauern, Viehzüchter, Fischereigemeinschaften) ist die Verwundbarkeit höher (hohes Vertrauen). Mehrere Risiken können mit Anpassung (hohes Vertrauen) gemildert werden. Die größten Anpassungslücken bestehen bei Bevölkerungsgruppen mit niedrigem Einkommen (hohes Vertrauen), und die Anpassungsfortschritte sind ungleich verteilt, wobei Anpassungslücken beobachtet werden (hohes Vertrauen). Die gegenwärtigen Entwicklungs Herausforderungen, die eine hohe Verwundbarkeit verursachen, werden durch historische und anhaltende Ungleichheitsmuster wie den Kolonialismus beeinflusst, insbesondere für viele indigene Völker und lokale Gemeinschaften (hohes Vertrauen). Verwundbarkeit wird durch Ungleichheit und Marginalisierung im Zusammenhang mit Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, niedrigem Einkommen oder Kombinationen davon verschärft, insbesondere für viele indigene Völker und lokale Gemeinschaften (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4, WGII SPM B.3.2, WGII SPM B.3.3, WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.9}

Sinnvolle Partizipation und inklusive Planung, die von kulturellen Werten, indigenem Wissen, lokalem Wissen und wissenschaftlichen Erkenntnissen geprägt sind, können dazu beitragen, Anpassungslücken zu schließen und Fehlanpassungen zu vermeiden (hohes Vertrauen). Solche Maßnahmen mit flexiblen Wegen können zu Maßnahmen mit

geringem Bedauern und rechtzeitigem Handeln (sehr hohes Vertrauen) ermutigen. Die Integration der Anpassung an den Klimawandel in Sozialschutzprogramme, einschließlich Geldtransfers und Programme für öffentliche Arbeiten, würde die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel erhöhen, insbesondere wenn sie durch grundlegende Dienstleistungen und Infrastrukturen unterstützt wird (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.4.3, WGII SPM C.4.4, WGII SPM C.2.9, WGII WPM D.3}

Gerechtigkeit, Inklusion, gerechte Übergänge, eine breite und sinnvolle Beteiligung aller relevanten Akteure an der Entscheidungsfindung auf allen Ebenen ermöglichen tiefere gesellschaftliche Ambitionen für einen beschleunigten Klimaschutz und Klimaschutz im weiteren Sinne und schaffen soziales Vertrauen, unterstützen transformative Veränderungen und eine gerechte Aufteilung von Nutzen und Lasten (hohes Vertrauen). Gleichberechtigung ist nach wie vor ein zentrales Element des UN-Klimaregimes, ungeachtet der Verschiebungen bei der Differenzierung zwischen den Staaten im Laufe der Zeit und der Herausforderungen bei der Bewertung fairer Anteile. Ehrgeizige Minderungspfade implizieren große und manchmal disruptive Veränderungen der Wirtschaftsstruktur mit erheblichen Verteilungsfolgen innerhalb und zwischen den Ländern, einschließlich der Verlagerung von Einkommen und Beschäftigung während des Übergangs von Tätigkeiten mit hohen zu emissionsarmen Emissionen (hohes Vertrauen). Während einige Arbeitsplätze verloren gehen können, kann die emissionsarme Entwicklung auch Möglichkeiten eröffnen, Kompetenzen zu verbessern und Arbeitsplätze zu schaffen (hohes Vertrauen). Die Ausweitung des gleichberechtigten Zugangs zu Finanzmitteln, Technologien und Governance, die den Klimaschutz erleichtern, und die Berücksichtigung von Klimagerechtigkeit können zur gerechten Aufteilung von Vorteilen und Belastungen beitragen, insbesondere für schutzbedürftige Länder und Gemeinschaften. {WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM D.3.4, WGIII TS Box TS.4}

Die Entwicklungsprioritäten der Länder spiegeln auch unterschiedliche Ausgangspunkte und Kontexte wider, und die Voraussetzungen für die Verlagerung von Entwicklungspfaden hin zu mehr Nachhaltigkeit werden daher unterschiedlich sein, was zu unterschiedlichen Bedürfnissen führen wird (hohes Vertrauen). Die Umsetzung der Grundsätze des gerechten Übergangs durch kollektive und partizipative Entscheidungsprozesse ist ein wirksames Mittel, um Gerechtigkeitsgrundsätze je nach den nationalen Gegebenheiten auf allen Ebenen in die Politik zu integrieren, während in mehreren Ländern Kommissionen für einen gerechten Übergang, Taskforces und nationale Strategien eingerichtet wurden (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM D.3.1, WGIII SPM D.3.3}

Viele Wirtschafts- und Regulierungsinstrumente haben die Emissionen wirksam reduziert, und die praktische Erfahrung hat dazu geführt, dass Instrumente konzipiert wurden, um sie zu verbessern und gleichzeitig die Verteilungsziele und die soziale Akzeptanz (hohes Vertrauen) zu erreichen. Die Gestaltung von Verhaltensinterventionen, einschließlich der Art und Weise, wie den Verbrauchern Entscheidungen präsentiert werden, funktioniert synergistisch mit Preissignalen, wodurch die Kombination effektiver wird (mittleres Vertrauen). Personen mit einem hohen sozioökonomischen Status tragen unverhältnismäßig stark zu den Emissionen bei und haben das größte Potenzial für Emissionsreduktionen, z. B. als Bürger, Investoren, Verbraucher, Vorbilder und Fachleute (hohes Vertrauen). Es gibt Optionen für die Gestaltung von Instrumenten wie Steuern, Subventionen, Preisen und verbrauchsbasierten Ansätzen, ergänzt durch Regulierungsinstrumente zur Verringerung des Verbrauchs mit hohen Emissionen bei gleichzeitiger Verbesserung der Gerechtigkeit und des gesellschaftlichen Wohlergehens (hohes Vertrauen). Änderungen des Verhaltens und des Lebensstils, die den Endnutzern bei der Einführung von Optionen mit geringem THG-Gehalt helfen sollen, können durch Strategien, Infrastrukturen und Technologien unterstützt werden, die mehrere positive Nebeneffekte für das gesellschaftliche Wohlergehen haben (hohes Vertrauen). Die Ausweitung des gleichberechtigten Zugangs zu nationalen und internationalen Finanzmitteln, Technologien und Kapazitäten kann auch als Katalysator für die Beschleunigung des Klimaschutzes und die Verlagerung von Entwicklungspfaden in einkommensschwachen Kontexten dienen (hohes Vertrauen). Die Beseitigung extremer Armut, Energiearmut und die Bereitstellung eines angemessenen Lebensstandards für alle in diesen Regionen im Zusammenhang mit der Verwirklichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung können in naher Zukunft ohne ein signifikantes globales Emissionswachstum (hohes Vertrauen) erreicht werden. Technologieentwicklung, -transfer, Kapazitätsaufbau und -finanzierung können Entwicklungsländer/Regionen bei der Überbrückung oder beim Übergang zu emissionsarmen Verkehrssystemen unterstützen und somit mehrere positive Nebeneffekte (hohes Vertrauen) bieten. Klimaresiliente Entwicklung wird vorangetrieben, wenn Akteure auf gerechte, gerechte und förderliche Weise arbeiten, um divergierende Interessen, Werte und Weltanschauungen miteinander in Einklang zu bringen, hin zu gerechten und gerechten Ergebnissen (hohes Vertrauen). {WGII D.2.1, WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM.C.8.5, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII TS.5.1, WGIII 5.4, WGIII 5.8, WGIII 15.2}

4.5 Kurzfristige Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen

Schnelle und weitreichende Übergänge in allen Sektoren und Systemen sind notwendig, um tiefgreifende und nachhaltige Emissionsreduktionen zu erreichen und eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern. Diese Systemübergänge beinhalten eine signifikante Aufstockung eines breiten Portfolios von Minderungs- und Anpassungsoptionen. Es gibt bereits machbare, wirksame und kostengünstige Optionen für die Eindämmung und Anpassung mit Unterschieden zwischen den Systemen und Regionen. (hohes Vertrauen)

Schnelle und weitreichende Übergänge in allen Sektoren und Systemen sind notwendig, um tiefgreifende Emissionsreduktionen zu erreichen und eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern (hohes Vertrauen).

Systemübergänge, die mit Pfaden¹⁵¹ übereinstimmen, die die Erwärmung auf 1,5 ° C (> 50 %) ohne oder mit begrenzter Überschreitung begrenzen, sind kurzfristig schneller und ausgeprägter als bei solchen, die die Erwärmung auf 2 ° C (> 67 %) begrenzen (hohes Vertrauen). Eine solche systemische Veränderung ist in Bezug auf den Umfang beispiellos, aber nicht unbedingt in Bezug auf die Geschwindigkeit (mittleres Vertrauen). Die Systemübergänge ermöglichen die transformative Anpassung, die für ein hohes Maß an menschlicher Gesundheit und Wohlbefinden, wirtschaftlicher und sozialer Resilienz, Ökosystemgesundheit und planetarer Gesundheit erforderlich ist. {WGII SPM A, WGII Abbildung SPM.1; AGIII SPM C.3; SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.2.1, SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.5}

Mögliche, wirksame und kostengünstige Optionen für die Eindämmung und Anpassung sind bereits verfügbar (hohes Vertrauen) (Abbildung 4.4). Minderungsoptionen, die 100 t CO₂-Äq-1 USD oder weniger kosten, könnten die globalen Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens die Hälfte des Niveaus von 2019 senken (Optionen, die weniger als 20 t CO₂-Äq-1 USD kosten, machen schätzungsweise mehr als die Hälfte dieses Potenzials aus) (hohes Vertrauen) (Abbildung 4.4). Die Verfügbarkeit, die Durchführbarkeit¹⁵² und das Potenzial der kurzfristigen Abschwächung (oder Wirksamkeit) von Anpassungsoptionen unterscheiden sich je nach System und Region (sehr hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2; WGIII SPM C.12, WGIII SPM E.1.1; SR1.5 SPM B.6}

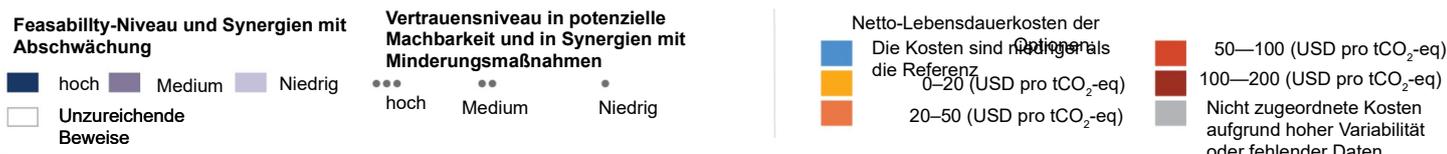
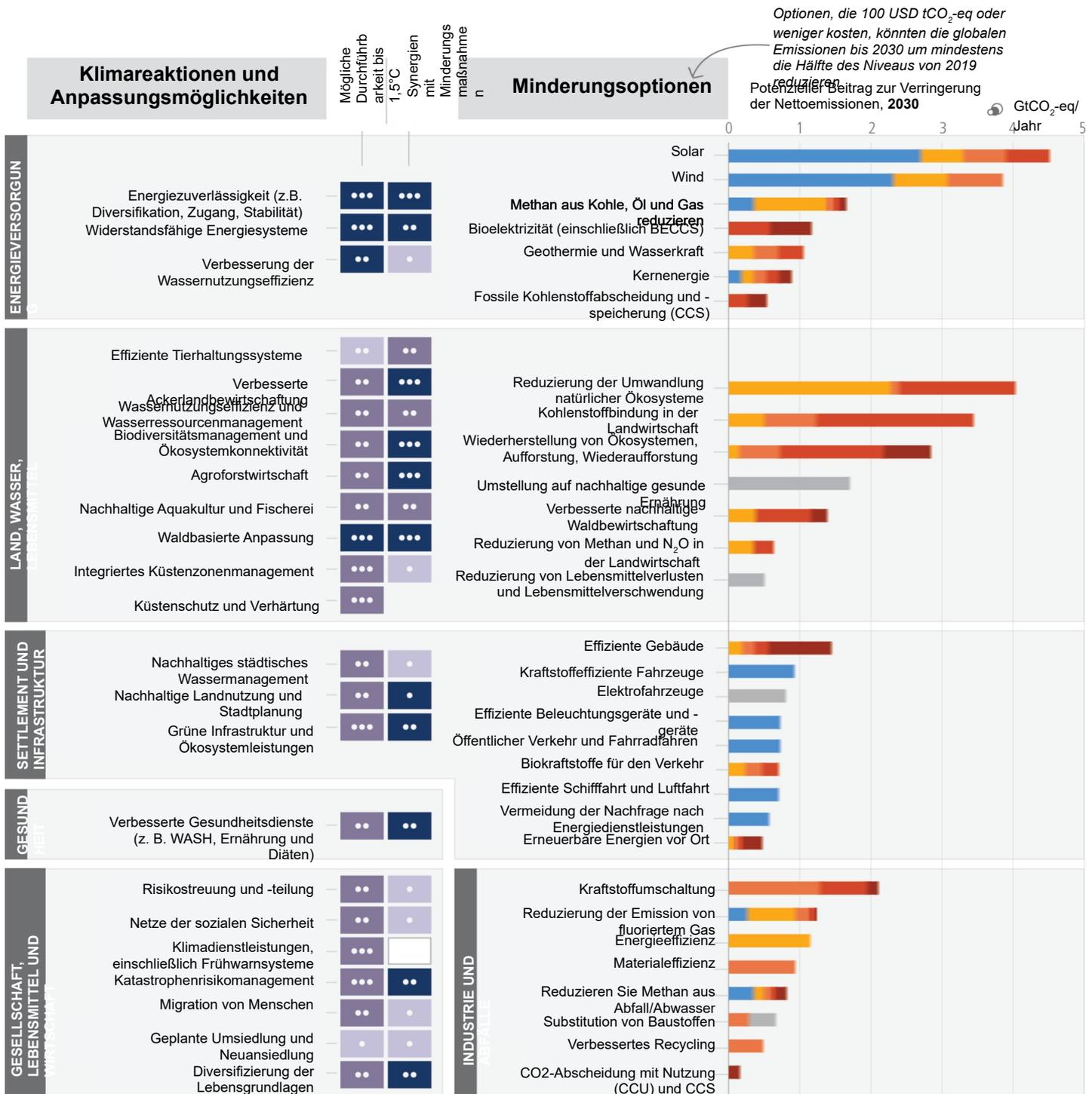
Nachfrageseitige Maßnahmen und neue Wege der Erbringung von Endverbrauchsdiensten können die globalen THG-Emissionen in den Endverbrauchssektoren bis 2050 im Vergleich zu Basisszenarien um 40 bis 70 % senken, während einige Regionen und sozioökonomische Gruppen zusätzliche Energie und Ressourcen benötigen. Die nachfrageseitige Minderung umfasst Veränderungen in der Infrastrukturnutzung, die Einführung von Endverwendungstechnologien sowie soziokulturelle und verhaltensbezogene Veränderungen. (hohes Vertrauen) (Abbildung 4.4). {WGIII SPM C.10}

151 Systemübergänge umfassen ein breites Portfolio an Minderungs- und Anpassungsoptionen, die tiefgreifende Emissionsreduktionen und transformative Anpassung in allen Sektoren ermöglichen. Dieser Bericht konzentriert sich insbesondere auf die folgenden Systemübergänge: Energie; Industrie, Städte, Siedlungen und Infrastruktur; Land, Meer, Nahrung und Wasser; Gesundheit und Ernährung; Gesellschaft, Existenzgrundlage und Wirtschaft. {WGII SPM A, WGII Abbildung SPM.1, WGII Abbildung SPM.4; SR1.5 SPM C.2}

152 Siehe Anhang I: Glossar.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Klimaschutz auszuweiten

a) Durchführbarkeit der Klimaschutzmaßnahmen und der Anpassung an den Klimawandel sowie Potenzial für kurzfristige Minderungsoptionen



b) Potenzial der Nachfrageseite Minderungsoptionen bis 2050

die Bandbreite des THG-Emissionsreduktionspotenzials liegt in diesen Endverbrauchssektoren bei 40-70%

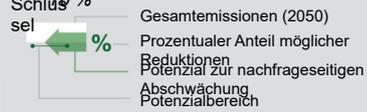


Abbildung 4.4: Vielfältige Möglichkeiten zur Ausweitung des Klimaschutzes.

Panel (a) stellt ausgewählte Minderungs- und Anpassungsoptionen für verschiedene Systeme vor. Die linke Seite des Panels (a) zeigt Klimareaktionen und Anpassungsoptionen, die auf ihre multidimensionale Machbarkeit auf globaler Ebene, in naher Zukunft und bis zu 1,5 °C Erderwärmung hin bewertet wurden. Da die Literatur über 1,5 °C begrenzt ist, kann sich die Machbarkeit bei höheren Erwärmungsniveaus ändern, was derzeit nicht robust beurteilt werden kann. Der Begriff Antwort wird hier zusätzlich zur Anpassung verwendet, da einige Reaktionen wie Migration, Umsiedlung und Neuansiedlung als Anpassung betrachtet werden können oder auch nicht. Die freiwillige, sichere und geordnete Migration ermöglicht eine Verringerung der Risiken für klimatische und nichtklimatische Stressoren. Waldbasierte Anpassung umfasst nachhaltige Waldbewirtschaftung, Erhaltung und Wiederherstellung von Wäldern, Wiederaufforstung und Aufforstung. WASH bezieht sich auf Wasser, Hygiene und Hygiene. Sechs Machbarkeitsdimensionen (wirtschaftliche, technologische, institutionelle, soziale, ökologische und geophysikalische) wurden verwendet, um die potenzielle Machbarkeit von Klimareaktionen und Anpassungsoptionen sowie ihre Synergien mit der Minderung zu berechnen. Für mögliche Machbarkeits- und Machbarkeitsdimensionen zeigt die Abbildung eine hohe, mittlere oder geringe Machbarkeit. Synergien mit Minderungsmaßnahmen werden als hoch, mittel und niedrig identifiziert. Die rechte Seite des Panels (a) bietet einen Überblick über ausgewählte Minderungsoptionen und deren geschätzte Kosten und Potenziale im Jahr 2030. Die relativen Potenziale und Kosten werden je nach Ort, Kontext und Zeit und längerfristig im Vergleich zu 2030 variieren. Kosten sind abgezinste monetäre Nettokosten für die Lebensdauer vermiedener Treibhausgasemissionen, die im Verhältnis zu einer Referenztechnologie berechnet werden. Das Potenzial (horizontale Achse) ist die Menge der Netto-Treibhausgasemissionsreduktion, die durch eine gegebene Minderungsoption im Verhältnis zu einer spezifizierten Emissionsbasis erreicht werden kann. Netto-THG-Emissionsreduktionen sind die Summe reduzierter Emissionen und/oder verbesserter Senken. Der verwendete Basisszenario besteht aus aktuellen Referenzszenarien für die Politik (um 2019) aus der AR6-Szenariendatenbank (25–75 Perzentilwerte). Die Minderungspotenziale werden für jede Option unabhängig bewertet und sind nicht notwendigerweise additiv. Optionen zur Minderung des Gesundheitssystems sind größtenteils in Siedlungen und Infrastrukturen (z. B. effiziente Gebäude im Gesundheitswesen) enthalten und können nicht getrennt identifiziert werden. Brennstoffwechsel in der Industrie bezieht sich auf die Umstellung auf Strom, Wasserstoff, Bioenergie und Erdgas. Die Länge der festen Stäbe stellt das Minderungspotenzial einer Option dar. Die Potenziale werden in Kostenkategorien unterteilt, die durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet sind (siehe Legende). Es werden nur abgezinste lebenslange monetäre Kosten berücksichtigt. Wenn ein allmählicher Farbübergang gezeigt wird, ist die Aufschlüsselung des Potenzials in Kostenkategorien nicht bekannt oder hängt stark von Faktoren wie geografischer Lage, Ressourcenverfügbarkeit und regionalen Umständen ab, und die Farben geben die Bandbreite der Schätzungen an. Die Unsicherheit im Gesamtpotenzial beträgt in der Regel 25–50 %. Bei der Interpretation dieser Zahl ist Folgendes zu berücksichtigen: (1) Das Minderungspotenzial ist ungewiss, da es von der Verdrängung der Referenztechnologie (und der Emissionen), der Rate der Einführung neuer Technologien und mehreren anderen Faktoren abhängt. (2) Verschiedene Optionen haben unterschiedliche Möglichkeiten über die Kostenaspekte hinaus, die sich in der Abbildung nicht widerspiegeln; und (3) Die Kosten für die Integration variabler erneuerbarer Energiequellen in Stromnetze dürften bis 2030 moderat sein und werden nicht berücksichtigt. Panel b) zeigt das indikative Potenzial nachfrageseitiger Minderungsoptionen für 2050. Die Potenziale werden auf der Grundlage von etwa 500 Bottom-up-Studien geschätzt, die alle globalen Regionen repräsentieren. Der Basiswert (weißer Balken) wird durch die sektoralen mittleren THG-Emissionen im Jahr 2050 der beiden Szenarien (IEA-STEPS und IP_ModAct) bereitgestellt, die mit den von den nationalen Regierungen bis 2020 angekündigten Maßnahmen im Einklang stehen. Der grüne Pfeil stellt die nachfrageseitigen Emissionsreduktionspotenziale dar. Der Bereich des Potentials wird durch eine Linie dargestellt, die Punkte verbindet, die das höchste und das niedrigste Potential zeigen, über die in der Literatur berichtet wird. Nahrungsmittel zeigen das nachfrageseitige Potenzial soziokultureller Faktoren und der Infrastrukturnutzung sowie Veränderungen in den Landnutzungsmustern, die durch die Veränderung der Nahrungsmittelnachfrage ermöglicht werden. Nachfrageseitige Maßnahmen und neue Wege der Erbringung von Endverbrauchsdiensten können die globalen THG-Emissionen in den Endverbrauchssektoren (Gebäude, Landverkehr, Lebensmittel) bis 2050 im Vergleich zu Basisszenarien um 40-70 % senken, während einige Regionen und sozioökonomische Gruppen zusätzliche Energie und Ressourcen benötigen. Die letzte Zeile zeigt, wie nachfrageseitige Minderungsoptionen in anderen Sektoren die Gesamtstromnachfrage beeinflussen können. Der dunkelgraue Balken zeigt den prognostizierten Anstieg des Strombedarfs über dem Basisszenario von 2050 aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung in den anderen Sektoren. Basierend auf einer Bottom-up-Bewertung kann dieser prognostizierte Anstieg des Strombedarfs durch nachfrageseitige Minderungsoptionen in den Bereichen Infrastrukturnutzung und soziokulturelle Faktoren, die den Stromverbrauch in Industrie, Landverkehr und Gebäuden beeinflussen, vermieden werden (grüner Pfeil). {WGII Abbildung SPM.4, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in Kapitel 18; WGIII SPM C.10, WGIII 12.2.1, WGIII 12.2.2, WGIII Abbildung SPM.6, WGIII Abbildung SPM.7}

4.5.1. Energiesysteme

Eine rasche und tiefgreifende Verringerung der THG-Emissionen erfordert umfangreiche Energiewenden (hohes Vertrauen). Anpassungsoptionen können dazu beitragen, klimabedingte Risiken für das Energiesystem zu verringern (sehr hohes Vertrauen). Netto-Null-CO₂-Energiesysteme beinhalten: eine erhebliche Verringerung des Gesamtverbrauchs fossiler Brennstoffe, eine minimale Nutzung unverminderter fossiler Brennstoffe¹⁵³ und die Nutzung der CO₂-Abscheidung und -Speicherung in den verbleibenden Systemen fossiler Brennstoffe; Stromsysteme, die kein Netto-CO₂ ausstoßen; weit verbreitete Elektrifizierung; alternative Energieträger in Anwendungen, die für die Elektrifizierung weniger geeignet sind; Energieeinsparung und -effizienz; und stärkere Integration im gesamten Energiesystem (hohes Vertrauen). Große Beiträge zur Emissionsreduktion können von Optionen mit Kosten von weniger als 20 t CO₂-Äq-1, einschließlich Solar- und Windenergie, Energieeffizienzverbesserungen und CH₄-(Methan)Emissionsreduktionen (aus Kohlebergbau, Öl und Gas sowie Abfall) (mittleres Vertrauen) stammen.¹⁵⁴ Viele dieser Reaktionsoptionen sind technisch tragfähig und werden von der Öffentlichkeit unterstützt (hohes Vertrauen). Die Aufrechterhaltung emissionsintensiver Systeme kann in einigen Regionen und Sektoren teurer sein als der Übergang zu emissionsarmen Systemen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.10; WGIII SPM C.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.12.1, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.5.1}

153 In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff „unverminderte fossile Brennstoffe“ auf fossile Brennstoffe, die ohne Eingriffe hergestellt und verwendet werden, wodurch die Menge der während des gesamten Lebenszyklus emittierten Treibhausgase erheblich verringert wird; z. B. Abscheidung von 90 % oder mehr CO₂ aus Kraftwerken oder 50–80 % der flüchtigen Methanemissionen aus der Energieversorgung. {WGIII SPM Fußnote 54}

154 Die Minderungspotenziale und -kosten einzelner Technologien in einem bestimmten Kontext oder einer bestimmten Region können erheblich von den bereitgestellten Schätzungen abweichen (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM C.12.1}

Der Klimawandel und die damit verbundenen extremen Ereignisse werden sich auf zukünftige Energiesysteme auswirken, einschließlich der Wasserkrafterzeugung, der Bioenergieerträge, der Effizienz von Wärmekraftwerken und des Bedarfs an Wärme und Kälte (hohes Vertrauen). Die praktikabelsten Optionen zur Anpassung des Energiesystems unterstützen die Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur, zuverlässige Energiesysteme und eine effiziente Wassernutzung für bestehende und neue Energieerzeugungssysteme (sehr hohes Vertrauen). Anpassungen für Wasserkraft und thermoelektrische Stromerzeugung sind in den meisten Regionen bis zu 1,5 ° C bis 2 ° C wirksam, mit abnehmender Wirksamkeit bei höheren Erwärmungsniveaus (mittleres Vertrauen). Die Diversifizierung der Energieerzeugung (z. B. Windkraft, Solarenergie, Kleinwasserkraft) und das nachfrageseitige Management (z. B. Verbesserungen bei der Speicherung und Energieeffizienz) können die Energieversorgungssicherheit erhöhen und die Anfälligkeit für den Klimawandel verringern, insbesondere in ländlichen Bevölkerungsgruppen (hohes Vertrauen). Klimaresponsive Energiemärkte, aktualisierte Designstandards für Energieanlagen entsprechend dem aktuellen und prognostizierten Klimawandel, intelligente Netztechnologien, robuste Übertragungssysteme und eine verbesserte Fähigkeit, auf Versorgungsdefizite zu reagieren, haben mittel- bis langfristig eine hohe Machbarkeit mit positiven Nebeneffekten bei der Eindämmung (sehr hohes Vertrauen). {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.2.10; WGIII TS.5.1}

4.5.2. Industrie

Es gibt mehrere Optionen zur Verringerung der Industrieemissionen, die sich je nach Art der Industrie unterscheiden. Viele Branchen werden durch den Klimawandel gestört, insbesondere durch Extremereignisse (hohes Vertrauen). Die Verringerung der Emissionen der Industrie wird koordinierte Maßnahmen in allen Wertschöpfungsketten erfordern, um alle Minderungsoptionen zu fördern, einschließlich Nachfragesteuerung, Energie- und Materialeffizienz, zirkuläre Materialflüsse sowie Minderungstechnologien und transformative Veränderungen in den Produktionsprozessen (hohes Vertrauen). Leichtindustrie und Fertigung können durch verfügbare Minderungstechnologien (z. B. Materialeffizienz, Kreislauffähigkeit), Elektrifizierung (z. B. elektrothermische Heizung, Wärmepumpen) und Umstellung auf Brennstoffe mit niedrigem und keinem GHT-Ausstoß (z. B. Wasserstoff, Ammoniak sowie biobasierte und andere synthetische Kraftstoffe) weitgehend dekarbonisiert werden (hohes Vertrauen), während eine tiefe Verringerung der Emissionen aus dem Zementprozess auf der Substitution zementgebundener Materialien und der Verfügbarkeit von Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS) beruhen wird, bis neue Chemikalien gemeistert werden (hohes Vertrauen). Die Verringerung der Emissionen aus der Herstellung und Verwendung von Chemikalien müsste auf einem Lebenszyklusansatz beruhen, der ein verstärktes Kunststoffrecycling, einen verstärkten Wechsel von Kraftstoffen und Rohstoffen sowie Kohlenstoff aus biogenen Quellen und, je nach Verfügbarkeit, die CO₂-Abscheidung und -Nutzung (CCU), die direkte CO₂-Abscheidung in der Luft sowie CCS (hohes Vertrauen) umfasst. Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen des Industriesektors können den Standort von treibhausgasintensiven Industrien und die Organisation von Wertschöpfungsketten verändern, mit Verteilungseffekten auf die Beschäftigung und die Wirtschaftsstruktur (mittleres Vertrauen). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2; WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.5.3, WGIII TS.5.5}

Viele Industrie- und Dienstleistungssektoren sind durch Versorgungs- und Betriebsstörungen, insbesondere durch Extremereignisse (hohes Vertrauen), vom Klimawandel negativ betroffen und werden Anpassungsbemühungen erfordern. Wasserintensive Industrien (z. B. Bergbau) können Maßnahmen zur Verringerung des Wasserstress ergreifen, wie z. B. Wasserrecycling und -wiederverwendung, Verwendung von Brack- oder Kochsalzquellen, um die Effizienz der Wassernutzung zu verbessern. Restrisiken bleiben jedoch bestehen, insbesondere bei höheren Erwärmungsniveaus (mittleres Vertrauen). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2, WGII 4.6.3} (Abschnitt 3.2)

4.5.3. Städte, Siedlungen und Infrastruktur

Städtische Systeme sind von entscheidender Bedeutung für die Erzielung tiefgreifender Emissionsreduktionen und die Förderung einer klimaresilienten Entwicklung, insbesondere wenn es um eine integrierte Planung geht, die physische, natürliche und soziale Infrastrukturen umfasst (hohes Vertrauen). Tiefe Emissionsreduktionen und integrierte Anpassungsmaßnahmen werden vorangetrieben durch: integrierte, inklusive Flächennutzungsplanung und Entscheidungsfindung; kompakte städtische Form durch die gemeinsame Standortwahl von Arbeitsplätzen und Wohnraum; Verringerung oder Veränderung des städtischen Energie- und Materialverbrauchs; Elektrifizierung in Kombination mit emissionsarmen Quellen; Verbesserung der Wasser- und Abfallbewirtschaftungsinfrastruktur; und Verbesserung der CO₂-Aufnahme und -Speicherung im städtischen Umfeld (z. B. biobasierte Baustoffe, durchlässige Oberflächen und städtische grüne und blaue Infrastruktur). Städte können Netto-Null-Emissionen erzielen, wenn die Emissionen innerhalb und außerhalb ihrer Verwaltungsgrenzen durch Lieferketten reduziert werden, was sich positiv auf andere Sektoren auswirkt. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.3; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII TS 5.4, SR1.5 SPM C.2.4}

Die Berücksichtigung der Auswirkungen und Risiken des Klimawandels (z. B. durch Klimadienleistungen) bei der Gestaltung und Planung städtischer und ländlicher Siedlungen und Infrastrukturen ist für die Widerstandsfähigkeit und die Verbesserung des menschlichen Wohlergehens von entscheidender Bedeutung. Eine effektive Minderung kann in jeder Planungs-, Bau-, Nachrüstungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase von Gebäuden vorangetrieben werden. Maßnahmen zur Schadensbegrenzung für Gebäude umfassen: in der Bauphase emissionsarme Baumaterialien, eine hocheffiziente Gebäudehülle und die Integration von Lösungen für erneuerbare Energien; in der Nutzungsphase hocheffiziente Geräte/Ausrüstungen, Optimierung der Nutzung von Gebäuden und deren Versorgung mit

emissionsarmen Energiequellen; und in der Entsorgungsphase das Recycling und die Wiederverwendung von Baustoffen. Ausreichende¹⁵⁵ Maßnahmen können die Nachfrage nach Energie und Materialien über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und Geräten begrenzen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2.5; AGIII SPM C.7.2}

Verkehrsbedingte THG-Emissionen können durch nachfrageseitige Optionen und Technologien mit geringen THG-Emissionen reduziert werden. Veränderungen in der städtischen Form, die Umverteilung von Straßenflächen für Rad- und Fußwege, die Digitalisierung (z. B. Telearbeit) und Programme zur Förderung von Veränderungen des Verbraucherverhaltens (z. B. Verkehr, Preisgestaltung) können die Nachfrage nach Verkehrsdiensten verringern und den Übergang zu energieeffizienteren Verkehrsträgern unterstützen (hohes Vertrauen). Elektrofahrzeuge, die mit emissionsarmem Strom betrieben werden, bieten das größte Dekarbonisierungspotenzial für den Landverkehr auf Lebenszyklusbasis (hohes Vertrauen). Die Kosten für elektrifizierte Fahrzeuge sinken und ihre Einführung beschleunigt sich, aber sie erfordern kontinuierliche Investitionen in die Unterstützung der Infrastruktur, um den Umfang der Einführung zu erhöhen (hohes Vertrauen). Der ökologische Fußabdruck der Batterieproduktion und die wachsenden Bedenken hinsichtlich kritischer Mineralien können durch Strategien zur Material- und Angebotsdiversifizierung, Verbesserungen der Energie- und Materialeffizienz und zirkuläre Materialflüsse (mittleres Vertrauen) angegangen werden. Fortschritte bei den Batterietechnologien könnten die Elektrifizierung schwerer Lkw erleichtern und herkömmliche elektrische Schienensysteme ergänzen (mittleres Vertrauen). Nachhaltige Biokraftstoffe können kurz- und mittelfristig zusätzliche Minderungsvorteile im Landverkehr bieten (mittleres Vertrauen). Nachhaltige Biokraftstoffe, emissionsarmer Wasserstoff und Derivate (einschließlich synthetischer Kraftstoffe) können die Minderung der CO₂-Emissionen aus der Schifffahrt, dem Luftverkehr und dem schweren Landverkehr unterstützen, erfordern jedoch Verbesserungen des Produktionsprozesses und Kostensenkungen (mittleres Vertrauen). Wichtige Infrastruktursysteme wie Abwasserentsorgung, Wasser, Gesundheit, Verkehr, Kommunikation und Energie werden zunehmend anfälliger, wenn die Gestaltungsstandards den sich ändernden Klimabedingungen nicht Rechnung tragen (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.2.5; WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.8.1, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM C.10.4}

Grüne/natürliche und blaue Infrastruktur wie städtische Forstwirtschaft, Gründächer, Teiche und Seen sowie die Wiederherstellung von Flüssen können den Klimawandel durch CO₂-Aufnahme und -Speicherung, vermiedene Emissionen und einen geringeren Energieverbrauch abschwächen und gleichzeitig das Risiko von Extremereignissen wie Hitzewellen, starken Niederschlägen und Dürren verringern und positive Nebeneffekte für Gesundheit, Wohlbefinden und Lebensgrundlagen fördern (mittleres Vertrauen). Urbane Begrünung kann für lokale Kühlung sorgen (sehr hohes Vertrauen). Die Kombination von Anpassungsmaßnahmen an grüne/natürliche und graue/physikalische Infrastrukturen kann die Anpassungskosten senken und zu Hochwasserschutz, Abwasserentsorgung, Wasserressourcenmanagement, Erdstochprävention und Küstenschutz beitragen (mittleres Vertrauen). Weltweit werden mehr Finanzmittel für graue/physikalische Infrastrukturen als für grüne/natürliche Infrastrukturen und soziale Infrastrukturen (mittleres Vertrauen) bereitgestellt, und es gibt nur begrenzte Hinweise auf Investitionen in informelle Siedlungen (mittleres bis hohes Vertrauen). Der größte Wohlstandsgewinn in städtischen Gebieten kann durch die Priorisierung der Finanzierung erzielt werden, um das Klimarisiko für einkommensschwache und marginalisierte Gemeinschaften, einschließlich Menschen, die in informellen Siedlungen leben, zu verringern (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.7, WGII SPM D.3.2, WGII TS.E.1.4, WGII Cross-Chapter Box FEAS; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2.1}

Zu den Reaktionen auf den anhaltenden Anstieg des Meeresspiegels und die Landsenkung in tief gelegenen Küstenstädten und -siedlungen und kleinen Inseln gehören Schutz, Unterbringung, Voraus- und geplante Umsiedlungen. Diese Reaktionen sind wirksamer, wenn sie kombiniert und/oder sequenziert, vorausschauend geplant, mit soziokulturellen Werten und Entwicklungsprioritäten in Einklang gebracht und durch integrative Prozesse des Engagements der Gemeinschaft untermauert werden. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2.8}

4.5.4. Land, Ozean, Nahrung und Wasser

Es gibt ein erhebliches Minderungs- und Anpassungspotenzial aus Optionen in der Land- und Forstwirtschaft und anderen Landnutzungen sowie in den Ozeanen, das in den meisten Regionen kurzfristig ausgebaut werden könnte (hohes Vertrauen) (Abbildung 4.5). Die Erhaltung, verbesserte Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Wäldern und anderen Ökosystemen bieten den größten Anteil des wirtschaftlichen Minderungspotenzials, wobei die Entwaldung in tropischen Regionen das höchste Gesamtminderungspotenzial aufweist. Wiederherstellung, Wiederaufforstung und Aufforstung von Ökosystemen können aufgrund konkurrierender Anforderungen an Land zu Kompromissen führen. Die Minimierung von Kompromissen erfordert integrierte Ansätze, um mehrere Ziele zu erreichen, einschließlich der Ernährungssicherheit. Nachfrageseitige Maßnahmen (Umstellung auf eine nachhaltige gesunde Ernährung und Verringerung von Lebensmittelverlusten/-verschwendung) und eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft können die Umwandlung von Ökosystemen und CH₄- und N₂O-Emissionen verringern und Land für die Wiederaufforstung und Wiederherstellung von Ökosystemen freisetzen. Nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Produkte, einschließlich langlebiger Holzprodukte, können anstelle von THG-intensiveren Produkten in anderen Sektoren verwendet werden. Effektive Anpassungsoptionen umfassen Sortenverbesserungen, Agroförstwirtschaft, gemeindebasierte Anpassung,

¹⁵⁵ Eine Reihe von Maßnahmen und täglichen Praktiken, die die Nachfrage nach Energie, Materialien, Land und Wasser vermeiden und gleichzeitig das menschliche Wohlergehen für alle innerhalb der planetaren Grenzen gewährleisten. {WGIII Anhang I}

Diversifizierung von landwirtschaftlichen Betrieben und Landschaften sowie städtische Landwirtschaft. Diese AFOLU-Antwortoptionen erfordern die Integration biophysikalischer, sozioökonomischer und anderer grundlegender Faktoren. Die Wirksamkeit der ökosystembasierten Anpassung und der meisten wasserbezogenen Anpassungsoptionen nimmt mit zunehmender Erwärmung ab (siehe 3.2). (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5; AGIII SPM C.9.1; SRCCL SPM B.1.1, SRCCL SPM B.5.4, SRCCL SPM D.1; SROCC SPM C}

Einige Optionen, wie die Erhaltung kohlenstoffreicher Ökosysteme (z. B. Torfmoore, Feuchtgebiete, Weideland, Mangroven und Wälder), haben unmittelbare Auswirkungen, während andere, wie die Wiederherstellung kohlenstoffreicher Ökosysteme, die Rückgewinnung geschädigter Böden oder die Aufforstung, Jahrzehnte brauchen, um messbare Ergebnisse zu erzielen (hohes Vertrauen). Viele nachhaltige Landbewirtschaftungstechnologien und -praktiken sind in drei bis zehn Jahren finanziell rentabel (mittleres Vertrauen). {SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM D.2.2}

Die Erhaltung der Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen auf globaler Ebene hängt von einer wirksamen und gerechten Erhaltung von etwa 30–50 % der Land-, Süßwasser- und Meeresgebiete der Erde ab, einschließlich derzeit naturnaher Ökosysteme (hohes Vertrauen). Die Dienstleistungen und Optionen, die von Land-, Süßwasser-, Küsten- und Ozeanökosystemen angeboten werden, können durch Schutz, Wiederherstellung, vorsorgliches ökosystembasiertes Management der Nutzung erneuerbarer Ressourcen und die Verringerung von Umweltverschmutzung und anderen Stressfaktoren (hohes Vertrauen) unterstützt werden. {WGII SPM C.2.4, WGII SPM D.4; SROCC SPM C.2}

Eine großflächige Landumwandlung für Bioenergie, Biokohle oder Aufforstung kann die Risiken für die biologische Vielfalt, das Wasser und die Ernährungssicherheit erhöhen. Im Gegensatz dazu erhöhen die Wiederherstellung natürlicher Wälder und entwässerter Torfmoore und die Verbesserung der Nachhaltigkeit bewirtschafteter Wälder die Widerstandsfähigkeit von Kohlenstoffbeständen und -senken und verringern die Anfälligkeit der Ökosysteme für den Klimawandel. Die Zusammenarbeit und inklusive Entscheidungsfindung mit lokalen Gemeinschaften und indigenen Völkern sowie die Anerkennung der inhärenten Rechte indigener Völker sind von wesentlicher Bedeutung für eine erfolgreiche Anpassung in Wäldern und anderen Ökosystemen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.2.4; AGIII SPM D.2.3; SRCCL B.7.3, SRCCL SPM C.4.3, SRCCL TS.7}

Natürliche Flüsse, Feuchtgebiete und vorgelagerte Wälder verringern unter den meisten Umständen das Hochwasserrisiko (hohes Vertrauen). Die Verbesserung der natürlichen Wasserrückhaltung, z. B. durch die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und Flüssen, die Planung der Landnutzung, z. B. keine Bauzonen oder die vorgelagerte Waldbewirtschaftung, kann das Hochwasserrisiko weiter verringern (mittleres Vertrauen). Bei Überschwemmungen im Binnenland haben Kombinationen nicht-struktureller Maßnahmen wie Frühwarnsysteme und struktureller Maßnahmen wie Deiche den Verlust von Menschenleben verringert (mittleres Vertrauen), aber auch harte Abwehrmaßnahmen gegen Überschwemmungen oder den Anstieg des Meeresspiegels können unpassend sein (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.2.5}

Der Schutz und die Wiederherstellung von Küstenökosystemen mit blauem Kohlenstoff (z. B. Mangroven, Gezeitensümpfe und Seegraswiesen) könnten die Emissionen verringern und/oder die CO₂-Aufnahme und -Speicherung erhöhen (mittleres Vertrauen). Küstenfeuchtgebiete schützen vor Küstenerosion und Überschwemmungen (sehr hohes Vertrauen). Durch die Stärkung von Vorsorgekonzepten wie dem Wiederaufbau überfischter oder erschöpfter Fischereien und der Reaktionsfähigkeit bestehender Fischereimanagementstrategien werden die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischerei verringert, was Vorteile für die regionale Wirtschaft und die Existenzgrundlage mit sich bringt (mittleres Vertrauen). Das ökosystembasierte Management in der Fischerei und Aquakultur unterstützt die Ernährungssicherheit, die biologische Vielfalt, die menschliche Gesundheit und das Wohlergehen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2; SROCC SPM C.2.3, SROCC SPM C.2.4}

4.5.5. Gesundheit und Ernährung

Die menschliche Gesundheit wird von integrierten Minderungs- und Anpassungsoptionen profitieren, die die Gesundheit in die Lebensmittel-, Infrastruktur-, Sozialschutz- und Wasserpolitik integrieren (sehr hohes Vertrauen). Ausgewogene und nachhaltige gesunde Ernährung¹⁵⁶ und die Verringerung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung bieten wichtige Möglichkeiten zur Anpassung und Eindämmung bei gleichzeitiger Erzielung erheblicher positiver Nebeneffekte in Bezug auf die biologische Vielfalt und die menschliche Gesundheit (hohes Vertrauen). Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit zur Verbesserung der Ernährung, wie die Erhöhung der Vielfalt der Nahrungsquellen im öffentlichen Beschaffungswesen, Krankenversicherungen, finanzielle Anreize und Sensibilisierungskampagnen, können potenziell die Nahrungsmittelnachfrage beeinflussen, die Lebensmittelverschwendung verringern, die Gesundheitskosten senken, zu niedrigeren Treibhausgasemissionen beitragen und die Anpassungsfähigkeit verbessern (hohes Vertrauen). Ein verbesserter Zugang zu sauberen Energiequellen und Technologien sowie die Umstellung auf aktive Mobilität (z. B. zu Fuß und mit dem Fahrrad) und öffentliche Verkehrsmittel können sozioökonomische, Luftqualitäts- und Gesundheitsvorteile bringen, insbesondere für Frauen und Kinder (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.11, WGII Cross-Chapter Box GESUNDHEIT; WGIII SPM C.2.2, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM

¹⁵⁶ Ausgewogene Ernährung bezieht sich auf Diäten, die pflanzliche Lebensmittel enthalten, wie solche, die auf groben Körnern, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, Nüssen und Samen basieren, und tierische Lebensmittel, die in widerstandsfähigen, nachhaltigen und GHG-armen Emissionssystemen hergestellt werden, wie in SRCCL beschrieben.

C.10.4, WGIII SPM D.1.3, WGIII Abbildung SPM.6, WGIII Abbildung SPM.8; SRCCL SPM B.6.2, SRCCL SPM B.6.3, SRCCL B.4.6, SRCCL SPM C.2.4}

Es gibt wirksame Anpassungsmöglichkeiten, um die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden zu schützen (hohes Vertrauen). Gesundheitsaktionspläne, die Frühwarn- und Reaktionssysteme umfassen, sind wirksam bei extremer Hitze (hohes Vertrauen). Zu den wirksamen Optionen für wasser- und lebensmittelbedingte Krankheiten gehören die Verbesserung des Zugangs zu Trinkwasser, die Verringerung der Exposition von Wasser und Sanitäreinrichtungen gegenüber Überschwemmungen und extremen Wetterereignissen sowie verbesserte Frühwarnsysteme (sehr hohes Vertrauen). Für vektorübertragene Krankheiten umfassen wirksame Anpassungsoptionen Überwachung, Frühwarnsysteme und Impfstoffentwicklung (sehr hohes Vertrauen). Zu den wirksamen Anpassungsoptionen zur Verringerung der Risiken für die psychische Gesundheit im Rahmen des Klimawandels gehören die Verbesserung der Überwachung und des Zugangs zur psychischen Gesundheitsversorgung sowie die Überwachung der psychosozialen Auswirkungen extremer Wetterereignisse (hohes Vertrauen). Ein wichtiger Weg zur Klimaresilienz im Gesundheitssektor ist der universelle Zugang zur Gesundheitsversorgung (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.11, WGII 7.4.6}

4.5.6 Gesellschaft, Lebensgrundlagen und Volkswirtschaften

Die Verbesserung des Wissens über Risiken und verfügbare Anpassungsoptionen fördert gesellschaftliche Reaktionen, und Verhaltens- und Lebensstiländerungen, die durch politische Maßnahmen, Infrastrukturen und Technologien unterstützt werden, können zur Verringerung der globalen Treibhausgasemissionen beitragen (hohes Vertrauen). Klimakompetenz und Informationen, die über Klimadienste und gemeinschaftliche Ansätze bereitgestellt werden, einschließlich solcher, die auf indigenem Wissen und lokalem Wissen basieren, können Verhaltensänderungen und -planung beschleunigen (hohes Vertrauen). Bildungs- und Informationsprogramme, die die Künste, partizipative Modellierung und Citizen Science nutzen, können das Bewusstsein fördern, die Risikowahrnehmung erhöhen und Verhaltensweisen beeinflussen (hohes Vertrauen). Die Art und Weise, wie Entscheidungen präsentiert werden, kann die Annahme von treibhausgasarmen, intensiven soziokulturellen Optionen ermöglichen, wie z. B. Umstellungen auf eine ausgewogene, nachhaltige gesunde Ernährung, geringere Lebensmittelverschwendung und aktive Mobilität (hohes Vertrauen). Eine umsichtige Kennzeichnung, Gestaltung und Kommunikation sozialer Normen kann die Wirkung von Mandaten, Subventionen oder Steuern (mittleres Vertrauen) verstärken. {WGII SPM C.5.3, WGII TS.D.10.1; WGIII SPM C.10, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM E.2.2, WGIII Abbildung SPM.6, WGIII TS.6.1, 5.4; SR1.5 SPM D.5.6; SROCC SPM C.4}

Eine Reihe von Anpassungsoptionen wie Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste und Ansätze zur Risikostreuung und -teilung haben eine breite Anwendbarkeit in allen Sektoren und bieten in Kombination größere Vorteile bei der Risikominderung (hohes Vertrauen). Klimadienste, die nachfrageorientiert sind und verschiedene Nutzer und Anbieter einbeziehen, können die landwirtschaftlichen Verfahren verbessern, eine bessere Wassernutzung und -effizienz ermöglichen und eine widerstandsfähige Infrastrukturplanung ermöglichen (hohes Vertrauen). Politische Mischungen, die Wetter- und Krankenversicherung, Sozialschutz und adaptive Sicherheitsnetze, Eventualfinanzierung und Reservefonds sowie den universellen Zugang zu Frühwarnsystemen in Kombination mit wirksamen Notfallplänen umfassen, können die Anfälligkeit und Exposition menschlicher Systeme verringern (hohes Vertrauen). Die Integration der Anpassung an den Klimawandel in Sozialschutzprogramme, einschließlich Geldtransfers und Programme für öffentliche Arbeiten, ist sehr machbar und erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel, insbesondere wenn sie durch grundlegende Dienstleistungen und Infrastrukturen unterstützt wird (hohes Vertrauen). Soziale Sicherheitsnetze können anpassungsfähige Kapazitäten aufbauen, die sozioökonomische Anfälligkeit verringern und das Risiko im Zusammenhang mit Gefahren verringern (robuste Evidenz, mittlere Übereinstimmung). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.13, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in Kapitel 18; SRCCL SPM C.1.4, SRCCL SPM D.1.2}

Die Verringerung der künftigen Risiken unfreiwilliger Migration und Vertreibung aufgrund des Klimawandels ist durch kooperative, internationale Anstrengungen zur Verbesserung der institutionellen Anpassungsfähigkeit und der nachhaltigen Entwicklung (hohes Vertrauen) möglich. Die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit minimiert das mit unfreiwilliger Migration und Immobilität verbundene Risiko und verbessert den Grad der Wahl, unter dem Migrationsentscheidungen getroffen werden, während politische Maßnahmen Hindernisse beseitigen und die Alternativen für eine sichere, geordnete und reguläre Migration erweitern können, die es schutzbedürftigen Menschen ermöglicht, sich an den Klimawandel anzupassen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.12, WGII TS.D.8.6, WGII Cross-Chapter Box MIGRATE in Kapitel 7}

Die Beschleunigung des Engagements und der Weiterverfolgung durch den Privatsektor wird beispielsweise durch die Erstellung von Geschäftsfällen für Anpassungs-, Rechenschafts- und Transparenzmechanismen sowie die Überwachung und Bewertung der Anpassungsfortschritte (mittleres Vertrauen) gefördert. Integrierte Wege für das Management von Klimarisiken werden am besten geeignet sein, wenn so genannte „Low-regret“-Vorwegoptionen sektorübergreifend zeitnah gemeinsam festgelegt werden und in ihrem lokalen Kontext durchführbar und wirksam sind und wenn Pfadabhängigkeiten und Fehlanpassungen sektorübergreifend vermieden werden (hohes Vertrauen). Nachhaltige Anpassungsmaßnahmen werden gestärkt, indem die Anpassung durchgängig in die institutionellen Haushalts- und Politikplanungszyklen, die gesetzlichen Planungs-, Überwachungs- und Evaluierungsrahmen und in die Wiederaufbaubemühungen nach Katastrophenereignissen einbezogen wird (hohes Vertrauen). Anpassungsinstrumente wie politische und rechtliche Rahmenbedingungen, verhaltensbezogene Anreize und wirtschaftliche Instrumente zur

Behebung von Marktversagen wie die Offenlegung von Klimarisiken sowie inklusive und deliberative Prozesse stärken Anpassungsmaßnahmen öffentlicher und privater Akteure (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.2, WGII TS.D.10.4}

4.6 Co-Benefits von Anpassung und Minderung für nachhaltige Entwicklungsziele

Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen haben mehr Synergien als Kompromisse mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung. Synergien und Zielkonflikte hängen vom Kontext und dem Umfang der Umsetzung ab. Potenzielle Kompromisse können durch zusätzliche Strategien, Investitionen und Finanzpartnerschaften ausgeglichen oder vermieden werden. (hohe Vertrauenswürdigkeit)

Viele Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen haben mehrere Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDG), aber einige Maßnahmen können auch Kompromisse haben. Potenzielle Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung übersteigen potenzielle Zielkonflikte. Synergien und Zielkonflikte sind kontextspezifisch und hängen ab von: Mittel und Umfang der Umsetzung, intra- und intersektorale Interaktionen, Zusammenarbeit zwischen Ländern und Regionen, Reihenfolge, Zeitplan und Stringenz der Maßnahmen, Governance und Politikgestaltung. Die Beseitigung extremer Armut, Energiearmut und die Bereitstellung eines angemessenen Lebensstandards für alle im Einklang mit den kurzfristigen Zielen für nachhaltige Entwicklung können ohne ein erhebliches globales Emissionswachstum erreicht werden. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.2.3, WGII Abbildung SPM.4b; WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII Abbildung SPM.8} (Abbildung 4.5)

Mehrere Minderungs- und Anpassungsoptionen können kurzfristige Synergien nutzen und Kompromisse verringern, um die nachhaltige Entwicklung in Energie-, Stadt- und Landsystemen voranzutreiben (Abbildung 4.5) (hohes Vertrauen). Saubere Energieversorgungssysteme haben mehrere positive Nebeneffekte, darunter Verbesserungen der Luftqualität und der Gesundheit. Aktionspläne für die Wärmegesundheit, die Frühwarn- und Reaktionssysteme umfassen, Ansätze, die Gesundheit in Lebensmitteln, Existenzgrundlagen, Sozialschutz, Wasser und Sanitärversorgung einbeziehen, kommen Gesundheit und Wohlbefinden zugute. Es gibt potenzielle Synergien zwischen mehreren Zielen für nachhaltige Entwicklung und nachhaltiger Landnutzung und Stadtplanung mit mehr Grünflächen, geringerer Luftverschmutzung und nachfrageseitiger Minderung, einschließlich der Umstellung auf eine ausgewogene, nachhaltige und gesunde Ernährung. Die Elektrifizierung in Kombination mit Energie mit geringem Stromverbrauch und die Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr können die Gesundheit und die Beschäftigung verbessern, zur Energieversorgungssicherheit beitragen und für Gerechtigkeit sorgen. Die Erhaltung, der Schutz und die Wiederherstellung von Land-, Süßwasser-, Küsten- und Ozeanökosystemen können zusammen mit einer gezielten Bewirtschaftung zur Anpassung an unvermeidbare Auswirkungen des Klimawandels mehrere zusätzliche Vorteile wie landwirtschaftliche Produktivität, Ernährungssicherheit und Erhaltung der biologischen Vielfalt generieren. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.1.1, WGII C.2.4, WGII SPM D.1, WGII Abbildung SPM.4, WGII Cross-Chapter Box HEALTH in Kapitel 17, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in Kapitel 18; WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2, WGIII Abbildung SPM.8; SRCCCL SPM B.4.6}

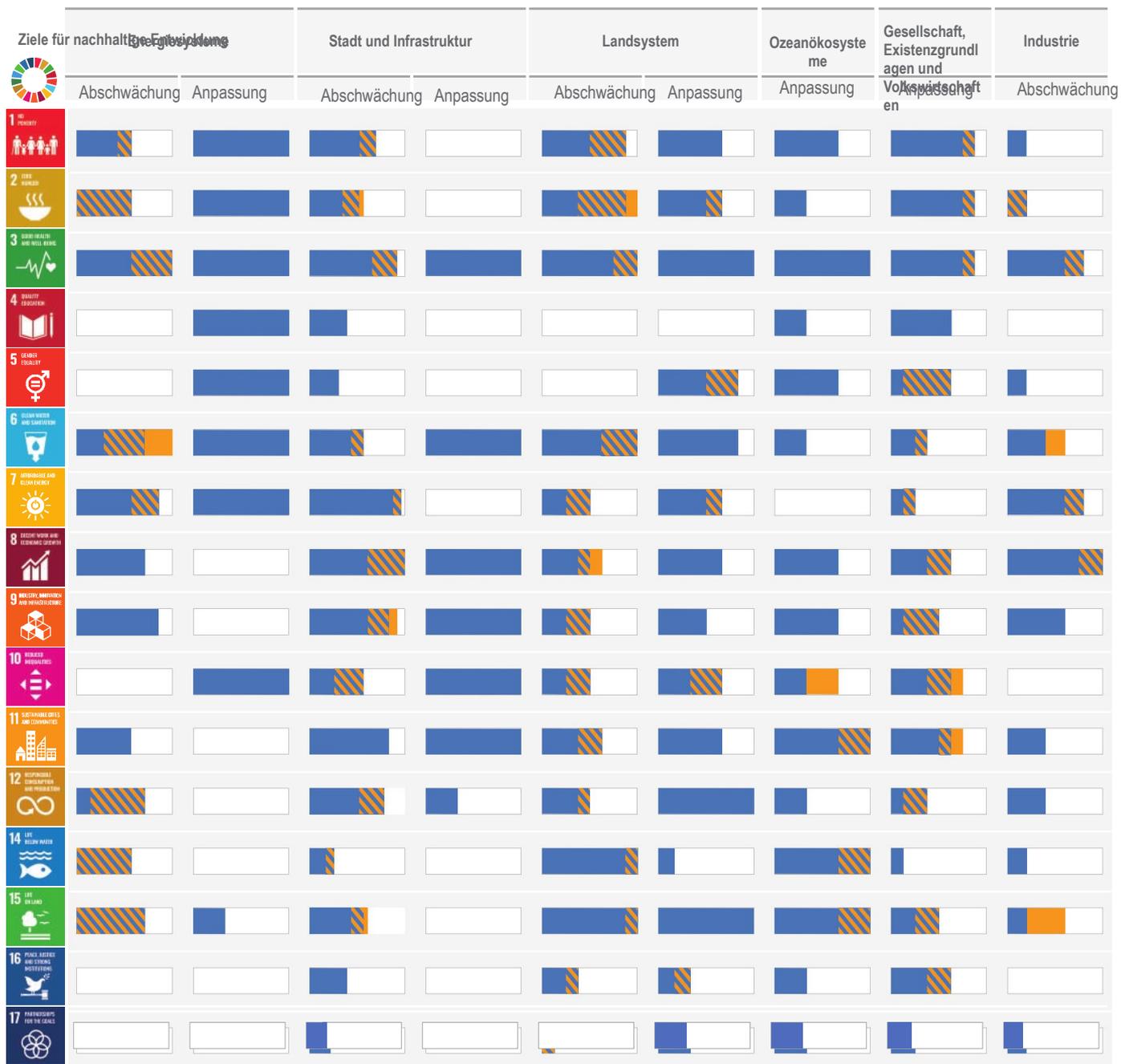
Bei der gemeinsamen Umsetzung von Eindämmung und Anpassung und unter Berücksichtigung von Kompromissen können mehrere positive Nebeneffekte und Synergien für das menschliche Wohlergehen sowie für die Gesundheit von Ökosystemen und Planeten erzielt werden (hohes Vertrauen). Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen nachhaltiger Entwicklung, Anfälligkeit und Klimarisiken. Soziale Sicherheitsnetze, die die Anpassung an den Klimawandel unterstützen, haben starke positive Nebeneffekte mit Entwicklungszielen wie Bildung, Armutsbekämpfung, Inklusion der Geschlechter und Ernährungssicherheit. Die Wiederherstellung des Bodens trägt zur Eindämmung und Anpassung mit Synergien durch verbesserte Ökosystemleistungen und mit wirtschaftlich positiven Erträgen und positiven Nebeneffekten für die Armutsbekämpfung und die Verbesserung der Lebensgrundlagen bei. Zielkonflikte können bewertet und minimiert werden, indem der Schwerpunkt auf Kapazitätsaufbau, Finanzierung, Technologietransfer und Investitionen gelegt wird; Governance, Entwicklung, kontextspezifische geschlechtsspezifische und andere soziale Gerechtigkeitserwägungen unter sinnvoller Beteiligung indigener Völker, lokaler Gemeinschaften und schutzbedürftiger Bevölkerungsgruppen. (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.5.2, WGII Cross-Chapter Box on Gender in Chapter 18; WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII SPM D.2; SRCCCL SPM D.2.2, SRCCCL TS.4}

Kontextrelevante Gestaltung und Umsetzung erfordern die Berücksichtigung der Bedürfnisse der Menschen, der biologischen Vielfalt und anderer Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung (sehr hohes Vertrauen). Länder in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung sind bestrebt, das Wohlergehen der Menschen zu verbessern, und ihre Entwicklungsprioritäten spiegeln unterschiedliche Ausgangspunkte und Kontexte wider. Verschiedene Kontexte umfassen, sind aber nicht beschränkt auf soziale, wirtschaftliche, ökologische, kulturelle oder politische Umstände, Ressourcenausstattung, Fähigkeiten, internationale Umwelt und Vorentwicklung. In Regionen mit hoher Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, unter anderem für die Generierung von Einnahmen und Arbeitsplätzen, die Minderung von Risiken für eine nachhaltige Entwicklung erfordert politische Maßnahmen, die die Diversifizierung des Wirtschafts- und Energiesektors fördern, und Erwägungen zu Grundsätzen, Prozessen und Verfahren für einen gerechten Übergang (hohes Vertrauen). Für Einzelpersonen und Haushalte in niedrig gelegenen Küstengebieten, auf kleinen Inseln und Kleinbauern kann der Übergang von der schrittweisen zur transformativen Anpassung dazu beitragen, weiche Anpassungsgrenzen zu überwinden (hohes Vertrauen). Eine wirksame Governance ist erforderlich, um Kompromisse bei einigen Minderungsoptionen wie großmaßstäblicher Aufforstung und Bioenergieoptionen aufgrund der Risiken zu begrenzen, die sich aus ihrem Einsatz für Lebensmittelsysteme, die biologische Vielfalt, andere Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen und die Existenzgrundlagen ergeben (hohes Vertrauen). Eine wirksame Governance erfordert

angemessene institutionelle Kapazitäten auf allen Ebenen (hohes Vertrauen). {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4; WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM E.4.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5, SR1.5 SPM Abbildung SPM.4, SR1.5 SPM D.4.3, SR1.5 SPM D.4.4}

Kurzfristige Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen haben mehr Synergien als Zielkonflikte mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Spezifische und Zielkonflikte (SDGs) hängen vom Kontext und vom Umfang ab



Schlüssel: ■ Synergien ■ Zielkonflikte ■ Sowohl Synergien als auch Kompromisse/gemischte Begrenzte Beweise/keine Beweise/keine Bewertung

Abbildung 4.5: Potenzielle Synergien und Kompromisse zwischen dem Portfolio der Klimaschutz- und Anpassungsoptionen und den Zielen für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs).

Diese Zahl enthält eine Zusammenfassung potenzieller Synergien und Zielkonflikte auf hoher Ebene, die in der WGII-Abbildung SPM.4b und der WGIII-Abbildung SPM.8 auf der Grundlage der qualitativen und quantitativen Bewertung jeder einzelnen Abschwächung oder Option bewertet wurden. Die SDGs dienen als analytischer Rahmen für die Bewertung verschiedener Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung, die über den Zeitrahmen der SDG-Ziele für 2030 hinausgehen. Synergien und Zielkonflikte zwischen allen einzelnen Optionen innerhalb eines Sektors/Systems werden zu Sektor-/Systempotenzialen für das gesamte Minderungs- oder Anpassungsportfolio aggregiert. Die Länge jedes Balkens stellt die Gesamtzahl der Minderungs- oder Anpassungsoptionen unter jedem System/Sektor dar. Die Anzahl der Anpassungs- und Minderungsoptionen variiert je nach System/Sektor und wurde auf 100 % normalisiert, so dass die Balken in den Bereichen Minderung, Anpassung, System/Sektor und Nachhaltigkeitsziele vergleichbar sind. Positive Links, die in WGII-Abbildung SPM.4b und WGIII-Abbildung SPM.8 dargestellt sind, werden gezählt und aggregiert, um den prozentualen Anteil der Synergien zu generieren, der hier durch den blauen Anteil innerhalb der Balken dargestellt wird. Negative Links, die in WGII-Abbildung SPM.4b und WGIII-Abbildung SPM.8 dargestellt sind, werden gezählt und aggregiert, um den prozentualen Anteil der Zielkonflikte zu generieren, und werden durch den orangefarbenen Anteil innerhalb der Balken dargestellt. „Sowohl Synergien als auch Zielkonflikte“ in WGII Abbildung SPM.4b WGIII Abbildung SPM.8 werden gezählt und aggregiert, um den prozentualen Anteil von „sowohl Synergien als auch Zielkonflikten“ zu generieren, der durch den gestreiften Anteil innerhalb der Balken dargestellt wird. Der „weiße“ Anteil innerhalb des Balkens weist auf begrenzte Beweise/keine Beweise/nicht bewertet hin. Energiesysteme umfassen alle in WGIII Abbildung SPM.8 und WGII Abbildung SPM.4b aufgeführten Minderungsoptionen für die Anpassung. Städtische und Infrastruktur umfasst alle in WGIII Abbildung SPM.8 unter Städtische Systeme, unter Gebäude und unter Verkehrs- und Anpassungsoptionen in WGII Abbildung SPM.4b unter Städtische und Infrastruktursysteme aufgeführten Minderungsoptionen. Das Landsystem umfasst Minderungsoptionen, die in WGIII Abbildung SPM.8 unter AFOLU aufgeführt sind, und Anpassungsoptionen, die in WGII Abbildung SPM.4b unter Land- und Ozeansysteme aufgeführt sind: Waldbasierte Anpassung, Agroforstwirtschaft, Biodiversitätsmanagement und Ökosystemanbindung, verbesserte Ackerlandbewirtschaftung, effiziente Tierhaltung, Wassernutzungseffizienz und Wasserressourcenbewirtschaftung. Ozeanökosysteme umfassen Anpassungsoptionen, die in der WGII-Abbildung SPM.4b unter Land- und Ozeansysteme aufgeführt sind: Küstenschutz und -verhärtung, integriertes Küstenzonenmanagement und nachhaltige Aquakultur und Fischerei. Gesellschaft, Existenzgrundlage und Volkswirtschaften umfassen Anpassungsoptionen, die in der WGII-Abbildung SPM.4b unter Sektorübergreifend aufgeführt sind; Die Industrie umfasst alle in WGIII Abbildung SPM.8 unter Industrie aufgeführten Minderungsoptionen. SDG 13 (Klimaschutz) wird nicht aufgeführt, da Minderung/Anpassung im Hinblick auf die Interaktion mit den SDGs berücksichtigt wird und nicht umgekehrt (SPM SR1.5 Abbildung SPM.4 Bildunterschrift). Die Balken geben die Stärke der Verbindung an und berücksichtigen nicht die Stärke der Auswirkungen auf die SDGs. Die Synergien und Zielkonflikte unterscheiden sich je nach Kontext und Umfang der Umsetzung. Der Umfang der Umsetzung ist besonders wichtig, wenn es um den Wettbewerb um knappe Ressourcen geht. Aus Gründen der Einheitlichkeit berichten wir nicht über die Konfidenzniveaus, da es eine Wissenslücke in Bezug auf die Anpassungsoptionen in Bezug auf die SDGs und ihr Konfidenzniveau gibt, die aus WGII-Abbildung SPM.4b hervorgeht. {WGII Abbildung SPM.4b; WGIII Abbildung SPM.8}

4.7 Governance und Politik für kurzfristige Klimaschutzmaßnahmen

Wirksame Klimaschutzmaßnahmen erfordern politisches Engagement, eine gut abgestimmte Multi-Level-Governance und institutionelle Rahmenbedingungen, Gesetze, Strategien und Strategien. Es bedarf klarer Ziele, angemessener Finanzierungs- und Finanzierungsinstrumente, der Koordinierung über mehrere Politikbereiche hinweg und inklusiver Governance-Prozesse. Viele Instrumente der Klimaschutz- und Anpassungspolitik wurden erfolgreich eingesetzt und könnten – je nach den nationalen Gegebenheiten – zu tiefgreifenden Emissionsreduktionen und zur Klimaresilienz beitragen, wenn sie ausgeweitet und umfassend angewandt werden. Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen profitieren davon, dass sie auf vielfältiges Wissen zurückgreifen. (hohes Vertrauen)

Eine wirksame Klimagovernance ermöglicht Eindämmung und Anpassung, indem sie auf der Grundlage der nationalen Gegebenheiten eine allgemeine Ausrichtung bietet, Ziele und Prioritäten festlegt und Klimaschutzmaßnahmen auf allen Politikbereichen und Ebenen, auf der Grundlage der nationalen Gegebenheiten und im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit durchgängig berücksichtigt. Eine wirksame Governance verbessert die Überwachung und Bewertung sowie die Rechtssicherheit, wobei inklusiven, transparenten und gerechten Entscheidungen Vorrang eingeräumt wird, und verbessert den Zugang zu Finanzmitteln und Technologien (hohes Vertrauen). Diese Funktionen können durch klimarelevante Gesetze und Pläne gefördert werden, die in allen Sektoren und Regionen an Zahl zunehmen und die Minderungsergebnisse und Anpassungsvorteile voranbringen (hohes Vertrauen). Die Zahl der Klimagesetze ist gestiegen und hat dazu beigetragen, Minderungs- und Anpassungsergebnisse zu erzielen (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.1, WGII SPM C5.4, WGII SPM C.5.6; WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3.1}

Effektive kommunale, nationale und subnationale Klimainstitutionen, wie Experten- und Koordinierungsgremien, ermöglichen koproduzierte, mehrstufige Entscheidungsprozesse, schaffen einen Konsens für Maßnahmen unter verschiedenen Interessen und informieren über Strategieeinstellungen (hohes Vertrauen). Dies erfordert angemessene institutionelle Kapazitäten auf allen Ebenen (hohes Vertrauen). Schwachstellen und Klimarisiken werden oft durch sorgfältig konzipierte und umgesetzte Gesetze, Strategien, partizipative Prozesse und Interventionen reduziert, die kontextspezifische Ungleichheiten wie Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit, Behinderung, Alter, Standort und Einkommen (hohes Vertrauen) angehen. Die politische Unterstützung wird von indigenen Völkern, Unternehmen und Akteuren in der Zivilgesellschaft, einschließlich Jugend, Arbeit, Medien und lokalen Gemeinschaften, beeinflusst, und die Wirksamkeit wird durch Partnerschaften zwischen vielen verschiedenen Gruppen in der Gesellschaft (hohes Vertrauen) erhöht. Klimabezogene Rechtsstreitigkeiten nehmen zu, wobei eine große Zahl von Fällen in einigen Industrieländern und eine viel geringere Zahl in einigen Entwicklungsländern zu verzeichnen ist und in einigen Fällen das Ergebnis und

den Ehrgeiz der Klimagovernance (mittleres Vertrauen) beeinflusst hat. {WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.3.1; WGIII SPM E.3.2, WGIII SPM E.3.3}

Eine wirksame Klimagovernance wird durch inklusive Entscheidungsprozesse, die Zuweisung geeigneter Ressourcen und die institutionelle Überprüfung, Überwachung und Bewertung (hohes Vertrauen) ermöglicht. Multi-Level-, hybride und sektorübergreifende Governance erleichtert die angemessene Berücksichtigung von Nebeneffekten und Kompromissen, insbesondere in Landsektoren, in denen Entscheidungsprozesse von der Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe bis zur nationalen Ebene reichen (hohes Vertrauen). Die Berücksichtigung von Klimagerechtigkeit kann dazu beitragen, die Verlagerung von Entwicklungspfaden in Richtung Nachhaltigkeit zu erleichtern. {WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2; SRCCL SPM C.3, SRCCL TS.1}

Die Nutzung vielfältiger Kenntnisse und Partnerschaften, auch mit Frauen, Jugendlichen, indigenen Völkern, lokalen Gemeinschaften und ethnischen Minderheiten, kann eine klimaresiliente Entwicklung erleichtern und hat lokal angemessene und sozial akzeptable Lösungen ermöglicht (hohes Vertrauen). {WGII SPM D.2, D.2.1}

Viele regulatorische und wirtschaftliche Instrumente wurden bereits erfolgreich eingesetzt. Diese Instrumente könnten tiefgreifende Emissionsreduktionen unterstützen, wenn sie ausgeweitet und breiter angewendet werden. Die praktische Erfahrung hat zur Gestaltung von Instrumenten beigetragen und zur Verbesserung der Vorhersehbarkeit, der Umweltwirksamkeit, der wirtschaftlichen Effizienz und der Gerechtigkeit beigetragen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM E.4; AGIII SPM E.4.2}

Die Ausweitung und verstärkte Nutzung von Regulierungsinstrumenten im Einklang mit den nationalen Gegebenheiten kann die Minderungsergebnisse bei sektoralen Anwendungen verbessern (hohes Vertrauen), und Regulierungsinstrumente, die Flexibilitätsmechanismen umfassen, können die Kosten für die Verringerung der Emissionen senken (mittleres Vertrauen). {WGII SPM C.5.4; AGIII SPM E.4.1}

Soweit sie umgesetzt wurden, haben CO₂-Bepreisungsinstrumente Anreize für kostengünstige Emissionsreduktionsmaßnahmen geschaffen, waren aber allein und zu vorherrschenden Preisen während des Bewertungszeitraums weniger wirksam, um kostenintensive Maßnahmen zu fördern, die für weitere Reduktionen erforderlich sind (mittleres Vertrauen). Einnahmen aus CO₂-Steuern oder dem Emissionshandel können unter anderem für Eigenkapital- und Verteilungsziele verwendet werden, beispielsweise zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte (hohes Vertrauen). Es gibt keine übereinstimmenden Beweise dafür, dass die derzeitigen Emissionshandelssysteme zu erheblichen Emissionslecks geführt haben (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.6}

Die Abschaffung von Subventionen für fossile Brennstoffe würde die Emissionen verringern, die öffentlichen Einnahmen und die makroökonomische Leistung verbessern und andere Vorteile für die Umwelt und die nachhaltige Entwicklung bringen, wie etwa verbesserte öffentliche Einnahmen, makroökonomische Leistungen und Nachhaltigkeitsleistungen; Die Streichung von Subventionen kann sich nachteilig auf die Verteilung auswirken, insbesondere auf die wirtschaftlich schwächsten Gruppen, die in einigen Fällen durch Maßnahmen wie die Umverteilung der eingesparten Einnahmen abgemildert werden können und von den nationalen Gegebenheiten abhängen (hohes Vertrauen). Der Abbau der Subventionen für fossile Brennstoffe wird in verschiedenen Studien projiziert, um die globalen CO₂-Emissionen bis 2030 um 1–4 % und die Treibhausgasemissionen um bis zu 10 % zu senken, wobei die Regionen unterschiedlich sind (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM E.4.2}

Nationale Maßnahmen zur Unterstützung der Technologieentwicklung und die Teilnahme an internationalen Märkten zur Emissionsreduzierung können positive Spillover-Effekte für andere Länder mit sich bringen (mittleres Vertrauen), obwohl eine geringere Nachfrage nach fossilen Brennstoffen als Folge der Klimapolitik zu Kosten für die Exportländer führen könnte (hohes Vertrauen). Wirtschaftsweite Pakete können kurzfristige wirtschaftliche Ziele erreichen und gleichzeitig Emissionen reduzieren und Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern (mittleres Vertrauen). Beispiele hierfür sind Mittelbindungen für öffentliche Ausgaben; Preisreformen; sowie Investitionen in allgemeine und berufliche Bildung, FuE und Infrastruktur (hohes Vertrauen). Wirksame Maßnahmenpakete wären umfassend, für eine klare Vision des Wandels nutzbar, über die Ziele hinweg ausgewogen, auf den spezifischen Technologie- und Systembedarf abgestimmt, konzeptionell konsistent und auf die nationalen Gegebenheiten zugeschnitten (hohes Vertrauen). {WGIII SPM E.4.4, WGIII SPM 4.5, WGIII SPM 4.6}

4.8 Stärkung der Reaktion: Finanzen, internationale Zusammenarbeit und Technologie

Finanzen, internationale Zusammenarbeit und Technologie sind entscheidende Voraussetzungen für einen beschleunigten Klimaschutz. Um die Klimaziele zu erreichen, müssten sich sowohl die Anpassungs- als auch die Klimaschutzfinanzierung vervielfachen. Es gibt genügend globales Kapital, um die globalen Investitionslücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse, um Kapital in Klimaschutzmaßnahmen umzulenken. Zu den Hindernissen gehören institutionelle, regulatorische und Marktzugangsbarrieren, die abgebaut werden können, um den Bedürfnissen und Chancen, der wirtschaftlichen Anfälligkeit und der Verschuldung in vielen Entwicklungsländern gerecht zu werden. Die Verbesserung der internationalen Zusammenarbeit ist über mehrere Kanäle möglich. Die Verbesserung der technologischen Innovationssysteme ist von entscheidender Bedeutung, um die weit verbreitete Einführung von Technologien und Verfahren zu beschleunigen. (hohes Vertrauen)

4.8.1. Finanzierung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen

Eine bessere Verfügbarkeit und ein besserer Zugang zu Finanzmitteln¹⁵⁷ werden beschleunigte Klimaschutzmaßnahmen ermöglichen (sehr hohes Vertrauen). Die Behebung von Bedürfnissen und Lücken und die Ausweitung des gleichberechtigten Zugangs zu inländischen und internationalen Finanzmitteln können in Kombination mit anderen unterstützenden Maßnahmen als Katalysator für die Beschleunigung des Klimaschutzes und die Verlagerung von Entwicklungspfaden (hohes Vertrauen) wirken. Eine klimaresiliente Entwicklung wird durch eine verstärkte internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich eines verbesserten Zugangs zu Finanzmitteln, insbesondere für gefährdete Regionen, Sektoren und Gruppen, sowie einer inklusiven Governance und koordinierten Politik (hohes Vertrauen). Die beschleunigte internationale finanzielle Zusammenarbeit ist ein entscheidender Wegbereiter für einen Übergang mit geringen Treibhausgasemissionen und gerechten Rahmenbedingungen und kann Ungleichheiten beim Zugang zu Finanzmitteln sowie die Kosten und die Anfälligkeit für die Auswirkungen des Klimawandels angehen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII SPM E.5.4, WGIII SPM E.6.2}

Sowohl die Anpassungs- als auch die Minderungsfinanzierung müssen sich vervielfachen, um den steigenden Klimarisiken entgegenzuwirken und Investitionen in die Emissionsreduzierung zu beschleunigen (hohes Vertrauen). Durch eine Aufstockung der Finanzmittel würden weiche Grenzen für die Anpassung an den Klimawandel und steigende Klimarisiken angegangen und gleichzeitig einige damit verbundene Verluste und Schäden abgewendet, insbesondere in gefährdeten Entwicklungsländern (hohes Vertrauen). Eine verstärkte Mobilisierung und ein verbesserter Zugang zu Finanzmitteln sowie der Aufbau von Kapazitäten sind für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und zur Verringerung von Anpassungslücken angesichts steigender Risiken und Kosten, insbesondere für die am stärksten gefährdeten Gruppen, Regionen und Sektoren (hohes Vertrauen), von entscheidender Bedeutung. Die öffentlichen Finanzen sind ein wichtiger Faktor für Anpassung und Eindämmung und können auch private Finanzmittel mobilisieren (hohes Vertrauen). Die Anpassungsfinanzierung kommt überwiegend aus öffentlichen Quellen, und öffentliche Mechanismen und Finanzmittel können die Finanzierung des Privatsektors mobilisieren, indem reale und wahrgenommene regulatorische, Kosten- und Marktbarrieren angegangen werden, beispielsweise durch öffentlich-private Partnerschaften (hohes Vertrauen). Finanzielle und technologische Ressourcen ermöglichen eine wirksame und kontinuierliche Umsetzung der Anpassung, insbesondere wenn sie von Institutionen mit einem ausgeprägten Verständnis des Anpassungsbedarfs und der Anpassungsfähigkeit (hohes Vertrauen) unterstützt werden. Die durchschnittlichen jährlichen modellierten Minderungsinvestitionsanforderungen für 2020 bis 2030 in Szenarien, die die Erwärmung auf 2 °C oder 1,5 °C begrenzen, sind um den Faktor drei bis sechs höher als das derzeitige Niveau, und die gesamten Minderungsinvestitionen (öffentlich, privat, national und international) müssten in allen Sektoren und Regionen zunehmen (mittleres Vertrauen). Selbst wenn umfassende globale Klimaschutzbemühungen umgesetzt werden, wird ein großer Bedarf an finanziellen, technischen und personellen Ressourcen für die Anpassung bestehen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.5, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII 15.2} (Abschnitte 2.3.2, 2.3.3, 4.4, Abbildung 4.6)

Angesichts der Größe des globalen Finanzsystems gibt es genügend globales Kapital und Liquidität, um globale Investitionslücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse für die Umlenkung von Kapital in Klimaschutzmaßnahmen sowohl innerhalb als auch außerhalb des globalen Finanzsektors und vor dem Hintergrund wirtschaftlicher Anfälligkeit und Verschuldung, mit denen viele Entwicklungsländer konfrontiert sind (hohes Vertrauen). Zu den Optionen für Verschiebungen bei der privaten Finanzierung gehören eine bessere Bewertung klimabezogener Risiken und

¹⁵⁷ Finanzen können aus verschiedenen Quellen stammen, einzeln oder in Kombination: öffentliche oder private, lokale, nationale oder internationale, bilaterale oder multilaterale und alternative Quellen (z. B. philanthropische, CO₂-Kompensationen). Dies kann in Form von Zuschüssen, technischer Hilfe, Darlehen (konzessionell und nichtkonzessionell), Anleihen, Eigenkapital, Risikoversicherungen und Finanzgarantien (verschiedener Art) erfolgen.

Investitionsmöglichkeiten innerhalb des Finanzsystems, die Verringerung sektoraler und regionaler Diskrepanzen zwischen dem verfügbaren Kapital- und Investitionsbedarf, die Verbesserung der Risiko-Rendite-Profile von Klimainvestitionen und die Entwicklung institutioneller Kapazitäten und lokaler Kapitalmärkte. Zu den makroökonomischen Hindernissen gehören unter anderem die Verschuldung und die wirtschaftliche Anfälligkeit der Entwicklungsregionen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3}

Die Ausweitung der Finanzströme erfordert klare Signale seitens der Regierungen und der internationalen Gemeinschaft (hohes Vertrauen). Die nachverfolgten Finanzströme bleiben hinter dem Niveau zurück, das für die Anpassung an den Klimawandel und die Erreichung der Klimaschutzziele in allen Sektoren und Regionen erforderlich ist (hohes Vertrauen). Diese Lücken schaffen viele Chancen, und die Herausforderung, Lücken zu schließen, ist in Entwicklungsländern am größten (hohes Vertrauen). Dazu gehören eine stärkere Angleichung der öffentlichen Finanzen, der Abbau realer und wahrgenommener regulatorischer, Kosten- und Marktbarrieren sowie ein höheres Niveau der öffentlichen Finanzen, um die mit emissionsarmen Investitionen verbundenen Risiken zu verringern. Vorabrisiken schrecken wirtschaftlich solide Projekte mit geringem CO₂-Ausstoß ab, und die Entwicklung lokaler Kapitalmärkte ist eine Option. Anleger, Finanzintermediäre, Zentralbanken und Finanzaufsichtsbehörden können die systemische Unterbewertung klimabedingter Risiken verschieben. Eine solide Kennzeichnung von Anleihen und Transparenz sind erforderlich, um Sparer anzuziehen. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6.1, WGIII 15.6.2, WGIII 15.6.7}

Die größten Finanzierungslücken und Chancen für den Klimaschutz bestehen in Entwicklungsländern (hohes Vertrauen). Die beschleunigte Unterstützung durch Industrieländer und multilaterale Institutionen ist ein entscheidender Faktor für die Verbesserung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen und kann Ungleichheiten im Finanzwesen, einschließlich der Kosten, Bedingungen und wirtschaftlichen Anfälligkeit für den Klimawandel, angehen. Eine Aufstockung der öffentlichen Zuschüsse für Klimaschutz- und Anpassungsfinanzierungen für gefährdete Regionen, z. B. in Subsahara-Afrika, wäre kosteneffizient und hätte hohe soziale Erträge in Bezug auf den Zugang zu Grundenergie. Zu den Optionen für die Ausweitung des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel in Entwicklungsländern gehören: höhere öffentliche Finanzen und öffentlich mobilisierte private Finanzierungsströme aus Industrieländern in Entwicklungsländer im Zusammenhang mit dem Ziel des Übereinkommens von Paris, 100 Mrd. USD pro Jahr zu erreichen; den Einsatz öffentlicher Garantien zu verstärken, um Risiken zu verringern und private Ströme zu geringeren Kosten zu mobilisieren; Entwicklung der lokalen Kapitalmärkte; und Stärkung des Vertrauens in internationale Kooperationsprozesse. Eine koordinierte Anstrengung, um die Erholung nach der Pandemie durch verstärkte Finanzierungsströme in diesem Jahrzehnt langfristig tragfähig zu machen, kann den Klimaschutz beschleunigen, auch in Entwicklungsländern, die mit hohen Schuldenkosten, Schuldenkrisen und makroökonomischer Unsicherheit konfrontiert sind. (hohes Vertrauen) {WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.6.5, WGII SPM D.2, WGII TS.D.10.2; WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.6.4, WGIII Box TS.1, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

4.8.2. Internationale Zusammenarbeit und Koordinierung

Die internationale Zusammenarbeit ist ein entscheidender Faktor, um ehrgeizige Klimaschutzziele und eine klimaresiliente Entwicklung (hohes Vertrauen) zu erreichen. Eine klimaresiliente Entwicklung wird durch eine verstärkte internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich der Mobilisierung und Verbesserung des Zugangs zu Finanzmitteln, insbesondere für Entwicklungsländer, gefährdete Regionen, Sektoren und Gruppen, und der Abstimmung der Finanzierungsströme für Klimaschutzmaßnahmen auf das Ambitionsniveau und den Finanzierungsbedarf (hohes Vertrauen). Während vereinbarte Prozesse und Ziele, wie die des UNFCCC, des Kyoto-Protokolls und des Übereinkommens von Paris, helfen (Abschnitt 2.2.1), wird die Unterstützung der Entwicklungsländer beim internationalen Finanz-, Technologie- und Kapazitätsaufbau eine stärkere Umsetzung und ehrgeizigere Maßnahmen ermöglichen (mittleres Vertrauen). Durch die Integration von Gerechtigkeit und Klimagerechtigkeit können nationale und internationale Strategien dazu beitragen, den Wandel hin zu Nachhaltigkeit zu erleichtern, insbesondere durch die Mobilisierung und Verbesserung des Zugangs zu Finanzmitteln für gefährdete Regionen, Sektoren und Gemeinschaften (hohes Vertrauen). Die internationale Zusammenarbeit und Koordinierung, einschließlich kombinierter Politikpakete, kann besonders wichtig für Nachhaltigkeitsübergänge in emissionsintensiven und stark gehandelten Grundstoffindustrien sein, die dem internationalen Wettbewerb ausgesetzt sind (hohes Vertrauen). Die große Mehrheit der Studien zur Emissionsmodellierung geht von einer bedeutenden internationalen Zusammenarbeit aus, um Finanzströme zu sichern und Ungleichheits- und Armutprobleme auf Wegen zur Begrenzung der globalen Erwärmung anzugehen. Bei den modellierten Auswirkungen der Abschwächung auf das BIP gibt es große Unterschiede zwischen den Regionen, die insbesondere von der Wirtschaftsstruktur, der regionalen Emissionsreduktion, der Politikgestaltung und dem Niveau der internationalen Zusammenarbeit (hohes Vertrauen) abhängen. Verzögerte globale Zusammenarbeit erhöht die politischen Kosten in allen Regionen (hohes Vertrauen). {WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM C5.4, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM E.6, WGIII SPM E.6.1, WGIII E.5.4, WGIII TS.4.2, WGIII TS.6.2; SR1.5 SPM D.6.3, SR1.5 SPM D.7, SR1.5 SPM D.7.3}

Der grenzüberschreitende Charakter vieler Risiken des Klimawandels (z. B. für Lieferketten, Märkte und natürliche Ressourcenströme in den Bereichen Lebensmittel, Fischerei, Energie und Wasser sowie Konfliktpotenzial) erhöht den

Bedarf an klimainformierter grenzüberschreitender Verwaltung, Zusammenarbeit, Reaktionen und Lösungen durch multinationale oder regionale Governance-Prozesse (hohes Vertrauen). Multilaterale Governance-Bemühungen können dazu beitragen, umstrittene Interessen, Weltanschauungen und Werte in Bezug auf die Bekämpfung des Klimawandels miteinander in Einklang zu bringen. Internationale Umwelt- und sektorale Abkommen und in einigen Fällen Initiativen können dazu beitragen, niedrige THG-Investitionen anzuregen und die Emissionen (z. B. Ozonabbau, grenzüberschreitende Luftverschmutzung und atmosphärische Quecksilberemissionen) zu verringern. Verbesserungen der nationalen und internationalen Governance-Strukturen würden die Dekarbonisierung der Schifffahrt und des Luftverkehrs durch den Einsatz emissionsarmer Kraftstoffe weiter ermöglichen, beispielsweise durch strengere Standards für Effizienz und CO₂-Intensität. Transnationale Partnerschaften können auch die Politikentwicklung, die Verbreitung emissionsarmer Technologien, die Emissionsreduzierung und die Anpassung an den Klimawandel fördern, indem sie subnationale und andere Akteure, einschließlich Städte, Regionen, Nichtregierungsorganisationen und Einrichtungen des Privatsektors, miteinander vernetzen und die Interaktion zwischen staatlichen und nichtstaatlichen Akteuren verbessern, auch wenn weiterhin Unsicherheiten in Bezug auf ihre Kosten, ihre Durchführbarkeit und ihre Wirksamkeit bestehen. Internationale Umwelt- und sektorale Abkommen, Institutionen und Initiativen tragen dazu bei und können in einigen Fällen dazu beitragen, Investitionen in niedrige Treibhausgasemissionen anzuregen und Emissionen zu reduzieren. (mittleres Vertrauen) {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.5.6, WGII TS.E.5.4, WGII TS.E.5.5; WGIII SPM C.8.4, WGIII SPM E.6.3, WGIII SPM E.6.4, WGIII SPM E.6.4, WGIII TS.5.3}

Höhere Minderungsinvestitionen für alle Sektoren und Regionen erforderlich, um die Erderwärmung zu begrenzen

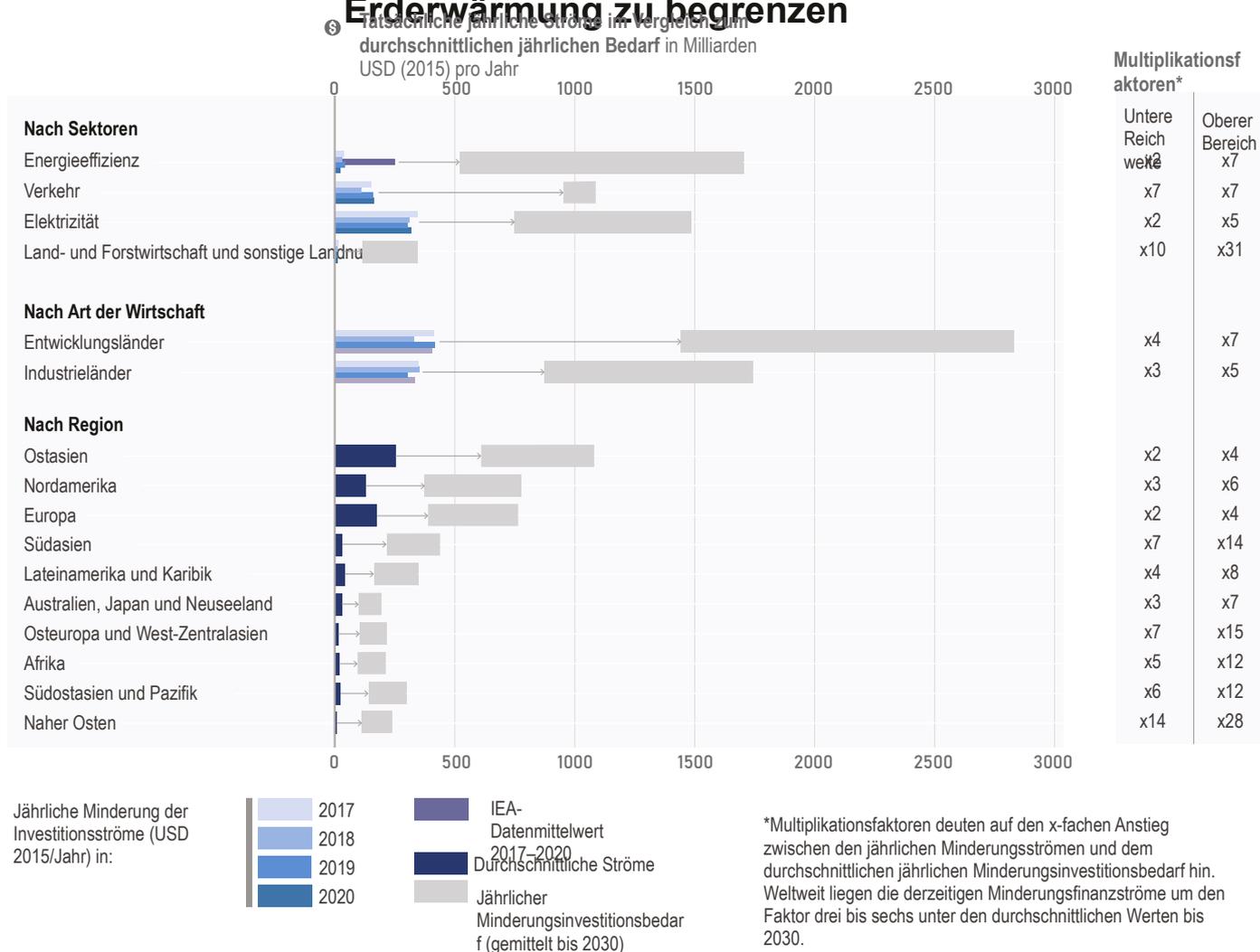


Abbildung 4.6: Aufschlüsselung der durchschnittlichen Minderungsinvestitionen und des Investitionsbedarfs bis 2030 (in Mrd. USD).

Minderung der Investitionsströme und des Investitionsbedarfs nach Sektoren (Energieeffizienz, Verkehr, Elektrizität sowie Land- und Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung), nach Wirtschaftsbereichen und Regionen (siehe WGIII Anhang II Teil I Abschnitt 1 für die Klassifikationssysteme für Länder und Gebiete). Die blauen Balken zeigen Daten zu Minderungsinvestitionen für vier Jahre: 2017, 2018, 2019 und 2020 nach Sektor und Wirtschaftsart. Für die regionale Aufschlüsselung werden die durchschnittlichen jährlichen Minderungsinvestitionsströme für den Zeitraum 2017–2019 dargestellt. Die grauen Balken zeigen das minimale und maximale Niveau des globalen jährlichen Minderungsinvestitionsbedarfs in den bewerteten Szenarien. Dies wurde bis 2030 gemittelt. Die Multiplikationsfaktoren zeigen das Verhältnis zwischen dem weltweiten durchschnittlichen Investitionsbedarf für eine frühzeitige Eindämmung (gemittelt bis 2030) und den derzeitigen jährlichen Eindämmungsströmen (gemittelt für den Zeitraum 2017/18–2020). Der niedrigere Multiplikationsfaktor bezieht sich auf das untere Ende der Bandbreite des Investitionsbedarfs. Der obere Multiplikationsfaktor bezieht sich auf den oberen Bereich des Investitionsbedarfs. Angesichts der Vielzahl von Quellen und des Fehlens harmonisierter Methoden können die Daten nur berücksichtigt werden, wenn sie auf den Umfang und das Muster des Investitionsbedarfs hindeuten. {WGIII Abbildung TS.25, WGIII 15.3, WGIII 15.4, WGIII 15.5, WGIII Tabelle 15.2, WGIII Tabelle 15.3, WGIII Tabelle 15.4}

4.8.3. Technologieinnovation, -akzeptanz, -diffusion und -transfer

Die Verbesserung von Technologieinnovationssystemen kann Möglichkeiten bieten, das Emissionswachstum zu senken und soziale und ökologische Nebeneffekte zu schaffen. Maßnahmenpakete, die auf die nationalen Gegebenheiten und technologischen Merkmale zugeschnitten sind, haben emissionsarme Innovationen und die Verbreitung von Technologien wirksam unterstützt. Die Unterstützung erfolgreicher kohlenstoffarmer technologischer Innovationen umfasst öffentliche Maßnahmen wie Ausbildung und F&E, ergänzt durch regulatorische und marktbasierende Instrumente, die Anreize und Marktchancen wie Leistungsnormen für Geräte und Bauvorschriften schaffen. (hohes Vertrauen) {WGIII

SPM B.4, WGIII SPM B.4.4, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E.4.4} Internationale Zusammenarbeit in den Bereichen Innovationssysteme und Technologieentwicklung und -transfer in Verbindung mit Kapazitätsaufbau, Wissensaustausch sowie technischer und finanzieller Unterstützung kann die weltweite Verbreitung von Minderungstechnologien, -praktiken und -strategien beschleunigen und diese mit anderen Entwicklungszielen in Einklang bringen (hohes Vertrauen). Die Choice-Architektur kann Endbenutzern dabei helfen, Technologien und Optionen mit geringem GG-Gehalt (hohes Vertrauen) zu nutzen. Die Einführung emissionsarmer Technologien hinkt in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, zurück, was zum Teil auf schwächere Rahmenbedingungen zurückzuführen ist, darunter begrenzte Finanzierung, Technologieentwicklung und -transfer und Kapazitätsaufbau (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM E.6.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII 16.5}

Internationale Zusammenarbeit im Bereich Innovation funktioniert am besten, wenn sie auf lokale Wertschöpfungsketten zugeschnitten ist und für diese von Vorteil ist, wenn Partner gleichberechtigt zusammenarbeiten und wenn der Aufbau von Kapazitäten ein integraler Bestandteil der Bemühungen ist (mittleres Vertrauen). {WGIII SPM E.4.4, WGIII SPM E.6.2}

Technologische Innovation kann Kompromisse haben, die externe Effekte wie neue und größere Umweltauswirkungen und soziale Ungleichheiten umfassen; Rebound-Effekte, die zu geringeren Nettoemissionsreduktionen oder sogar Emissionssteigerungen führen; und übermäßige Abhängigkeit von ausländischem Wissen und Anbietern (hohes Vertrauen). Angemessen konzipierte Strategien und Governance haben dazu beigetragen, Verteilungseffekte und Rebound-Effekte (hohes Vertrauen) anzugehen. Beispielsweise können digitale Technologien durch Koordinierung und wirtschaftliche Verlagerung auf Dienstleistungen (hohes Vertrauen) große Steigerungen der Energieeffizienz fördern. Die gesellschaftliche Digitalisierung kann jedoch zu einem höheren Verbrauch von Gütern und Energie und zu mehr Elektroschrott führen sowie sich negativ auf die Arbeitsmärkte auswirken und die Ungleichheiten zwischen und innerhalb der Länder verschärfen (mittleres Vertrauen). Die Digitalisierung erfordert eine angemessene Governance und Politik, um das Minderungspotenzial zu erhöhen (hohes Vertrauen). Wirksame Maßnahmenpakete können dazu beitragen, Synergien zu erzielen, Kompromisse zu vermeiden und/oder Rebound-Effekte zu verringern: Dazu könnte eine Mischung aus Effizienzzielen, Leistungsstandards, Informationsbereitstellung, CO₂-Bepreisung, Finanzierung und technischer Hilfe (hohes Vertrauen) gehören. {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM E.4.4, WGIII TS 6.5, Kapitelübergreifender Kasten 11 der WGIII zur Digitalisierung in Kapitel 16}

Der Technologietransfer zur Ausweitung der Nutzung digitaler Technologien für die Überwachung der Landnutzung, eine nachhaltige Landbewirtschaftung und eine verbesserte landwirtschaftliche Produktivität trägt dazu bei, die Emissionen aus Entwaldung und Landnutzungsänderungen zu verringern und gleichzeitig die Treibhausgasbilanzierung und -standardisierung zu verbessern (mittleres Vertrauen). {SRCCL SPM C.2.1, SRCCL SPM D.1.2, SRCCL SPM D.1.4, SRCCL 7.4.4, SRCCL 7.4.6}

4.9 Integration von kurzfristigen Maßnahmen sektor- und systemübergreifend

Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Nutzen von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen werden erhöht, wenn systemübergreifende sektorübergreifende Lösungen durchgeführt werden. Wenn solche Optionen mit umfassenderen Zielen für nachhaltige Entwicklung kombiniert werden, können sie größere Vorteile für das menschliche Wohlergehen, soziale Gerechtigkeit und Gerechtigkeit sowie die Gesundheit von Ökosystemen und Planeten bringen. (hohes Vertrauen)

Klimaresiliente Entwicklungsstrategien, die das Klima, die Ökosysteme und die biologische Vielfalt sowie die menschliche Gesellschaft als Teile eines integrierten Systems behandeln, sind am effektivsten (hohes Vertrauen). Mensch und Ökosystem sind voneinander abhängig (hohes Vertrauen). Eine klimaresiliente Entwicklung wird ermöglicht, wenn Entscheidungsprozesse und -maßnahmen sektorübergreifend integriert werden (sehr hohes Vertrauen). Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung und Fortschritte bei der Verwirklichung dieser Ziele verbessern die Aussichten für eine klimaresiliente Entwicklung. Entscheidungen und Maßnahmen, die Menschen und Ökosysteme als integriertes System behandeln, bauen auf vielfältigem Wissen über Klimarisiken, gerechte, gerechte und integrative Ansätze und Ökosystemverantwortung auf. {WGII SPM B.2, WGII Abbildung SPM.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D2.1, WGII SPM 2.2, WGII SPM D4, WGII SPM D4.1, WGII SPM D4.2, WGII SPM D5.2, WGII Abbildung SPM.5}

Ansätze, die Ziele und Maßnahmen branchenübergreifend aufeinander abstimmen, bieten Chancen für vielfältige und groß angelegte Vorteile und vermeiden kurzfristig Schäden. Solche Maßnahmen können auch durch Kaskadeneffekte zwischen den Sektoren (mittleres Vertrauen) größere Vorteile erzielen. Beispielsweise kann die Möglichkeit, Flächen sowohl für die Landwirtschaft als auch für die zentrale Solarproduktion zu nutzen, zunehmen, wenn solche Optionen kombiniert werden (hohes Vertrauen). Ebenso können integrierte Verkehrs- und Energieinfrastrukturplanungen und -operationen zusammen die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen der Dekarbonisierung des Verkehrs- und Energiesektors verringern (hohes Vertrauen). Die Umsetzung von Paketen mehrerer städtebaulicher Minderungsstrategien kann sich sektorübergreifend kaskadierend auswirken und die THG-Emissionen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Verwaltungsgrenzen einer Stadt verringern (sehr hohes Vertrauen). Integrierte Entwurfsansätze für den Bau und die Nachrüstung von Gebäuden liefern zunehmend Beispiele für Nullenergie- oder Null-Kohlenstoff-Gebäude in mehreren Regionen. Um Fehlanpassungen zu minimieren, fördert eine sektorübergreifende, akteurübergreifende und inklusive Planung mit flexiblen Wegen Maßnahmen mit geringem Bedauern und rechtzeitigen Maßnahmen, die Optionen offen halten, Vorteile in mehreren Sektoren und Systemen sicherstellen und den verfügbaren Lösungsraum für die Anpassung an den langfristigen Klimawandel vorschlagen (sehr hohes Vertrauen). Zielkonflikte in Bezug auf Beschäftigung, Wassernutzung, Landnutzungswettbewerb und biologische Vielfalt sowie den Zugang zu und die Erschwinglichkeit von Energie, Lebensmitteln und Wasser können durch gut umgesetzte landgestützte Minderungsoptionen vermieden werden, insbesondere solche, die bestehende nachhaltige Landnutzungen und Landrechte nicht gefährden, mit Rahmen für die integrierte Umsetzung politischer Maßnahmen (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.5, WGIII SPM E.1.2}

Eindämmung und Anpassung, wenn sie gemeinsam umgesetzt und mit umfassenderen Zielen für nachhaltige Entwicklung kombiniert werden, würden vielfältige Vorteile für das menschliche Wohlergehen sowie für die Gesundheit der Ökosysteme und des Planeten bringen (hohes Vertrauen). Das Spektrum solcher positiven Wechselwirkungen ist in der Landschaft der kurzfristigen Klimapolitik über Regionen, Sektoren und Systeme hinweg von Bedeutung. Beispielsweise können AFOLU-Minderungsmaßnahmen in den Bereichen Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, wenn sie nachhaltig umgesetzt werden, zu einer Verringerung und einem Abbau von Treibhausgasemissionen in großem Maßstab führen, die gleichzeitig der biologischen Vielfalt, der Ernährungssicherheit, der Holzversorgung und anderen Ökosystemleistungen zugutekommen, aber verzögerte Minderungsmaßnahmen in anderen Sektoren nicht vollständig ausgleichen können. Anpassungsmaßnahmen an Land, Ozeane und Ökosysteme können ebenfalls weitreichende Vorteile für die Ernährungssicherheit, Ernährung, Gesundheit und Wohlbefinden, Ökosysteme und die biologische Vielfalt haben. Ebenso sind städtische Systeme kritische, miteinander verbundene Standorte für eine klimaresiliente Entwicklung; Stadtpolitik, die mehrere Interventionen durchführt, kann mit Gerechtigkeit und menschlichem Wohlergehen zu Anpassungs- oder Minderungsgewinnen führen. Integrierte Maßnahmenpakete können die Integration von Erwägungen der Gerechtigkeit, der Gleichstellung der Geschlechter und der Gerechtigkeit verbessern. Koordinierte sektorübergreifende Strategien und Planungen können Synergien maximieren und Kompromisse zwischen Eindämmung und Anpassung vermeiden oder verringern. Wirksame Maßnahmen in allen oben genannten Bereichen erfordern kurzfristiges politisches Engagement und Folgemaßnahmen, soziale Zusammenarbeit, Finanzen und stärker integrierte sektorübergreifende Strategien sowie Unterstützung und Maßnahmen. (hohes Vertrauen). {WGII SPM C.1, WG II SPM C.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.3.3, WGII Abbildung SPM.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2.4, WGIII Abbildung SPM.8, WGIII TS.7, WGIII TS Abbildung TS.29: SRCCL ES 7.4.8, SRCCL SPM B.6} (3.4, 4.4)

Anhänge

Anhang 1 – Glossar

Redaktionsteam

Andy Reisinger (Neuseeland), Diego Cammarano (Italien), Andreas Fischlin (Schweiz), Jan S. Fuglestad (Norwegen), Gerrit Hansen (Deutschland), Yonghun Jung (Republik Korea), Chloé Ludden (Deutschland/Frankreich), Valérie Masson-Delmotte (Frankreich), J.B. Robin Matthews (Frankreich/Vereinigtes Königreich), Katja Mintenbeck (Deutschland), Dan Jezreel Orendain (Philippinen/Belgien), Anna Pirani (Italien), Elvira Poloczanska (UK/Australien), José Romero (Schweiz)

Dieser Anhang sollte wie folgt zitiert werden: IPCC, 2023: Anhang I: Glossar [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestad, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K. Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska und J. Romero (Hrsg.)]. In: Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Core Writing Team, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 119-130, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

Dieses prägnante Synthesis Report (SYR) Glossar definiert ausgewählte Schlüsselbegriffe, die in diesem Bericht verwendet werden und aus den Glossaren der drei Beiträge der Arbeitsgruppe zum AR6 stammen. Ein umfassenderer, harmonisierter Satz von Definitionen für Begriffe, die in diesem SYR und den drei Berichten der AR6-Arbeitsgruppe verwendet werden, ist im IPCC-Online-Glossar verfügbar: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Die Leser werden gebeten, auf dieses umfassende Online-Glossar für Definitionen von Begriffen technischer Art und für wissenschaftliche Referenzen, die für einzelne Begriffe relevant sind, zu verweisen. Kursive Wörter zeigen an, dass der Begriff in diesem oder / und dem Online-Glossar definiert ist. Subterms erscheinen kursiv unter den Hauptbegriffen. (*in diesem Dokument nicht verfügbar)

Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung

Eine UN-Resolution vom September 2015 zur Annahme eines Aktionsplans für Menschen, Planeten und Wohlstand in einem neuen globalen Entwicklungsrahmen, der in 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung verankert ist.

Abrupter Klimawandel

Eine groß angelegte abrupte Veränderung des Klimasystems, die sich über einige Jahrzehnte oder weniger vollzieht, mindestens einige Jahrzehnte andauert (oder voraussichtlich andauert) und erhebliche Auswirkungen auf menschliche und/oder natürliche Systeme hat. Siehe auch: Abrupte Veränderung, Tipping Point.

Anpassung

In menschlichen Systemen der Prozess der Anpassung an das tatsächliche oder erwartete Klima und seine Auswirkungen, um Schaden zu mäßigen oder vorteilhafte Chancen zu nutzen. In natürlichen Systemen der Prozess der Anpassung an das tatsächliche Klima und seine Auswirkungen; Ein menschliches Eingreifen kann die Anpassung an das erwartete Klima und seine Auswirkungen erleichtern. Siehe auch: Anpassungsoptionen, Anpassungsfähigkeit, Maladaptive Aktionen (Maladaptation).

Anpassungslücke

Der Unterschied zwischen tatsächlich umgesetzter Anpassung und einem gesellschaftlich festgelegten Ziel, das weitgehend durch Präferenzen im Zusammenhang mit tolerierten Auswirkungen des Klimawandels bestimmt wird und Ressourcenbeschränkungen und konkurrierende Prioritäten widerspiegelt.

Anpassungsgrenzen

Der Punkt, an dem die Ziele (oder Systembedürfnisse) eines Akteurs nicht durch adaptive Maßnahmen vor untragbaren Risiken gesichert werden können.

- Harte Anpassungsgrenze - Es sind keine adaptiven Maßnahmen möglich, um unerträgliche Risiken zu vermeiden.
- Weiche Anpassungsgrenze - Optionen können existieren, sind aber derzeit nicht verfügbar, um untragbare Risiken durch adaptive Maßnahmen zu vermeiden.

Transformationale Anpassung

Anpassung, die die grundlegenden Eigenschaften eines sozial-ökologischen Systems in Antizipation des Klimawandels und seiner Auswirkungen verändert.

Aerosol

Eine Suspension von luftgetragenen festen oder flüssigen Partikeln mit einer typischen Partikelgröße im Bereich von wenigen Nanometern bis zu mehreren Dutzend Mikrometern und atmosphärischen Lebensdauern von bis zu mehreren Tagen in der Troposphäre und bis zu Jahren in der Stratosphäre. Der Begriff Aerosol, der sowohl die Partikel als auch das Schwebegas umfasst, wird in diesem Bericht häufig in seiner Pluralform als „Aerosolpartikel“ verwendet. Aerosole können entweder natürlichen oder anthropogenen Ursprungs in der Troposphäre sein; Stratosphären-Aerosole stammen hauptsächlich aus Vulkanausbrüchen. Aerosole können einen wirksamen Strahlungsantrieb direkt durch Streuung und Absorption von Strahlung (Aerosol-Strahlungs-Wechselwirkung) und indirekt als Wolkenkondensationskerne oder eiskernende Partikel, die die Eigenschaften von Wolken beeinflussen (Aerosol-Wolken-Wechselwirkung), und bei der Ablagerung auf schnee- oder eisbedeckten Oberflächen verursachen. Atmosphärische Aerosole können entweder als primäre Partikel emittiert oder in der Atmosphäre aus gasförmigen Vorläufern gebildet werden (Sekundärproduktion). Aerosole können aus Meersalz, organischem Kohlenstoff, Ruß (BC), mineralischen Arten (hauptsächlich Wüstenstaub), Sulfat, Nitrat und Ammonium oder deren Mischungen bestehen. Siehe auch: Partikel (PM), Aerosol-Strahlungs-Wechselwirkung, kurzlebige Klimaantriebe (SLCF).

Aufforstung

Umwandlung in Wald von Land, das historisch keine Wälder enthielt. Siehe auch: Anthropogener Abbau, Kohlendioxidentfernung (CDR), Entwaldung, Verringerung der Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung (REDD+), Wiederaufforstung.

[Anmerkung: Für eine Diskussion des Begriffs Wald und verwandter Begriffe wie Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung siehe die IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006 und ihre Verfeinerung von 2019 sowie Informationen des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen]

Dürre in der Landwirtschaft

Siehe: Dürre.

Land- und Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung (AFOLU)

Im Zusammenhang mit den nationalen Treibhausgasinventaren im Rahmen des Übereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) ist AFOLU die Summe der Treibhausgasinventarsektoren Landwirtschaft und Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF); Einzelheiten finden sich in den IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006. Angesichts des Unterschieds bei der Schätzung des „anthropogenen“ Abbaus von Kohlendioxid (CO₂) zwischen den Ländern und der globalen Modellierungsgemeinschaft sind die landbezogenen Netto-Treibhausgasemissionen aus globalen Modellen, die in diesem Bericht enthalten sind, nicht unbedingt direkt mit LULUCF-Schätzungen in den nationalen Treibhausgasinventaren vergleichbar. Siehe auch: Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF), Landnutzungsänderungen (LUC).

Agroforstwirtschaft

Kollektiver Name für Landnutzungssysteme und -technologien, bei denen holzige Stauden (Bäume, Sträucher, Palmen, Bambus usw.) absichtlich auf denselben Landbewirtschaftungseinheiten wie landwirtschaftliche Nutzpflanzen und/oder Tiere in irgendeiner Form räumlicher Anordnung oder zeitlicher Abfolge verwendet werden. In Agroforstsystemen gibt es sowohl ökologische als auch ökonomische Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Komponenten. Agroforstwirtschaft kann auch als ein dynamisches, ökologisch basiertes Managementsystem für natürliche Ressourcen definiert werden, das durch die Integration von Bäumen auf landwirtschaftlichen Betrieben und in die Agrarlandschaft die Produktion diversifiziert und aufrechterhält, um den Landnutzern auf allen Ebenen einen erhöhten sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen zu bieten.

anthropogenen

die sich aus menschlichen Aktivitäten ergeben oder durch diese hervorgebracht werden.

Verhaltensänderung

In diesem Bericht bezieht sich Verhaltensänderung auf die Veränderung menschlicher Entscheidungen und Handlungen in einer Weise, die den Klimawandel abmildert und/oder die negativen Folgen der Auswirkungen des Klimawandels verringert.

Biodiversität

Biodiversität oder biologische Vielfalt die Variabilität zwischen lebenden Organismen aus allen Quellen, unter anderem Land-, Meeres- und anderen aquatischen Ökosystemen, und den ökologischen Komplexen, zu denen sie gehören; Dazu gehört die Vielfalt innerhalb der Arten, zwischen den Arten und der Ökosysteme. Siehe auch: Ökosystem, Ökosystemdienstleistungen.

Bioenergie

Energie, die aus irgendeiner Form von Biomasse oder ihren metabolischen Nebenprodukten gewonnen wird. Siehe auch: Biokraftstoff.

Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (BECCS)

Kohlendioxidabscheidungs- und -speicherungstechnologie (CCS), die auf eine Bioenergieanlage angewendet wird. Beachten Sie, dass abhängig von den Gesamtemissionen der BECCS-Lieferkette Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre entfernt werden kann. Siehe auch: Anthropogene Entnahmen, Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS), Kohlendioxidentfernung (CDR).

Blauer Kohlenstoff

Biologisch getriebene Kohlenstoffflüsse und -speicherung in marinen Systemen, die für das Management geeignet sind. Küstenblauer Kohlenstoff konzentriert sich auf verwurzelte Vegetation in der Küstenzone, wie Gezeitensümpfe, Mangroven und Seegras. Diese Ökosysteme haben hohe Kohlenstoffbegräbnisraten pro Flächeneinheit und reichern Kohlenstoff in ihren Böden und Sedimenten an. Sie bieten viele nicht klimatische Vorteile und können zur ökosystembasierten Anpassung beitragen. Wenn sie abgebaut werden oder verloren gehen, werden die Ökosysteme des blauen Kohlenstoffs an der Küste wahrscheinlich den größten Teil ihres Kohlenstoffs zurück in die Atmosphäre freisetzen. Derzeit wird über die Anwendung der

Konzept des blauen Kohlenstoffs für andere küstennahe und nicht küstennahe Prozesse und Ökosysteme, einschließlich des offenen Ozeans. Siehe auch: Ökosystemdienstleistungen, Sequestration.

Blaue Infrastruktur

Siehe: Infrastruktur

CO₂-Budget

Bezieht sich auf zwei Konzepte in der Literatur:

(1) eine Bewertung von Kohlenstoffkreislaufquellen und -senken auf globaler Ebene durch die Synthese von Nachweisen für Emissionen fossiler Brennstoffe und Zement, Emissionen und Abbau im Zusammenhang mit Landnutzung und Landnutzungsänderungen, ozeanische und natürliche Landquellen und -senken von Kohlendioxid (CO₂) und die daraus resultierende Änderung der atmosphärischen CO₂-Konzentration. Dies wird als globales CO₂-Budget bezeichnet. (2) die maximale Menge der kumulativen globalen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen, die dazu führen würde, dass die Erderwärmung mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit auf ein bestimmtes Niveau begrenzt wird, wobei die Auswirkungen anderer anthropogener Klimafaktoren zu berücksichtigen sind. Dies wird als Gesamt-CO₂-Budget bezeichnet, wenn es ab dem vorindustriellen Zeitraum ausgedrückt wird, und als verbleibendes CO₂-Budget, wenn es ab einem kürzlich festgelegten Datum ausgedrückt wird.

[Anmerkung 1: Die anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen sind anthropogene CO₂-Emissionen abzüglich des anthropogenen CO₂-Abbaus. Siehe auch: Kohlenstoffdioxid-Entfernung (CDR).

Anmerkung 2: Die maximale Menge der kumulierten globalen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen wird zu dem Zeitpunkt erreicht, zu dem die jährlichen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen Null erreichen.

Anmerkung 3: Das Ausmaß, in dem andere anthropogene Klimaantriebe als CO₂ das gesamte CO₂-Budget und das verbleibende CO₂-Budget beeinflussen, hängt von menschlichen Entscheidungen über das Ausmaß ab, in dem diese Antriebe gemildert werden, und ihre daraus resultierenden Klimaauswirkungen.

Anmerkung 4: Der Begriff des gesamten CO₂-Budgets und des verbleibenden CO₂-Budgets wird auch in Teilen der wissenschaftlichen Literatur und von einigen Einrichtungen auf regionaler, nationaler oder subnationaler Ebene angewendet. Die Verteilung der globalen Budgets auf einzelne Unternehmen und Emittenten hängt stark von Überlegungen zu Eigenkapital und anderen Werturteilen ab.]

Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS)

Ein Prozess, bei dem ein relativ reiner Strom von Kohlendioxid (CO₂) aus industriellen und energiebezogenen Quellen getrennt (gefangen), konditioniert, komprimiert und zur langfristigen Isolation von der Atmosphäre an einen Speicherort transportiert wird. Manchmal auch als CO₂-Abscheidung und -Speicherung bezeichnet. Siehe auch: Anthropogener Abbau, Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (BECCS), Kohlendioxidabscheidung und -nutzung (CCU), Kohlendioxidabscheidung (CDR), Sequestration.

CO₂-Entfernung (CDR)

Anthropogene Aktivitäten, die Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre entfernen und dauerhaft in geologischen, terrestrischen oder ozeanischen Reservoiren oder in Produkten speichern. Sie umfasst die bestehende und potenzielle anthropogene Verbesserung biologischer oder geochemischer CO₂-Senken und die direkte Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid in der Luft (DACCS), schließt jedoch die natürliche CO₂-Aufnahme aus, die nicht direkt durch menschliche Aktivitäten verursacht wird. Siehe auch: Aufforstung, anthropogener Abbau, Biokohle, Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (BECCS), Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS), Verbesserte Verwitterung, Alkalisierung der Ozeane / Verbesserung der Alkalität der Ozeane, Wiederaufforstung, Bodenkohlenstoffbindung (SCS).

Kaskadierende Auswirkungen

Kaskadierende Auswirkungen von extremen Wetter-/Klimaereignissen treten auf, wenn eine extreme Gefahr eine Folge von Sekundärereignissen in natürlichen und menschlichen Systemen erzeugt, die zu physischen, natürlichen, sozialen oder wirtschaftlichen Störungen führen, wobei die resultierenden Auswirkungen erheblich größer sind als die ursprünglichen Auswirkungen. Kaskadierende Auswirkungen sind komplex und mehrdimensional und hängen mehr mit dem Ausmaß der Anfälligkeit als mit dem der Gefahr zusammen.

Klima

Im engeren Sinne wird das Klima in der Regel als durchschnittliches Wetter definiert - oder strenger, als statistische Beschreibung in Bezug auf den Mittelwert und die Variabilität relevanter Größen - über einen Zeitraum von Monaten bis zu Tausenden oder Millionen von Jahren. Der klassische Zeitraum für die Mittelung dieser Variablen beträgt 30 Jahre, wie von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) definiert. Die relevanten Größen sind meist Oberflächenvariablen wie Temperatur, Niederschlag und Wind. Klima im weiteren Sinne ist der Zustand, einschließlich einer statistischen Beschreibung, des Klimasystems.

Klimawandel

Eine Veränderung des Klimazustands, die (z. B. durch statistische Tests) durch Veränderungen des Mittelwerts und/oder der Variabilität seiner Eigenschaften identifiziert werden kann und über einen längeren Zeitraum, typischerweise Jahrzehnte oder länger, anhält. Der Klimawandel kann auf natürliche interne Prozesse oder externe Antriebe wie Modulationen der Sonnenzyklen, Vulkanausbrüche und anhaltende anthropogene Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre oder in der Landnutzung zurückzuführen sein. Siehe auch: Klimavariabilität, Erkennung und Zuordnung, Erderwärmung, Natürliche (Klima-)Variabilität, Ozeanversauerung (OA).

[Beachten Sie, dass das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) in Artikel 1 den Klimawandel definiert als: „eine Änderung des Klimas, die direkt oder indirekt auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist, die die Zusammensetzung der globalen Atmosphäre verändern, und die zusätzlich zur natürlichen Klimavariabilität erfolgt, die über vergleichbare Zeiträume beobachtet wird“. Das UNFCCC unterscheidet daher zwischen dem Klimawandel, der auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist, die die atmosphärische Zusammensetzung verändern, und der Klimavariabilität, die auf natürliche Ursachen zurückzuführen ist.]

Klimaextrem (extremes Wetter oder Klimaereignis)

Das Auftreten eines Wertes einer Wetter- oder Klimavariablen oberhalb (oder unterhalb) eines Schwellenwerts in der Nähe der oberen (oder unteren) Enden des Bereichs der beobachteten Werte der Variablen. Per definitionem können die eigenschaften des sogenannten extremen wetters von ort zu ort im absoluten sinne variieren. Wenn ein Muster von extremem Wetter für einige Zeit anhält, wie eine Jahreszeit, kann es als ein extremes Klimaereignis klassifiziert werden, besonders wenn es einen Durchschnitt oder eine Summe ergibt, die selbst extrem ist (z.B. hohe Temperatur, Dürre oder starke Niederschläge über eine Saison). Der Einfachheit halber werden sowohl extreme Wetterereignisse als auch extreme Klimaereignisse gemeinsam als „Klimaextreme“ bezeichnet.

Klimafinanzierung

Eine einheitliche Definition der Klimafinanzierung gibt es nicht. Der Begriff „Klimafinanzierung“ wird auf die Finanzmittel angewandt, die von allen öffentlichen und privaten Akteuren auf globaler und lokaler Ebene für die Bekämpfung des Klimawandels bereitgestellt werden,

einschließlich internationaler Finanzströme in Entwicklungsländer, um sie bei der Bekämpfung des Klimawandels zu unterstützen. Die Klimafinanzierung zielt darauf ab, die Netto-Treibhausgasemissionen zu reduzieren und/oder die Anpassung zu verbessern und die Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen des derzeitigen und des prognostizierten Klimawandels zu erhöhen. Die Finanzmittel können aus privaten und öffentlichen Quellen stammen, die von verschiedenen Intermediären bereitgestellt werden, und werden über eine Reihe von Instrumenten bereitgestellt, darunter Zuschüsse, konzessionäre und nichtkonzessionäre Schulden sowie interne Mittelumschichtungen.

Klima-Governance

Die Strukturen, Prozesse und Maßnahmen, mit denen private und öffentliche Akteure versuchen, den Klimawandel abzumildern und sich an ihn anzupassen.

Klimagerechtigkeit

Siehe: Gerechtigkeit.

Klimakompetenz

Klimakompetenz umfasst das Bewusstsein für den Klimawandel, seine anthropogenen Ursachen und Implikationen.

Klimaresiliente Entwicklung (CRD)

Klimaresiliente Entwicklung bezieht sich auf den Prozess der Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel, um eine nachhaltige Entwicklung für alle zu unterstützen.

Klimasensitivität

Die Änderung der Oberflächentemperatur als Reaktion auf eine Änderung der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration (CO₂) oder eines anderen Strahlungsantriebs. Siehe auch: Klima-Feedback-Parameter.

Gleichgewichtsklimasensitivität (ECS)

Die Gleichgewichtsänderung (Steady State) der Oberflächentemperatur nach einer Verdoppelung der atmosphärischen Kohlendioxid (CO₂)-Konzentration aus vorindustriellen Bedingungen.

Klimadienstleistungen

Klimadienstleistungen umfassen die Bereitstellung von Klimainformationen in einer Weise, die die Entscheidungsfindung unterstützt. Der Dienst umfasst ein angemessenes Engagement von Nutzern und Anbietern, beruht auf wissenschaftlich glaubwürdigen Informationen und Fachwissen, verfügt über einen wirksamen Zugangsmechanismus und entspricht den Bedürfnissen der Nutzer.

Klimasystem

Das globale System besteht aus fünf Hauptkomponenten: die Atmosphäre, die Hydrosphäre, die Kryosphäre, die Lithosphäre und die Biosphäre und die Wechselwirkungen zwischen ihnen. Das Klimasystem ändert sich in der Zeit unter dem Einfluss seiner eigenen inneren Dynamik und

aufgrund von äußeren Einflüssen wie Vulkanausbrüchen, Sonnenschwankungen, Orbitalantrieben und anthropogenen Einflüssen wie der sich ändernden Zusammensetzung der Atmosphäre und Landnutzungsänderungen.

Klima-Schlagschrauber (CID)

Physische Klimasystembedingungen (z.B. Mittel, Ereignisse, Extreme), die ein Element der Gesellschaft oder Ökosysteme beeinflussen. Abhängig von der Systemtoleranz können CIDs und ihre Änderungen schädlich, vorteilhaft, neutral oder eine Mischung aus jeweils wechselwirkenden Systemelementen und -regionen sein. Siehe auch: Gefahren, Auswirkungen, Risiken.

CO₂-Äquivalent (CO₂-Äquivalent)

Die Menge an Kohlendioxidemissionen (CO₂), die über einen bestimmten Zeithorizont eine äquivalente Wirkung auf ein bestimmtes Schlüsselmaß des Klimawandels haben würde, als emittierte Menge eines anderen Treibhausgases (THG) oder eines Gemischs anderer Treibhausgase. Für eine Mischung von Treibhausgasen wird sie durch Addition der CO₂-Äquivalentemissionen jedes Gases erhalten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten und Zeithorizonte, um solche äquivalenten Emissionen zu berechnen (siehe Treibhausgasemissionsmetrik). CO₂-Äquivalentemissionen werden häufig verwendet, um die Emissionen verschiedener Treibhausgase zu vergleichen, sollten aber nicht so verstanden werden, dass diese Emissionen bei allen wichtigen Maßnahmen des Klimawandels eine gleichwertige Wirkung haben.

[Anmerkung: Gemäß dem Pariser Regelwerk [Beschluss 18/CMA.1, Anhang, Rn. 37] haben sich die Parteien darauf geeinigt, GWP100-Werte aus dem IPCC AR5 oder GWP100-Werte aus einem nachfolgenden IPCC-Bewertungsbericht zu verwenden, um aggregierte Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen zu melden. Darüber hinaus können die Parteien andere Metriken verwenden, um zusätzliche Informationen über die aggregierten Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen zu melden.]

Kombinierte Wetter- und Klimaereignisse

Die Begriffe „compound events“, „compound extremes“ und „compound extreme events“ werden in der Literatur und in diesem Bericht synonym verwendet und beziehen sich auf die Kombination mehrerer Faktoren und/oder Gefahren, die zu gesellschaftlichen und/oder Umweltrisiken beitragen.

Entwaldung

Umwandlung von Wald in Nicht-Wald. Siehe auch: Aufforstung, Wiederaufforstung, Verringerung der Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung (REDD+).

[Anmerkung: Für eine Diskussion des Begriffs Wald und verwandter Begriffe wie Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung siehe die IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006 und ihre Verfeinerung von 2019 sowie Informationen des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen]

Nachfrageseitige Maßnahmen

Strategien und Programme zur Beeinflussung der Nachfrage nach Waren und/oder Dienstleistungen. Im Energiesektor zielen nachfrageseitige Minderungsmaßnahmen darauf ab, die Menge der emittierten Treibhausgasemissionen pro genutzter Energiedienstleistungseinheit zu verringern.

Industrieländer / Entwicklungsländer (Industrieländer / Industrieländer / Entwicklungsländer)

Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen zur Kategorisierung von Ländern auf der Grundlage ihres Entwicklungsstands und zur Definition von Begriffen wie industrialisiert, entwickelt oder entwickelt. In diesem Bericht werden mehrere Kategorisierungen verwendet. (1) Im System der Vereinten Nationen (VN) gibt es keine etablierte Konvention zur Ausweisung von Industrie- und Entwicklungsländern oder -gebieten. (2) Die Statistikabteilung der Vereinten Nationen legt die entwickelten und sich entwickelnden Regionen auf der Grundlage der gängigen Praxis fest. Darüber hinaus werden bestimmte Länder als am wenigsten entwickelte Länder, Binnenentwicklungsländer, kleine Inselentwicklungsländer (SIDS) und Übergangsländer bezeichnet. Viele Länder erscheinen in mehr als einer dieser Kategorien. (3) Die Weltbank verwendet Einkommen als Hauptkriterium für die Klassifizierung von Ländern als niedriges, unteres mittleres, oberes mittleres und hohes Einkommen. (4) Das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) aggregiert Indikatoren für Lebenserwartung, Bildungsstand und Einkommen in einem einzigen zusammengesetzten Index für die menschliche Entwicklung (HDI), um Länder als niedrig, mittel, hoch oder sehr hoch einzustufen menschliche Entwicklung.

Entwicklungspfade

Siehe: Wege.

Katastrophenrisikomanagement (DRM)

Verfahren zur Konzipierung, Umsetzung und Bewertung von Strategien, Strategien und Maßnahmen zur Verbesserung des Verständnisses des derzeitigen und künftigen Katastrophenrisikos, zur Förderung der Verringerung und des Transfers von Katastrophenrisiken und zur Förderung der kontinuierlichen Verbesserung der Verfahren für Katastrophenvorsorge, -prävention und -schutz, -reaktion und -wiederherstellung mit dem ausdrücklichen Ziel, die menschliche Sicherheit, das Wohlergehen, die Lebensqualität und die nachhaltige Entwicklung zu erhöhen.

Verdrängung (des Menschen)

Die unfreiwillige Bewegung von Personen aus ihrem Land oder ihrer Gemeinschaft, einzeln oder kollektiv, insbesondere aus Gründen bewaffneter Konflikte, ziviler Unruhen oder Naturkatastrophen oder von Menschen verursachter Katastrophen.

Dürre

Eine außergewöhnliche Zeit der Wasserknappheit für bestehende Ökosysteme und die menschliche Bevölkerung (aufgrund geringer Niederschläge, hoher Temperaturen und/oder Wind). Siehe auch: Pflanzenverdunstungsstress.

Landwirtschaftliche und ökologische Dürre

Je nach betroffenem Biom: eine Periode mit einem abnormalen Bodenfeuchtigkeitsdefizit, das auf einen kombinierten Mangel an Niederschlag und übermäßiger Evapotranspiration zurückzuführen ist und während der Vegetationsperiode die Pflanzenproduktion oder die Ökosystemfunktion im Allgemeinen beeinträchtigt.

Frühwarnsysteme (EWS)

Die technischen und institutionellen Kapazitäten zur Vorhersage, Vorhersage und Übermittlung zeitnaher und aussagekräftiger Warninformationen, die es Einzelpersonen, Gemeinschaften, verwalteten Ökosystemen und Organisationen, die von einer Gefahr bedroht sind, ermöglichen, sich darauf vorzubereiten, unverzüglich und angemessen zu handeln, um die Möglichkeit von Schäden oder Verlusten zu verringern. Je nach Kontext kann EWS auf wissenschaftliche und/oder indigene Kenntnisse und andere Wissenstypen zurückgreifen. FWS werden auch für ökologische Anwendungen in Betracht gezogen, z. B. für die Erhaltung, bei der die Organisation selbst nicht gefährdet ist, aber das zu schützende Ökosystem (z. B. Warnungen vor Korallenbleichen), in der Landwirtschaft (z. B. Warnungen vor starken Regenfällen, Dürren, Bodenfrost und Hagelstürmen) und in der Fischerei (z. B. Warnungen vor Sturm, Sturmflut und Tsunamis).

Ökologische Dürre

Siehe: Dürre.

Ökosystem

Ein Ökosystem ist eine funktionelle Einheit, die aus lebenden Organismen, ihrer nicht lebenden Umgebung und den Wechselwirkungen innerhalb und zwischen ihnen besteht. Die in einem bestimmten Ökosystem enthaltenen Komponenten und seine räumlichen Grenzen hängen vom Zweck ab, für den das Ökosystem definiert ist: In einigen Fällen sind sie relativ scharf, während sie in anderen Fällen diffus sind. Die Grenzen des Ökosystems können sich im Laufe der Zeit ändern. Ökosysteme sind in andere Ökosysteme eingebettet und ihre Größe kann von sehr klein bis zur gesamten Biosphäre reichen. In der heutigen Zeit enthalten die meisten Ökosysteme entweder Menschen als Schlüsselorganismen oder werden von den Auswirkungen menschlicher Aktivitäten in ihrer Umwelt beeinflusst. Siehe auch: Ökosystemgesundheit, Ökosystemdienstleistungen.

Ökosystembasierte Anpassung (EbA)

Nutzung von Ökosystemmanagementaktivitäten, um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen und die Anfälligkeit von Menschen und Ökosystemen gegenüber dem Klimawandel zu verringern. Siehe auch: Anpassung, naturbasierte Lösung (NbS).

Ökosystemdienstleistungen

Ökologische Prozesse oder Funktionen, die für Einzelpersonen oder die Gesellschaft insgesamt einen monetären oder nicht monetären Wert haben. Diese werden häufig als (1) unterstützende Dienstleistungen wie Produktivität oder Erhaltung der biologischen Vielfalt, (2) Bereitstellung von Dienstleistungen wie Lebensmittel oder Ballaststoffe, (3) Regulierung von Dienstleistungen wie Klimaregulierung oder Kohlenstoffbindung und (4) kulturelle Dienstleistungen wie Tourismus oder spirituelle und ästhetische Wertschätzung eingestuft. Siehe auch: Ökosystem, Ökosystemgesundheit, Beiträge der Natur zum Menschen (NCP).

Emissionsszenario

Siehe: Szenario

Emissionspfade

Siehe: Wege.

Voraussetzungen (für Anpassungs- und Minderungsoptionen)

Bedingungen, die die Durchführbarkeit von Anpassungs- und Minderungsoptionen verbessern. Zu den Voraussetzungen gehören Finanzen, technologische Innovation, Stärkung der politischen Instrumente, institutionelle Kapazitäten, Multi-Level-Governance und Veränderungen des menschlichen Verhaltens und Lebensstils.

Gleichstellung

Ein Grundsatz, der allen Menschen den gleichen Wert zuschreibt, einschließlich Chancengleichheit, Rechten und Pflichten, unabhängig von ihrer Herkunft. Siehe auch: Gerechtigkeit, Fairness.

Ungleichheit

Ungleiche Chancen und soziale Positionen sowie Diskriminierungsprozesse innerhalb einer Gruppe oder Gesellschaft aufgrund von Geschlecht, Klasse, ethnischer Zugehörigkeit, Alter und (Behinderung), die oft durch ungleiche Entwicklung hervorgerufen werden. Einkommensungleichheit bezieht sich auf Lücken zwischen den höchsten und niedrigsten Einkommensempfängern innerhalb eines Landes und zwischen Ländern.

Gleichgewichtsklimasensitivität (ECS)

Siehe: Klimasensitivität.

Eigenkapital

Der Grundsatz, fair und unparteiisch zu sein, und eine Grundlage für das Verständnis, wie die Auswirkungen und Reaktionen auf den Klimawandel, einschließlich Kosten und Nutzen, in und von der Gesellschaft auf mehr oder weniger gleiche Weise verteilt werden. Oft mit Vorstellungen von Gleichheit, Fairness und Gerechtigkeit in Einklang gebracht und in Bezug auf Gerechtigkeit in Bezug auf die Verantwortung für und Verteilung von Klimaauswirkungen und -politiken in der Gesellschaft, den Generationen und dem Geschlecht sowie im Sinne dessen, wer an den Entscheidungsprozessen teilnimmt und diese kontrolliert, angewandt.

Exposition

die Anwesenheit von Menschen; Existenzgrundlagen; Arten oder Ökosysteme; Umweltfunktionen, -dienstleistungen und -ressourcen; Infrastruktur; oder wirtschaftlichen, sozialen oder kulturellen Vermögenswerten an Orten und in Umgebungen, die beeinträchtigt werden könnten. Siehe auch: Gefahr, Exposition, Verwundbarkeit, Auswirkungen, Risiko.

Durchführbarkeit

In diesem Bericht bezieht sich die Durchführbarkeit auf das Potenzial für die Umsetzung einer Minderungs- oder Anpassungsoption. Faktoren, die die Machbarkeit beeinflussen, sind kontextabhängig, zeitlich dynamisch und können zwischen verschiedenen Gruppen und Akteuren variieren. Die Machbarkeit hängt von geophysikalischen, umweltökologischen, technologischen, wirtschaftlichen, soziokulturellen und institutionellen Faktoren ab, die die Umsetzung einer Option ermöglichen oder einschränken. Die Durchführbarkeit von Optionen kann sich ändern, wenn verschiedene Optionen kombiniert werden, und sich erhöhen, wenn die Rahmenbedingungen gestärkt werden. Siehe auch: Voraussetzungen (für Anpassungs- und Minderungsoptionen).

Feuerwetter

Wetterverhältnisse, die der Auslösung und Aufrechterhaltung von Waldbränden förderlich sind, basieren in der Regel auf einer Reihe von Indikatoren und Kombinationen von Indikatoren, einschließlich Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Feuchtigkeit und Wind. Feuerwetter beinhaltet nicht das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Kraftstofflast.

Lebensmittelverlust und -verschwendung

Die Abnahme der Menge oder Qualität von Lebensmitteln. Lebensmittelverschwendung ist Teil des Lebensmittelverlusts und bezieht sich auf die Entsorgung oder alternative (Nicht-Lebensmittel-)Verwendung von Lebensmitteln, die sicher und nahrhaft für den menschlichen Verzehr entlang der gesamten Lebensmittelversorgungskette sind, von der Primärproduktion bis zum Endverbraucher. Lebensmittelverschwendung wird als eindeutiger Teil des Lebensmittelverlusts anerkannt, da sich die Treiber, die sie erzeugen, und die Lösungen dafür von denen der Lebensmittelverluste unterscheiden.

Ernährungssicherheit

Eine Situation, in der alle Menschen zu jeder Zeit physischen, sozialen und wirtschaftlichen Zugang zu ausreichenden, sicheren und nahrhaften Lebensmitteln haben, die ihren Ernährungsbedürfnissen und Ernährungspräferenzen für ein aktives und gesundes Leben entsprechen. Die vier Säulen der Ernährungssicherheit sind Verfügbarkeit, Zugang, Nutzung und Stabilität. Die Ernährungsdimension ist integraler Bestandteil des Konzepts der Ernährungssicherheit.

Erderwärmung

Die Erderwärmung bezieht sich auf den Anstieg der globalen Oberflächentemperatur im Vergleich zu einem Bezugszeitraum, wobei der Mittelwert über einen Zeitraum ermittelt wird, der ausreicht, um zwischenjährliche Schwankungen (z. B. 20 oder 30 Jahre) zu beseitigen.

Eine gemeinsame Wahl für den Basisszenario ist 1850–1900 (die früheste Periode zuverlässiger Beobachtungen mit ausreichender geografischer Abdeckung), wobei je nach Anwendung modernere Basisszenarien verwendet werden. Siehe auch: Klimawandel, Klimavariabilität, natürliche (Klima-)Variabilität.

Treibhauspotenzial (GWP)

Index zur Messung des Strahlungsantriebs nach einer Emission einer Masseinheit eines bestimmten Stoffes, die sich über einen gewählten Zeithorizont im Verhältnis zu dem der Referenzsubstanz Kohlendioxid (CO₂) angesammelt hat. Das GWP stellt somit die kombinierte Wirkung der unterschiedlichen Zeiten dar, in denen diese Substanzen in der Atmosphäre verbleiben, und ihre Wirksamkeit bei der Entstehung von Strahlungsantrieben. Siehe auch: Lebensdauer, Treibhausgasemissionsmetrik.

Grüne Infrastruktur

Siehe: Infrastruktur

Treibhausgase (THG)

Gasförmige Bestandteile der Atmosphäre, sowohl natürliche als auch anthropogene, die Strahlung bei bestimmten Wellenlängen innerhalb des Strahlungsspektrums absorbieren und emittieren, das von der Erdoberfläche, der Atmosphäre selbst und von Wolken emittiert wird. Diese Eigenschaft verursacht den Treibhauseffekt. Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und Ozon (O₃) sind die primären Treibhausgase in der Erdatmosphäre. Zu den vom Menschen verursachten Treibhausgasen gehören Schwefelhexafluorid (SF₆), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW); Einige davon sind auch O₃-Abbau (und sind unter dem Montrealer Protokoll geregelt). Siehe auch: Gut gemischtes Treibhausgas.

Graue Infrastruktur

Siehe: Infrastruktur

Gefahr

Das potenzielle Auftreten eines natürlichen oder vom Menschen verursachten physischen Ereignisses oder Trends, das zum Verlust von Leben, Verletzungen oder anderen gesundheitlichen Auswirkungen sowie zu Schäden und Verlusten an Eigentum, Infrastruktur, Existenzgrundlagen, Dienstleistungen, Ökosystemen und Umweltressourcen führen kann. Siehe auch: Exposition, Verwundbarkeit, Auswirkungen, Risiko.

Auswirkungen

Die Folgen realisierter Risiken für natürliche und menschliche Systeme, bei denen Risiken aus den Wechselwirkungen von klimabedingten Gefahren (einschließlich extremer Wetter- / Klimaereignisse), Exposition und Anfälligkeit resultieren. Auswirkungen beziehen sich im Allgemeinen auf Auswirkungen auf Leben, Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wohlbefinden, Ökosysteme und Arten, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Vermögenswerte, Dienstleistungen (einschließlich Ökosystemdienstleistungen) und

Infrastruktur. Auswirkungen können als Folgen oder Ergebnisse bezeichnet werden und können nachteilig oder vorteilhaft sein. Siehe auch: Anpassung, Gefahr, Exposition, Verwundbarkeit, Risiko.

Ungleichheit

Siehe: Gleichheit.

Indigenes Wissen (IK)

Die Verständnisse, Fähigkeiten und Philosophien, die von Gesellschaften mit langer Geschichte der Interaktion mit ihrer natürlichen Umgebung entwickelt wurden. Für viele indigene Völker informiert IK die Entscheidungsfindung über grundlegende Aspekte des Lebens, von alltäglichen Aktivitäten bis hin zu längerfristigen Aktionen. Dieses Wissen ist integraler Bestandteil kultureller Komplexe, die auch Sprache, Klassifikationssysteme, Praktiken der Ressourcennutzung, soziale Interaktionen, Werte, Rituale und Spiritualität umfassen. Diese besonderen Arten des Wissens sind wichtige Facetten der kulturellen Vielfalt der Welt. Siehe auch: Lokales Wissen (LK).

Indigene Völker

Indigene Völker und Nationen sind diejenigen, die sich mit einer historischen Kontinuität mit vor der Invasion und vorkolonialen Gesellschaften, die sich auf ihren Territorien entwickelt haben, von anderen Sektoren der Gesellschaft unterscheiden, die jetzt in diesen Territorien oder Teilen von ihnen vorherrschen. Sie bilden gegenwärtig hauptsächlich nicht-dominante Bereiche der Gesellschaft und sind oft entschlossen, ihre angestammten Territorien und ihre ethnische Identität als Grundlage ihres Fortbestehens als Völker in Übereinstimmung mit ihren eigenen kulturellen Mustern, sozialen Institutionen und dem Common-Law-System zu erhalten, zu entwickeln und an zukünftige Generationen weiterzugeben.

Informelle Abwicklung

Ein Begriff für Siedlungen oder Wohngebiete, die nach mindestens einem Kriterium außerhalb der offiziellen Regeln und Vorschriften liegen. Die meisten informellen Siedlungen haben schlechte Wohnungen (mit weit verbreiteter Verwendung von temporären Materialien) und werden auf Land entwickelt, das illegal mit hoher Überbelegung besetzt ist. In den meisten dieser Siedlungen ist die Bereitstellung von sauberem Wasser, sanitären Einrichtungen, Entwässerung, asphaltierten Straßen und grundlegenden Dienstleistungen unzureichend oder mangelhaft. Der Begriff „Slum“ wird häufig für informelle Siedlungen verwendet, obwohl er irreführend ist, da sich viele informelle Siedlungen zu hochwertigen Wohngebieten entwickeln, insbesondere dort, wo Regierungen eine solche Entwicklung unterstützen.

Infrastruktur

Die entworfene und gebaute Reihe von physischen Systemen und entsprechenden institutionellen Vereinbarungen, die zwischen Menschen, ihren Gemeinschaften und der breiteren Umwelt vermitteln, um Dienstleistungen zu erbringen, die Wirtschaftswachstum, Gesundheit, Lebensqualität und Sicherheit unterstützen.

Blau Infrastruktur

Die blaue Infrastruktur umfasst Gewässer, Fließgewässer, Teiche, Seen und Sturmentwässerung, die ökologische und hydrologische Funktionen wie Verdunstung, Transpiration, Entwässerung, Infiltration und vorübergehende Lagerung von Abfluss und Einleitung bieten.

Grüne Infrastruktur

Die strategisch geplanten miteinander verbundenen natürlichen und gebauten ökologischen Systeme, Grünflächen und andere Landschaftsmerkmale, die Funktionen und Dienstleistungen wie Luft- und Wasserreinigung, Temperaturmanagement, Hochwassermanagement und Küstenschutz bieten können, oft mit positiven Nebeneffekten für die Menschen und die biologische Vielfalt. Grüne Infrastruktur umfasst bepflanzte und übrig gebliebene einheimische Vegetation, Böden, Feuchtgebiete, Parks und Grünflächen sowie Maßnahmen zur Gestaltung von Gebäuden und Straßen, die Vegetation einbeziehen.

Graue Infrastruktur

Konstruierte physikalische Komponenten und Netzwerke von Rohren, Drähten, Gleisen und Straßen, die Energie-, Transport-, Kommunikations- (einschließlich digitaler), Bauform-, Wasser- und Sanitär- sowie Abfallmanagementsysteme unterstützen.

Irreversibilität

Ein gestörter Zustand eines dynamischen Systems wird auf einer bestimmten Zeitskala als irreversibel definiert, wenn die Erholung von diesem Zustand aufgrund natürlicher Prozesse wesentlich länger dauert als die Zeitskala von Interesse. Siehe auch: Kipppunkt.

Gerechter Übergang

Siehe: Übergang.

Gerechtigkeit

Gerechtigkeit geht es darum, sicherzustellen, dass die Menschen das bekommen, was ihnen zusteht, und die moralischen oder rechtlichen Prinzipien von Fairness und Gerechtigkeit in der Art und Weise festzulegen, wie Menschen behandelt werden, oft basierend auf der Ethik und den Werten der Gesellschaft.

Klimagerechtigkeit

Gerechtigkeit, die Entwicklung und Menschenrechte miteinander verbindet, um einen menschenzentrierten Ansatz zur Bekämpfung des Klimawandels zu erreichen, die Rechte der am stärksten gefährdeten Menschen zu schützen und die Lasten und Vorteile des Klimawandels und seiner Auswirkungen gerecht und gerecht zu teilen.

Soziale Gerechtigkeit

Gerechte oder faire Beziehungen innerhalb der Gesellschaft, die darauf abzielen, die Verteilung von Reichtum, den Zugang zu Ressourcen, Chancen

und Unterstützung nach den Grundsätzen der Gerechtigkeit und Fairness anzugehen.

Hauptrisiko

Siehe: Risiko.

Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF)

Im Zusammenhang mit nationalen Treibhausgasinventaren im Rahmen des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen ist LULUCF ein Treibhausgasinventarsektor, der anthropogene Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen in bewirtschafteten Flächen ohne landwirtschaftliche Nicht-CO₂-Emissionen abdeckt. Gemäß den IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare aus dem Jahr 2006 und deren Verfeinerung aus dem Jahr 2019 werden „anthropogene“ landbezogene THG-Flüsse definiert als alle, die auf „bewirtschafteten Flächen“ vorkommen, d. h. „in denen menschliche Eingriffe und Praktiken zur Erfüllung von Produktions-, ökologischen oder sozialen Funktionen angewendet wurden“. Da bewirtschaftete Flächen den Abbau von Kohlendioxid (CO₂) umfassen können, der in einigen der in diesem Bericht bewerteten wissenschaftlichen Literatur nicht als „anthropogen“ angesehen wird (z. B. der Abbau im Zusammenhang mit der CO₂-Düngung und der N-Ablagerung), sind die landbezogenen Netto-Treibhausgasemissionsschätzungen aus den in diesem Bericht enthaltenen globalen Modellen nicht unbedingt direkt mit den LULUCF-Schätzungen in den nationalen Treibhausgasinventaren vergleichbar (IPCC 2006, 2019).

Am wenigsten entwickelte Länder (LDCs)

Eine Liste der Länder, die vom Wirtschafts- und Sozialrat der Vereinten Nationen (ECOSOC) als Länder benannt wurden, die drei Kriterien erfüllen: (1) ein niedriges Einkommenskriterium unterhalb einer bestimmten Schwelle des Bruttonationaleinkommens pro Kopf von 750 bis 900 USD, (2) eine Schwäche der Humanressourcen auf der Grundlage von Indikatoren für Gesundheit, Bildung und Erwachsenenbildung und (3) eine Schwäche der wirtschaftlichen Anfälligkeit auf der Grundlage von Indikatoren für die Instabilität der landwirtschaftlichen Produktion, die Instabilität der Ausfuhr von Waren und Dienstleistungen, die wirtschaftliche Bedeutung nichttraditioneller Tätigkeiten, die Konzentration der Warenausfuhren und den Nachteil der wirtschaftlichen Geringfügigkeit. Länder dieser Kategorie kommen für eine Reihe von Programmen in Betracht, die sich auf die Unterstützung der bedürftigsten Länder konzentrieren. Zu diesen Privilegien gehören bestimmte Vorteile gemäß den Artikeln des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC).

Existenzgrundlage

Die verwendeten Ressourcen und die Aktivitäten, die unternommen werden, damit die Menschen leben können. Der Lebensunterhalt wird in der Regel durch die Ansprüche und Vermögenswerte bestimmt, zu denen die Menschen Zugang haben. Solche Vermögenswerte können als menschliche, soziale, natürliche, physische oder finanzielle Vermögenswerte eingestuft werden.

Lokales Wissen (LK)

Das Verständnis und die Fähigkeiten, die von Einzelpersonen und Bevölkerungen entwickelt wurden, spezifisch für die Orte, an denen sie leben. Lokales Wissen informiert die Entscheidungsfindung über grundlegende Aspekte des Lebens, von alltäglichen Aktivitäten bis hin zu längerfristigen Maßnahmen. Dieses Wissen ist ein Schlüsselement der sozialen und kulturellen Systeme, die Beobachtungen und Reaktionen auf den Klimawandel beeinflussen; Sie dient auch als Grundlage für Governance-Entscheidungen. Siehe auch: Indigenes Wissen (IK).

Lock-in

Eine Situation, in der die künftige Entwicklung eines Systems, einschließlich Infrastruktur, Technologien, Investitionen, Institutionen und Verhaltensnormen, durch historische Entwicklungen bestimmt oder eingeschränkt wird. Siehe auch: Pfadabhängigkeit.

Verluste und Schäden sowie Verluste und Schäden

Die Forschung hat Verluste und Schäden (kapitalisierte Schreiben) als Bezug auf die politische Debatte im Rahmen des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) nach der Einrichtung des Warschauer Mechanismus für Verluste und Schäden im Jahr 2013 genommen, der darauf abzielt, „Verluste und Schäden im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels, einschließlich extremer Ereignisse und langsam einsetzender Ereignisse, in Entwicklungsländern, die besonders anfällig für die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels sind, anzugehen“. In Kleinbuchstaben (Verluste und Schäden) wurde allgemein auf Schäden durch (beobachtete) Auswirkungen und (projizierte) Risiken Bezug genommen, die wirtschaftlich oder nichtwirtschaftlich sein können.

Niedrige Wahrscheinlichkeit, High-Impact-Ergebnisse

Ergebnisse/Ereignisse, deren Eintrittswahrscheinlichkeit gering oder nicht bekannt ist (wie im Zusammenhang mit großer Unsicherheit), deren potenzielle Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Ökosysteme jedoch hoch sein könnten. Um die Risikobewertung und Entscheidungsfindung besser zu informieren, werden solche Ergebnisse mit geringer Wahrscheinlichkeit in Betracht gezogen, wenn sie mit sehr großen Folgen verbunden sind und daher wesentliche Risiken darstellen können, auch wenn diese Folgen nicht unbedingt das wahrscheinlichste Ergebnis darstellen. Siehe auch: Auswirkungen.

Maladaptive Maßnahmen (Maladaptation)

Maßnahmen, die zu einem erhöhten Risiko negativer klimabezogener Ergebnisse führen können, unter anderem durch erhöhte Treibhausgasemissionen, eine erhöhte oder verschobene Anfälligkeit für den Klimawandel, ungerechtere Ergebnisse oder ein vermindertes Wohlergehen, jetzt oder in Zukunft. Meistens ist Fehlanpassung eine unbeabsichtigte Folge.

Migration (von Menschen)

Bewegung einer Person oder einer Gruppe von Personen, entweder über eine internationale Grenze oder innerhalb

eines Staates. Es ist eine Bevölkerungsbewegung, die jede Art von Bewegung von Menschen umfasst, unabhängig von ihrer Länge, Zusammensetzung und Ursache; Sie umfasst die Migration von Flüchtlingen, Vertriebenen, Wirtschaftsmigranten und Personen, die sich zu anderen Zwecken, einschließlich der Familienzusammenführung, bewegen.

Abschwächung (des Klimawandels)

Ein menschliches Eingreifen, um Emissionen zu reduzieren oder die Senken von Treibhausgasen zu verbessern.

Minderungspotenzial

Die Menge der Netto-Treibhausgasemissionsreduktionen, die durch eine bestimmte Minderungsoption im Vergleich zu bestimmten Emissions-Baselines erreicht werden kann. Siehe auch: Sequestrationspotenzial.

[Anmerkung: Netto-Treibhausgasemissionsreduktionen sind die Summe der reduzierten Emissionen und/oder verbesserten Senken.]

Natürliche (Klima-)Variabilität

Natürliche Variabilität bezieht sich auf Klimaschwankungen, die ohne menschlichen Einfluss auftreten, dh interne Variabilität in Kombination mit der Reaktion auf externe natürliche Faktoren wie Vulkanausbrüche, Veränderungen der Sonnenaktivität und auf längeren Zeitskalen Orbitaleffekte und Plattentektonik. Siehe auch: Orbitalantrieb.

Netto-Null-CO₂-Emissionen

Zustand, in dem die anthropogenen Kohlendioxidemissionen (CO₂) durch den anthropogenen CO₂-Abbau über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden. Siehe auch: CO₂-Neutralität, Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF), Netto-Null-Treibhausgasemissionen.

[Anmerkung: CO₂-Neutralität und Netto-Null-CO₂-Emissionen sind überlappende Konzepte. Die Konzepte können auf globaler oder subglobaler Ebene (z. B. regional, national und subnational) angewendet werden. Auf globaler Ebene sind die Begriffe CO₂-Neutralität und Netto-Null-CO₂-Emissionen gleichwertig. Auf subglobalen Skalen werden Netto-Null-CO₂-Emissionen im Allgemeinen auf Emissionen und Abbau unter direkter Kontrolle oder territorialer Verantwortung des meldenden Unternehmens angewandt, während die CO₂-Neutralität im Allgemeinen Emissionen und Abbau innerhalb und außerhalb der direkten Kontrolle oder territorialen Verantwortung des meldenden Unternehmens umfasst. Die in den THG-Programmen oder -Systemen festgelegten Anrechnungsvorschriften können einen erheblichen Einfluss auf die Quantifizierung der relevanten CO₂-Emissionen und des relevanten CO₂-Abbaus haben.]

Netto-Null-Treibhausgasemissionen

Zustand, in dem die metrisch gewichteten anthropogenen Treibhausgasemissionen durch den metrisch gewichteten anthropogenen THG-Abbau über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden. Die Quantifizierung der

Netto-Null-Treibhausgasemissionen hängt von der für den Vergleich der Emissionen und des Abbaus verschiedener Gase gewählten THG-Emissionsmetrik sowie vom für diese Metrik gewählten Zeithorizont ab. Siehe auch: Treibhausgasneutralität, Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF), Netto-Null-CO₂-Emissionen.

[Anmerkung 1: Treibhausgasneutralität und Netto-Null-Treibhausgasemissionen sind sich überschneidende Konzepte. Das Konzept der Netto-Null-Treibhausgasemissionen kann auf globaler oder subglobaler Ebene (z. B. regional, national und subnational) angewandt werden. Auf globaler Ebene sind die Begriffe Treibhausgasneutralität und Netto-Null-Treibhausgasemissionen gleichwertig. Auf subglobaler Skala werden Netto-Null-Treibhausgasemissionen im Allgemeinen auf Emissionen und Abbau unter direkter Kontrolle oder territorialer Verantwortung des meldenden Unternehmens angewandt, während die Treibhausgasneutralität im Allgemeinen anthropogene Emissionen und anthropogenen Abbau innerhalb und außerhalb der direkten Kontrolle oder territorialen Verantwortung des meldenden Unternehmens umfasst. Die in den THG-Programmen oder -Systemen festgelegten Anrechnungsvorschriften können einen erheblichen Einfluss auf die Quantifizierung der relevanten Emissionen und des relevanten Abbaus haben.

Anmerkung 2: Gemäß dem Pariser Regelwerk (Beschluss 18/CMA.1, Anhang, Rn. 37) haben sich die Parteien darauf geeinigt, GWP100-Werte aus dem IPCC AR5 oder GWP100-Werte aus einem nachfolgenden IPCC-Bewertungsbericht zu verwenden, um aggregierte Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen zu melden. Darüber hinaus können die Parteien andere Metriken verwenden, um zusätzliche Informationen über die aggregierten Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen zu melden.]

Neue Städteagenda

Die neue Städteagenda wurde am 20. Oktober 2016 auf der Konferenz der Vereinten Nationen über Wohnungsbau und nachhaltige Stadtentwicklung (Habitat III) in Quito (Ecuador) angenommen. Sie wurde von der Generalversammlung der Vereinten Nationen auf ihrer achtundsechzigsten Plenarsitzung der einundsiebzigsten Tagung am 23. Dezember 2016 gebilligt.

Überschießungspfade

Siehe: Wege.

Wege

Die zeitliche Entwicklung natürlicher und/oder menschlicher Systeme hin zu einem zukünftigen Zustand. Pathway-Konzepte reichen von quantitativen und qualitativen Szenarien oder Narrativen potenzieller Zukünfte bis hin zu lösungsorientierten Entscheidungsprozessen, um wünschenswerte gesellschaftliche Ziele zu erreichen. Pathway-Ansätze konzentrieren sich typischerweise auf biophysikalische, techno-ökonomische und / oder sozio-verhaltensbezogene Trajektorien und beziehen verschiedene Dynamiken, Ziele und Akteure auf verschiedenen Skalen ein. Siehe auch: Szenario, Handlung.

Entwicklungspfade

Entwicklungspfade entwickeln sich als Ergebnis der unzähligen Entscheidungen und Maßnahmen, die auf allen Ebenen der gesellschaftlichen Struktur getroffen werden, sowie aufgrund der entstehenden Dynamik innerhalb und zwischen Institutionen, kulturellen Normen, technologischen Systemen und anderen Treibern von Verhaltensänderungen. Siehe auch: Shifting Development Pathways (SDPs) und Shifting Development Pathways to Sustainability (SDPS).

Emissionspfade

Modellierte Flugbahnen globaler anthropogener Emissionen im 21. Jahrhundert werden als Emissionspfade bezeichnet.

Überschießungspfade

Pfade, die zuerst eine bestimmte Konzentration überschreiten, die das Niveau der Erderwärmung oder der Erderwärmung antreibt, und dann vor dem Ende eines bestimmten Zeitraums (z. B. vor 2100) wieder auf dieses Niveau oder darunter zurückkehren. Manchmal werden auch das Ausmaß und die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung charakterisiert. Die Überschreitungsdauer kann von einem Pfad zum nächsten variieren, aber in den meisten Überschreitungspfaden in der Literatur und im AR6 als Überschreitungspfade bezeichnet, tritt die Überschreitung über einen Zeitraum von mindestens einem Jahrzehnt und bis zu mehreren Jahrzehnten auf. Siehe auch: Temperaturüberschreitung.

Gemeinsame sozioökonomische Pfade (SSP)

Zur Ergänzung der repräsentativen Konzentrationspfade wurden gemeinsame sozioökonomische Pfade (SSP) entwickelt. Durch den Entwurf wurden die RCP-Emissions- und Konzentrationspfade ihrer Assoziation mit einer bestimmten sozioökonomischen Entwicklung beraubt. Die unterschiedlichen Emissionsniveaus und der Klimawandel entlang der Dimension der RCP können daher vor dem Hintergrund unterschiedlicher sozioökonomischer Entwicklungspfade (SSP) auf der anderen Dimension in einer Matrix untersucht werden. Dieses integrative SSP-RCP-Framework wird heute in der Literatur über Klimaauswirkungen und Politikanalysen häufig verwendet (siehe z. B. <http://iconics-ssp.org>), wo die im Rahmen der RCP-Szenarien erhaltenen Klimaprojektionen vor dem Hintergrund verschiedener SSPs analysiert werden. Da mehrere Emissionsaktualisierungen fällig waren, wurde in Zusammenarbeit mit den SSPs ein neuer Satz von Emissionsszenarien entwickelt. Daher wird die Abkürzung SSP nun für zwei Dinge verwendet: Einerseits wird SSP1, SSP2, ..., SSP5 verwendet, um die fünf sozioökonomischen Szenariofamilien zu bezeichnen. Andererseits werden die Abkürzungen SSP1-1.9, SSP1-2.6, ..., SSP5-8.5 verwendet, um die neu entwickelten Emissionsszenarien zu bezeichnen, die das Ergebnis einer SSP-

Implementierung innerhalb eines integrierten Bewertungsmodells sind. Diese SSP-Szenarien sind keine klimapolitischen Annahmen, aber in Kombination mit sogenannten gemeinsamen politischen Annahmen (SPAs) werden bis Ende des Jahrhunderts verschiedene ungefähre Strahlungsantriebswerte von 1,9, 2,6, ... bzw. 8,5 W m⁻² erreicht.

Planetengesundheit

Ein Konzept, das auf dem Verständnis basiert, dass die menschliche Gesundheit und die menschliche Zivilisation von der Gesundheit der Ökosysteme und der klugen Verwaltung von Ökosystemen abhängen.

Grund zur Besorgnis (RFC)

Elemente eines Klassifizierungsrahmens, der erstmals im Dritten Sachstandsbericht des IPCC entwickelt wurde und darauf abzielt, Urteile darüber zu erleichtern, welches Ausmaß des Klimawandels gefährlich sein kann (in der Sprache von Artikel 2 des UNFCCC; UNFCCC, 1992) durch Aggregation von Risiken aus verschiedenen Sektoren unter Berücksichtigung von Gefahren, Expositionen, Anfälligkeiten, Anpassungsfähigkeiten und den daraus resultierenden Auswirkungen.

Wiederaufforstung

Umwandlung in Wald von Land, das zuvor Wälder enthielt, aber zu einer anderen Nutzung umgewandelt wurde. Siehe auch: Aufforstung, anthropogener Abbau, Entfernung von Kohlendioxid (CDR), Entwaldung, Verringerung der Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung (REDD+).

[Anmerkung: Für eine Diskussion des Begriffs Wald und verwandter Begriffe wie Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung siehe die IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006 und ihre Verfeinerung von 2019 sowie Informationen des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen]

Restrisiko

Das Risiko im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels, das nach den Anpassungs- und Minderungsbemühungen fortbesteht. Anpassungsmaßnahmen können Risiken und Auswirkungen umverteilen, wobei das Risiko und die Auswirkungen in einigen Gebieten oder Bevölkerungsgruppen erhöht und das Risiko und die Auswirkungen in anderen verringert werden. Siehe auch: Verluste und Schäden, Verluste und Schäden.

Resilienz

Die Fähigkeit miteinander verbundener sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Systeme, ein gefährliches Ereignis, einen Trend oder eine Störung zu bewältigen, auf eine Weise zu reagieren oder sich neu zu organisieren, die ihre wesentliche Funktion, Identität und Struktur aufrechterhält. Resilienz ist ein positives Attribut, wenn sie die Fähigkeit zur Anpassung, zum Lernen und/oder zur Transformation aufrechterhält. Siehe auch: Gefahr, Risiko, Verwundbarkeit.

Restaurierung

Im Umweltkontext umfasst die Wiederherstellung menschliche Eingriffe, um die Wiederherstellung eines Ökosystems zu unterstützen, das zuvor degradiert, beschädigt oder zerstört wurde.

Risiko

Das Potenzial für nachteilige Folgen für menschliche oder ökologische Systeme unter Anerkennung der Vielfalt der Werte und Ziele, die mit solchen Systemen verbunden sind. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel können Risiken durch potenzielle Auswirkungen des Klimawandels sowie durch menschliche Reaktionen auf den Klimawandel entstehen. Relevante nachteilige Folgen sind u. a. die Auswirkungen auf Leben, Existenzgrundlagen, Gesundheit und Wohlbefinden, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Vermögenswerte und Investitionen, Infrastruktur, Dienstleistungen (einschließlich Ökosystemleistungen), Ökosysteme und Arten.

Im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels ergeben sich Risiken aus dynamischen Wechselwirkungen zwischen klimabedingten Gefahren und der Exposition und Anfälligkeit des betroffenen menschlichen oder ökologischen Systems gegenüber den Gefahren. Gefahren, Exposition und Anfälligkeit können jeweils Unsicherheiten hinsichtlich des Ausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit unterliegen und sich im Laufe von Zeit und Raum aufgrund sozioökonomischer Veränderungen und menschlicher Entscheidungen ändern.

Im Zusammenhang mit den Reaktionen auf den Klimawandel ergeben sich Risiken aus dem Potenzial für solche Reaktionen, die das/die angestrebte(n) Ziel(e) nicht erreichen, oder aus potenziellen Kompromissen mit oder negativen Nebenwirkungen auf andere gesellschaftliche Ziele wie die Ziele für nachhaltige Entwicklung. Risiken können beispielsweise durch Unsicherheit bei der Umsetzung, Wirksamkeit oder den Ergebnissen der Klimapolitik, klimabezogene Investitionen, Technologieentwicklung oder -akzeptanz sowie Systemübergänge entstehen. Siehe auch: Gefährdung, Exposition, Vulnerabilität, Auswirkungen, Risikomanagement, Anpassung, Minderung.

Hauptrisiko

Hauptrisiken haben potenziell schwerwiegende nachteilige Folgen für Menschen und sozial-ökologische Systeme, die sich aus der Wechselwirkung klimabedingter Gefahren mit der Anfälligkeit von Gesellschaften und Systemen ergeben.

Szenario

Eine plausible Beschreibung, wie sich die Zukunft entwickeln kann, basierend auf einem kohärenten und intern konsistenten Satz von Annahmen über die wichtigsten Triebkräfte (z. B. Geschwindigkeit des technologischen Wandels, Preise) und Beziehungen. Es ist zu beachten, dass Szenarien weder Vorhersagen noch Prognosen sind, sondern verwendet werden, um einen Überblick über die Auswirkungen von Entwicklungen und Maßnahmen zu geben. Siehe auch: Szenario, Szenario-Storyline.

Emissionsszenario

Eine plausible Darstellung der zukünftigen Entwicklung von Emissionen von Stoffen, die radioaktiv aktiv sind (z. B. Treibhausgase oder Aerosole), basierend auf einem kohärenten und intern konsistenten Satz von Annahmen über treibende Kräfte (wie demografische und sozioökonomische Entwicklung, technologischer Wandel, Energie- und Landnutzung) und deren Schlüsselbeziehungen. Konzentrationsszenarien, die aus Emissionsszenarien abgeleitet werden, werden häufig als Input für ein Klimamodell verwendet, um Klimaprojektionen zu berechnen.

Sendai Framework zur Katastrophenvorsorge

Der Sendai-Rahmen für Katastrophenvorsorge 2015-2030 enthält sieben klare Ziele und vier Prioritäten für Maßnahmen zur Vermeidung neuer und zur Verringerung bestehender Katastrophenrisiken. In dem freiwilligen, unverbindlichen Abkommen wird anerkannt, dass der Staat die Hauptrolle bei der Verringerung des Katastrophenrisikos spielt, dass jedoch die Verantwortung mit anderen Interessenträgern, einschließlich der lokalen Gebietskörperschaften, des Privatsektors und anderer Interessenträger, geteilt werden sollte, um das Katastrophenrisiko und die Verluste an Menschenleben, Lebensgrundlagen und Gesundheit sowie an den wirtschaftlichen, physischen, sozialen, kulturellen und ökologischen Vermögenswerten von Personen, Unternehmen, Gemeinschaften und Ländern erheblich zu verringern.

Siedlungen

Orte konzentrierter menschlicher Behausung. Siedlungen können von abgelegenen ländlichen Dörfern bis hin zu städtischen Regionen mit erheblichem globalen Einfluss reichen. Sie können formell geplante und informelle oder illegale Behausungen und die damit verbundene Infrastruktur umfassen. Siehe auch: Städte, Urbanisierung, Urbanisierung.

Gemeinsame sozioökonomische Pfade (SSP)

Siehe: Wege

Veränderte Entwicklungspfade (SDPs)

In diesem Bericht beschreibt Shifting Development Pathways Übergänge, die darauf abzielen, bestehende Entwicklungstrends umzuleiten. Gesellschaften können günstige Bedingungen schaffen, um ihre zukünftigen Entwicklungspfade zu beeinflussen, wenn sie sich bemühen, bestimmte Ergebnisse zu erzielen. Einige Ergebnisse können häufig sein, während andere kontextspezifisch sein können, wenn unterschiedliche Ausgangspunkte gegeben sind. Siehe auch: Entwicklungspfade, Verlagerung der Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit.

Spülbecken

Jeder Prozess, jede Aktivität oder jeder Mechanismus, der ein Treibhausgas, ein Aerosol oder einen Vorläufer eines Treibhausgases aus der Atmosphäre entfernt. Siehe auch: Pool - Kohlenstoff und Stickstoff, Reservoir, Sequestrierung, Sequestrierungspotenzial, Quelle, Aufnahme.

Kleine Inselentwicklungsländer (SIDS)

Die kleinen Inselentwicklungsländer (Small Island Developing States, SIDS), wie sie vom OHRLLS der Vereinten Nationen (Amt der Hohen Vertreterin der Vereinten Nationen für die am wenigsten entwickelten Länder, Binnenentwicklungsländer und kleinen Inselentwicklungsländer) anerkannt wurden, sind eine eigenständige Gruppe von Entwicklungsländern, die mit spezifischen sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Anfälligkeiten konfrontiert sind. Sie wurden als Sonderfall sowohl für ihre Umwelt als auch für ihre Entwicklung auf dem Rio Earth Summit 1992 in Brasilien anerkannt. 58 Länder und Gebiete werden derzeit von der UN OHRLLS als SIDS eingestuft, wobei 38 UN-Mitgliedstaaten und 20 Nicht-UN-Mitglieder oder assoziierte Mitglieder der Regionalkommissionen sind.

Soziale Gerechtigkeit

Siehe: Gerechtigkeit.

Sozialschutz

Im Rahmen der Entwicklungshilfe und der Klimapolitik beschreibt der Sozialschutz in der Regel öffentliche und private Initiativen, die Einkommens- oder Verbrauchstransfers an die Armen ermöglichen, die Schutzbedürftigen vor Existenzrisiken schützen und den sozialen Status und die Rechte der Marginalisierten verbessern, mit dem übergeordneten Ziel, die wirtschaftliche und soziale Schutzbedürftigkeit armer, schutzbedürftiger und marginalisierter Gruppen zu verringern. In anderen Kontexten kann Sozialschutz synonym mit Sozialpolitik verwendet werden und kann als alle öffentlichen und privaten Initiativen beschrieben werden, die Zugang zu Dienstleistungen wie Gesundheit, Bildung oder Wohnraum oder Einkommens- und Verbrauchstransfers an Menschen bieten. Die Sozialschutzpolitik schützt die Armen und Schutzbedürftigen vor Lebensunterhaltsrisiken, stärkt den sozialen Status und die Rechte der Ausgegrenzten und verhindert, dass schutzbedürftige Menschen in Armut geraten.

Solarstrahlungsmodifikation (SRM)

Bezieht sich auf eine Reihe von Maßnahmen zur Änderung der Strahlung, die nicht mit der Minderung von Treibhausgasen (THG) zusammenhängen und die darauf abzielen, die Erderwärmung zu begrenzen. Die meisten Methoden beinhalten die Verringerung der Menge der einfallenden Sonnenstrahlung, die die Oberfläche erreicht, aber andere wirken auch auf das langwellige Strahlungsbudget, indem sie die optische Dicke und die Lebensdauer der Wolken reduzieren.

Quelle

Jeder Prozess oder jede Aktivität, die ein Treibhausgas, ein Aerosol oder einen Vorläufer eines Treibhausgases in die Atmosphäre freisetzt. Siehe auch: Pool - Kohlenstoff und Stickstoff, Reservoir, Sequestrierung, Sequestrierungspotenzial, Spüle, Aufnahme.

Verlorene Vermögenswerte

Vermögenswerte, die aufgrund unvorhergesehener Änderungen ihrer ursprünglich erwarteten Einnahmen aufgrund von Innovationen und/oder Entwicklungen des Geschäftsumfelds, einschließlich Änderungen der öffentlichen Vorschriften auf nationaler und internationaler Ebene, Abwertungen oder Umwandlungen in „Verbindlichkeiten“ ausgesetzt sind.

Nachhaltige Entwicklung (SD)

Eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der Gegenwart entspricht, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen, und die soziale, wirtschaftliche und ökologische Belange in Einklang bringt. Siehe auch: Entwicklungspfade, Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs).

Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

die 17 globalen Entwicklungsziele für alle Länder, die von den Vereinten Nationen im Rahmen eines partizipativen Prozesses festgelegt und in der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung ausgearbeitet wurden, einschließlich der Beendigung von Armut und Hunger; Gewährleistung von Gesundheit und Wohlergehen, Bildung, Gleichstellung der Geschlechter, sauberem Wasser und sauberer Energie sowie menschenwürdiger Arbeit; Aufbau und Gewährleistung widerstandsfähiger und nachhaltiger Infrastrukturen, Städte und des Verbrauchs; Abbau von Ungleichheiten; Schutz von Land- und Wasserökosystemen; Förderung von Frieden, Gerechtigkeit und Partnerschaften; und dringende Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen. Siehe auch: Entwicklungspfade, Nachhaltige Entwicklung (SD).

Nachhaltige Landbewirtschaftung

Die Verwaltung und Nutzung von Landressourcen, einschließlich Böden, Wasser, Tieren und Pflanzen, um den sich ändernden menschlichen Bedürfnissen gerecht zu werden und gleichzeitig das langfristige Produktionspotenzial dieser Ressourcen und die Aufrechterhaltung ihrer Umweltfunktionen sicherzustellen.

Temperaturüberschreitung

Überschreitung eines bestimmten globalen Erwärmungsniveaus, gefolgt von einem Rückgang auf oder unter dieses Niveau während eines bestimmten Zeitraums (z. B. vor 2100). Manchmal wird auch das Ausmaß und die Wahrscheinlichkeit des Überschwingens charakterisiert. Die Überschreitungsdauer kann von einem Pfad zum nächsten variieren, aber in den meisten Überschreitungspfaden in der Literatur und im AR6 als Überschreitungspfade bezeichnet, tritt die Überschreitung über einen Zeitraum von mindestens einem und bis zu mehreren Jahrzehnten auf. Siehe auch: Überschießen von Pfaden.

Kipppunkt

Eine kritische Schwelle, ab der sich ein System reorganisiert, oft abrupt und/oder irreversibel. Siehe auch: Abrupter Klimawandel, Irreversibilität, Tipping-Element.

Transformation

Eine Veränderung der grundlegenden Eigenschaften natürlicher und menschlicher Systeme.

Transformationale Anpassung

Siehe: Anpassung.

Übergang

Der Prozess des Wechsels von einem Zustand oder Zustand in einen anderen in einem bestimmten Zeitraum. Der Übergang kann in Einzelpersonen, Unternehmen, Städten, Regionen und Nationen erfolgen und auf inkrementellen oder transformativen Veränderungen beruhen.

Gerechte Übergänge

Eine Reihe von Grundsätzen, Prozessen und Verfahren, mit denen sichergestellt werden soll, dass beim Übergang von einer CO₂-armen zu einer CO₂-armen Wirtschaft keine Menschen, Arbeitnehmer, Orte, Sektoren, Länder oder Regionen zurückgelassen werden. Er betont die Notwendigkeit gezielter und proaktiver Maßnahmen von Regierungen, Agenturen und Behörden, um sicherzustellen, dass alle negativen sozialen, ökologischen oder wirtschaftlichen Auswirkungen wirtschaftlicher Übergänge minimiert werden, während der Nutzen für die unverhältnismäßig Betroffenen maximiert wird. Zu den wichtigsten Grundsätzen gerechter Übergänge gehören: Achtung und Würde schutzbedürftiger Gruppen; Fairness beim Zugang zu und bei der Nutzung von Energie, sozialer Dialog und demokratische Konsultation der einschlägigen Interessenträger; Schaffung menschenwürdiger Arbeitsplätze; Sozialschutz; Rechte bei der Arbeit. Ein gerechter Übergang könnte Fairness bei Energie-, Landnutzungs- und Klimaplanungs- und Entscheidungsprozessen umfassen; wirtschaftliche Diversifizierung auf der Grundlage CO₂-armer Investitionen; realistische Ausbildungs-/Umschulungsprogramme, die zu menschenwürdiger Arbeit führen; geschlechtsspezifische Maßnahmen zur Förderung gerechter Ergebnisse; Förderung der internationalen Zusammenarbeit und koordinierter multilateraler Maßnahmen; und die Beseitigung der Armut. Schließlich können gerechte Übergänge die Wiedergutmachung vergangener Schäden und wahrgenommener Ungerechtigkeiten verkörpern.

Städtische

Die Einstufung von Gebieten als „städtisch“ durch die statistischen Ämter der Regierung beruht im Allgemeinen entweder auf der Bevölkerungsgröße, der Bevölkerungsdichte, der wirtschaftlichen Basis, der Erbringung von Dienstleistungen oder einer Kombination der oben genannten Faktoren. Städtische Systeme sind Netzwerke und Knotenpunkte intensiver Interaktion und Austausch, einschließlich Kapital, Kultur und materieller Objekte. Städtische Gebiete bestehen auf einem Kontinuum mit ländlichen Gebieten und weisen tendenziell eine höhere Komplexität, eine höhere Bevölkerungsdichte und Bevölkerungsdichte, eine höhere Investitionsintensität und ein Übergewicht der sekundären (verarbeitenden) und tertiären (Dienstleistungs-) Wirtschaftszweige auf. Das Ausmaß und die Intensität dieser Merkmale unterscheiden

Anhänge

sich innerhalb und zwischen städtischen Gebieten erheblich. Städtische Orte und Systeme sind offen, mit viel Bewegung und Austausch zwischen ländlicheren Gebieten sowie anderen städtischen Regionen. Städtische Gebiete können global miteinander verbunden sein, was schnelle Ströme zwischen ihnen, Kapitalinvestitionen, Ideen und Kultur, menschliche Migration und Krankheiten erleichtert. Siehe auch: Städte, Stadtregion, Peri-urbane Gebiete, Urbane Systeme, Urbanisierung.

Urbanisierung

Urbanisierung ist ein mehrdimensionaler Prozess, der mindestens drei gleichzeitige Veränderungen mit sich bringt: 1) Landnutzungsänderung: Umwandlung früherer ländlicher Siedlungen oder natürlicher Flächen in städtische Siedlungen; 2) Demografischer Wandel: eine Verlagerung der räumlichen Verteilung einer Bevölkerung von ländlichen zu städtischen Gebieten; und 3) Infrastrukturwechsel: eine Zunahme der Bereitstellung von Infrastrukturdienstleistungen, einschließlich Strom, Sanitärversorgung usw. Die Urbanisierung umfasst häufig Veränderungen des Lebensstils, der Kultur und des Verhaltens und verändert somit die demografische, wirtschaftliche und soziale Struktur sowohl der städtischen als auch der ländlichen Gebiete. Siehe auch: Siedlung, städtische, städtische Systeme.

Vektor-übertragene Krankheit

Krankheiten, die durch Parasiten, Viren und Bakterien verursacht werden, die von verschiedenen Vektoren übertragen werden (z.B. Mücken, Sandfliegen,

Triatominwanzen, Schwarzfliegen, Zecken, Tsetse-Fliegen, Milben, Schnecken und Läuse).

Sicherheitslücke

Die Neigung oder Veranlagung, negativ beeinflusst zu werden. Anfälligkeit umfasst eine Vielzahl von Konzepten und Elementen, einschließlich Empfindlichkeit oder Anfälligkeit für Schäden und mangelnde Fähigkeit zur Bewältigung und Anpassung. Siehe auch: Gefahr, Exposition, Auswirkungen, Risiko.

Wassersicherheit

Fähigkeit einer Bevölkerung, einen nachhaltigen Zugang zu ausreichenden Wassermengen von akzeptabler Qualität zu gewährleisten, um die Lebensgrundlagen, das menschliche Wohlergehen und die sozioökonomische Entwicklung zu erhalten, den Schutz vor Wasserverschmutzung und wasserbedingten Katastrophen zu gewährleisten und Ökosysteme in einem Klima des Friedens und der politischen Stabilität zu erhalten.

Wohlbefinden

Ein Existenzzustand, der verschiedene menschliche Bedürfnisse erfüllt, einschließlich materieller Lebensbedingungen und Lebensqualität, sowie die Fähigkeit, seine Ziele zu verfolgen, zu gedeihen und sich mit seinem Leben zufrieden zu fühlen. Ökosystemwohlbefinden bezieht sich auf die Fähigkeit von Ökosystemen, ihre Vielfalt und Qualität zu erhalten.

Anhang II - Akronyme, chemische Symbole und wissenschaftliche Einheiten

Redaktionsteam

Andreas Fischlin (Schweiz), Yonhung Jung (Republik Korea), Noémie Leprince-Ringuet (Frankreich), Chloé Ludden (Deutschland/Frankreich), Clotilde Péan (Frankreich), José Romero (Schweiz)

Dieser Anhang sollte wie folgt zitiert werden: IPCC, 2023: Anhang II: Akronyme, chemische Symbole und wissenschaftliche Einheiten [Fischlin, A., Y. Jung, N. Leprince-Ringuet, C. Ludden, C. Péan, J. Romero (Hrsg.)]. In: Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Core Writing Team, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 131-133, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.003.

Anhänge

AFOLU	Land- und Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung *	GWP100	Globales Erwärmungspotenzial über einen Zeithorizont von 100 Jahren *
AR5	Fünfter Sachstandsbericht	HFKW	Fluorkohlenwasserstoffe
AR6	Sechster Sachstandsbericht	IEA	Internationale Energieagentur
BECCS	Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung *	IEA-STEPS	Szenario der von der Internationalen Energieagentur vorgelegten Politiken
CCS	CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung *	IMP	Illustrativer Minderungspfad
CCU	CO ₂ -Abscheidung und -Nutzung	IMP-LD	Illustrativer Minderungspfad - geringe Nachfrage
CdR	Kohlenstoffdioxid-Entfernung *	IMP-NEG	Illustrativer Minderungspfad - Einführung von NEGativen Emissionen
CH ₄	Methan		
CID	Klima-Schlagschrauber *	IMP-SP	Illustrativer Minderungspfad - Entwicklungspfade verschieben
CMIP5	Kopplungsmodell-Vergleichsprojekt Phase 5	IMP-REN	Illustrativer Minderungspfad - Starke Abhängigkeit von RENewables
CMIP6	Kopplungsmodell-Vergleichsprojekt Phase 6	IP-ModAct	Illustrativer Pfad Moderate Aktion
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
CO ₂ -Äq	CO ₂ -Äquivalent *	kWh	Kilowattstunde
CRD	Klimaresiliente Entwicklung *	LCOE	Nivellierte Energiekosten
CO ₂ -FFI	CO ₂ aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen	LDC	Am wenigsten entwickelte Länder *
CO ₂ -LULUCF	CO ₂ aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	Li-on	Lithium-Ionen
CSB	Querschnittsbox	LK	Lokales Wissen *
DACCS	Direkte CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung in der Luft	LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft *
DRM	Katastrophenrisikomanagement *	MAGICC	Modell zur Bewertung des Treibhausgas-induzierten Klimawandels
EbA	Ökosystembasierte Anpassung *	MWh	Megawattstunde
ECS	Gleichgewicht Klimasensitivität *	N ₂ O	Distickstoffoxid
ES	Zusammenfassung	NDC	National festgelegter Beitrag
EV	Elektrofahrzeug	NF ₃	Stickstofftrifluorid
EWS	Frühwarnsystem *	O ₃	Ozon
FaIR	Finite Amplitude Impulse Response einfaches Klimamodell	PFC	Perfluorkohlenwasserstoffe
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen	ppb	Teile pro Milliarde
FFI	Verbrennung fossiler Brennstoffe und industrielle Prozesse	PPP	Kaufkraftparität
F-Gase	Fluorierte Gase	ppm	Teile pro Million
Bruttoinlandsprodukt	Bruttoinlandsprodukt	Photovoltaik	Photovoltaik
THG	Treibhausgas *	F&E;D	Forschung und Entwicklung
Gt	Gigatonnes	RCB	Verbleibendes CO ₂ -Budget
GW	Gigawatt	RCPs	Repräsentative Konzentrationspfade (z. B. RCP2.6, Pfad, für den der Strahlungsantrieb bis 2100 auf 2,6
GWL	Niveau der globalen Erwärmung		

Anhänge

FKW	Wm-2 begrenzt ist) Grund zur Sorge *		Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen
SDG	Ziel für nachhaltige Entwicklung *	TS	Technische Zusammenfassung
SDPs	Entwicklungspfade verschieben *	UNFCCC	United Framework Convention on Climate Change
SF6	Schwefelhexafluorid	USD	US-Dollar
SIDS	Kleine Inselentwicklungsländer *	AG	Arbeitsgruppe
SLCF	Kurzlebiger Climate Forcer	WGI	IPCC-Arbeitsgruppe I
SPM	Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger	AG II	IPCC-Arbeitsgruppe II
SR1.5	Sonderbericht über die Erderwärmung von 1,5 °C	AGIII	IPCC-Arbeitsgruppe III
SRCCCL	Sonderbericht über Klimawandel und Land	WHO	Weltgesundheitsorganisation (WHO)
SRM	Änderung der Sonnenstrahlung *	WIM	Warschauer Internationaler Mechanismus für Verluste und Schäden im Rahmen des UNFCCC *
SROCC	Sonderbericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich verändernden Klima	Wm-2	Watt pro Quadratmeter
SSP	Gemeinsamer sozioökonomischer Pfad *		* Für eine vollständige Definition siehe auch Anhang I: Glossar
SYR	Synthesebericht		Definitionen zusätzlicher Begriffe sind im IPCC- Online-Glossar verfügbar: https://apps.ipcc.ch/glossar/
tCO2-Äq	Tonne Kohlendioxidäquivalent		
tCO2-FFI	Tonne Kohlendioxid aus der		

Anhang III - Beitragende

Core Writing Team Mitglieder

LEE, Hoesung

IPCC-Vorsitzender
Universität von Korea
Republik Korea

CALVIN, Katherine

National Aeronautics and Space Administration
(Nationale Luftfahrt- und Raumfahrtbehörde)
USA

DASGUPTA, Dipak

Institut für Energie und Ressourcen, Indien (TERI)
Indien / USA

KRINNER, Gerhard

Französisches Nationales Zentrum für
wissenschaftliche Forschung
Frankreich / Deutschland

MUKHERJI, Aditi

Internationales Institut für Wasserwirtschaft
Indien

THORNE, Peter

Universität Maynooth
Irland / Vereinigtes Königreich (Großbritannien und
Nordirland)

TRISOS, Christoph

Universität Kapstadt
Südafrika

ROMERO, José

IPCC-SYR-Netzteil
Schweiz

ALDUNCE, Paulina

Universität von Chile
Chile

BARRETT, Ko

Stellvertretender Vorsitzender des IPCC
Nationale ozeanographische und atmosphärische
Verwaltung
USA

BLANCO, Gabriel

Nationale Universität des Zentrums der Provinz Buenos
Aires
Argentinien

CHEUNG, William W. L.

Universität von British Columbia
Kanada

Zusammenhänge mit Sarah L.:

Referat Technischer Support WGI
Frankreich / Vereinigtes Königreich (Großbritannien und
Nordirland)

DENTON, Fatima

Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für
Afrika
Gambia

DIONGUE-NIANG, Aïda

Nationale Agentur für Zivilluftfahrt und Meteorologie
Senegal

DODMAN, David

Institut für Wohnungswesen und Stadtentwicklung
Jamaika / Vereinigtes Königreich (Großbritannien und
Nordirland) / Niederlande

GARSCHAGEN, Matthias

Ludwig-Maximilians-Universität München
Deutschland

GEDEN, Oliver

Deutsches Institut für Internationale und
Sicherheitsfragen
Deutschland

HAYWARD, Bronwyn

Universität von Canterbury
Neuseeland

JONES, Christopher

Met Office
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

JOTZO, Frank

Australische Nationaluniversität
Australien

KRUG, Thelma

Stellvertretender Vorsitzender des IPCC
INPE, pensioniert
Brasilien

LASCO, Rodel

Beratende Gruppe für Internationale Agrarforschung
Philippinen

WEI, Yi-Ming

Pekinger Institut für Technologie
China

WINKLER, Harald

Universität Kapstadt
Südafrika

ZHAI, Panmao

Ko-Vorsitzender des IPCC WGI
Chinesische Akademie der Meteorologischen
Wissenschaften
China

ZOMMERS, Zinta

Büro der Vereinten Nationen für Katastrophenvorsorge
Lettland

Mitglieder des erweiterten Schreibteams

HOURCADE von Jean-Charles

Internationales Zentrum für Entwicklung und Umwelt
Frankreich

JOHNSON, Franz X.

Stockholmer Umweltinstitut
Thailand / Schweden

PACHAURI, Shonali

Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse
Österreich / Indien

SIMPSON, Nicholas P. (Hrsg.)

Universität Kapstadt
Südafrika / Simbabwe

Singh von Chandni

Indisches Institut für menschliche Siedlungen
Indien

Thomas von Adelle

Universität der Bahamas
Bahamas

TOTIN, Edmond

Université Nationale d'Agriculture
Benin

Review-Redakteure

ARIAS, Paola

Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia
Kolumbien

BUSTAMANTE, Mercedes

Universität Brasília
Brasilien

ELGIZOULI, Ismail A.

Sudan

FLATO, Gregor

IPCC WGI Stellvertretender Vorsitzender
Umwelt und Klimawandel Kanada
Kanada

HERUNTERLADEN, Mark

IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
Australische Nationaluniversität
Australien

MÉNDEZ, Carlos

IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Venezuela

PEREIRA, Freude Jacqueline

IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
Universität Kebangsaan Malaysia
Malaysia

PICHS-MADRUGA, Ramón

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Zentrum für Weltwirtschaftsstudien
Kuba

ROSE, Steven K. (Hrsg.)

Forschungsinstitut für elektrische Energie
USA

Saheb, Yamina

OpenExp
Algerien / Frankreich

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Roberto A.

IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
Das Kollegium der Nordgrenze
Mexiko

ÜRGE-VORSATZ, Diana

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Zentraleuropäische Universität
Ungarn

XIAO, Cunde

Beijing Normal University
China

YASSAA, Noureddin

IPCC WGI Stellvertretender Vorsitzender
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algerien

Mitwirkende Autoren

ALEGRÍA, Andrés

IPCC WGII TSU
Alfred-Wegener-Institut
Deutschland / Honduras

ARMOUR, Kyle

Universität von Washington
USA

BEDNAR-FRIEDL, Birgit

Universität Graz
Österreich

BLOK, Kornelis
Technische Universität Delft
Niederlande

CISSÉ, Guéladio
Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut und
Universität Basel
Mauretanien / Schweiz / Frankreich

DENTENER, Frank
Europäische Kommission
EU

Eriksen und Siri
Norwegische Universität für Lebenswissenschaften
Norwegen

FISCHER, Erich
ETH Zürich
Schweiz

GARNER, Gregory
Universität Rutgers
USA

GUIVARCH, Frankreich
Centre International de Recherche sur l'Environnement
und le développement
Frankreich

HAASNOOT, Marjolijn
Deltares
Niederlande

HANSEN, Gerrit
Deutsches Institut für Internationale und
Sicherheitsfragen
Deutschland

HAUSER, Matthias
ETH Zürich
Schweiz

HAWKINS, Ed
Universität Reading
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

HERMANS, Tim
Königlich Niederländisches Institut für Meeresforschung
Niederlande

KOPP, Robert
Universität Rutgers
USA

LEPRINCE-RINGUET, Frankreich
Frankreich

LEWIS, Jared
Universität Melbourne und Klimaressource
Australien / Neuseeland

LEY, Debora
Latinoamérica Renovable, UN ECLAC
Mexiko / Guatemala

LUDDEN, Chloé
Referat Technische Unterstützung der AG III
Deutschland / Frankreich

NIAMIR, Leila
Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse
Iran / Niederlande / Österreich

NICHOLLS, Zebedäus
Universität von Melbourne
Australien

Irgendjemand, Shreya
Referat Technische Unterstützung der IPCC-
Arbeitsgruppe III
Asiatisches Institut für Technologie
Indien / Thailand

SZOPA, Sophie
Laboratoire des Sciences du Climat et de
l'Environnement
Frankreich

TREWIN, Blair
Australian Bureau of Meteorology
Australien

VAN DER WIJST, Kaj-Ivar
Niederländische Agentur für Umweltprüfung
Niederlande

GEWINNER, Gundula
Deltares
Niederlande / Deutschland

SCHREIBEN, Maximilian
Ludwig-Maximilians-Universität München
Deutschland

Wissenschaftlicher Lenkungsausschuss

ABDULLA, Amjad
IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
IRENA
Malediven

ALDRIAN, Edvin
Ko-Vorsitzender des IPCC WGI

Anhänge

Agentur für Bewertung und Anwendung von
Technologien
Indonesien

CALVO, Eduardo

IPCC TFI Ko-Vorsitzender
Nationale Universität von San Marcos
Peru

CARRARO, Carlo

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Ca' Foscari Universität Venedig
Italien

DRIOUECH, Fatima

IPCC WGI Stellvertretender Vorsitzender
Universität Mohammed VI Polytechnic
Marokko

FISCHLIN, Andreas

IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
ETH Zürich
Schweiz

FUGLESTVEDT, Jan

IPCC WGI Stellvertretender Vorsitzender
Zentrum für Internationale Klimaforschung (CICERO)
Norwegen

DADI und Diriba Korecha

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Äthiopisches meteorologisches Institut
Äthiopien

MAHMOUD, Nagmeldin G.E.

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Höherer Rat für Umwelt und natürliche Ressourcen
Sudan

REISINGER, Andy

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe III des IPCC
He Pou A Rangī Klimawandelkommission
Neuseeland

SEMENOV, Sergej

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II des IPCC
Yu.A. Izrael Institut für globale Klima- und Ökologie
Russische Föderation

TANABE, Kiyoto

IPCC TFI Ko-Vorsitzender
Institut für Globale Umweltstrategien
Japan

TARIQ, Muhammad Irfan

Ko-Vorsitzender des IPCC WGI
Ministerium für Klimawandel
Pakistan

VERA, Vereinigte Staaten

Ko-Vorsitzender des IPCC WGI
Universidad de Buenos Aires (CONICET)
Argentinien

YANDA, Pius

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II des IPCC
Universität Dar es Salaam
Vereinigte Republik Tansania

YASSAA, Noureddin

Ko-Vorsitzender des IPCC WGI
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algerien

ZATARI, Taha M. (Hrsg.)

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II des IPCC
Ministerium für Energie, Industrie und Bodenschätze
Saudi-Arabien

Anhang IV - Gutachter AR6 SYR

Anhänge

Anhänge

ABDELFATTAH, Eman

Universität Kairo
Ägypten

ABULEIF, Khalid Mohamed

Ministerium für Erdöl und Mineralressourcen
Saudi-Arabien

ACHAMPONG, Frankreich

Europäisches Netz für Schulden und Entwicklung (Eurodad)
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

AGRAWAL, Mahak

Zentrum für globale Energiepolitik
Vereinigten Staaten von Amerika

AKAMANI, Kofi

Southern Illinois University Carbondale
Vereinigten Staaten von Amerika

ÅKESSON, Ulrika

Sida
Schweden

ALBIHN, Ann

Schwedische Universität für Agrarwissenschaften Uppsala
Schweden

ALCAMO, Joseph

Universität von Sussex
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

ALSARMI, sagte

Zivilluftfahrtbehörde von Oman
Oman

AMBRÓSIO von Luis Alberto

Instituto de Zootecnia
Brasilien

AMONI, Alves Melina

WayCarbon Soluções Ambientais und Projetos de Carbono
Ltda
Brasilien

ANDRIANASOLO, Vereinigtes Königreich

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
Madagaskar

ANORUO, Tschukwuma

Universität von Nigeria
Nigeria

ANWAR RATEB von Samy Ashraf

Ägyptische Meteorologische Behörde
Ägypten

APPADOO, Chandani

Universität von Mauritius
Mauritius

ARAMENDIA, Emanuel

Universität Leeds
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

ASADNABIZADEH, Majid

UMCS

Polen

ÁVILA ROMERO, Agustín

SEMARNAT
Mexiko

BADRUZZAMAN, Ahmed

Universität von Kalifornien, Berkeley, CA
Vereinigten Staaten von Amerika

BALA, Govindasamy

Indian Institute of Science
Indien

BANDYOPADHYAY, Jayanta

Observer Research Foundation
Indien

BANERJEE, Manjushree

Institut für Energie und Ressourcen
Indien

BARAL, Prashant

ICIMOD
Nepal

BAXTER, Tim

Kategorie: Klimarat (Australien)
Australien

SCHLAID, Fateh

King Abdullah Petroleum Studies and Research Center
Saudi-Arabien

BELEM, Andre

Universidade Federal Fluminense
Brasilien

BENDZ, David

Schwedisches Geotechnisches Institut
Schweden

BENKO, Bernadett

Ministerium für Innovation und Technologie
Ungarn

BENNETT, Helen

Institut für Industrie, Wissenschaft, Energie und Ressourcen
Australien

BENTATA, Salah Eddine

Algerische Weltraumorganisation
Algerien

BERK, Marcel

Ministerium für Wirtschaft und Klimapolitik
Niederlande

BERNDT, Alexandre

EMBRAPA
Brasilien

Das Beste, Frank

HTWG Konstanz
Deutschland

BHATT, Jayavardhan Ramanlal

Anhänge

Ministerium für Umwelt, Wälder und Klimawandel
Indien

BHATTI, Manpreet
Guru Nanak Dev University
Indien

BIGANO, Andrea
Europa-Mittelmeer-Zentrum für Klimaänderungen (CMCC)
Italien

BOLLINGER, Dominique
HEIG-VD / HES-SO
Schweiz

BONDUELLE, Antoine
E&E Berater sarl
Frankreich

BRAGA, Diego
Universidade Federal do ABC und WayCarbon Environmental
Solutions
Brasilien

BRAUCH, Hans Günter
Hans Günter Brauch Stiftung für Frieden und Ökologie im
Anthropozän
Deutschland

BRAVO, Giangiaco
Universität Linnaeus
Schweden

BROCKWAY, Paul
Universität Leeds
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

BRUN, Eric
Ministère de la Transition Ecologique und Solidaire
Frankreich

BRUNNER, Cyril
Institut für Atmosphären- und Klimawissenschaften, ETH
Zürich
Schweiz

BUDINIS, Sara
Internationale Energieagentur, Imperial College London
Frankreich

BUTO, Olga
Holz Plc
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

CARDOSO, Manoel
Brasilianisches Institut für Weltraumforschung (INPE)
Brasilien

CASERINI, Stefano
Politecnico di Milano
Italien

CASTELLANOS, Spanien
World Resources Institute
Vereinigten Staaten von Amerika

Kategorie: Catalano (Franco)

ENEA
Italien

CAUBEL, David
Ministerium für ökologischen Wandel
Frankreich

CHAKRABARTY, Vereinigte Staaten
World Resources Institute
Indien

CHAN SIEW HWA, Nanyang
Technologische Universität
Singapur

CHANDRASEKHARAN, Nair Kesavachandran
CSIR-Nationales Institut für Interdisziplinäre Wissenschaft
und Technologie
Indien

CHANG, Hoon
Institut für Umwelt in Korea
Republik Korea

CHANG'A Ladislaus
Tansania Meteorologische Behörde (TMA)
Vereinigte Republik Tansania

CHERYL, Jeffers
Ministerium für Landwirtschaft, Meeresressourcen,
Genossenschaften, Umwelt und Siedlungen
St. Kitts und Nevis

Tschestnoj, Sergej
UC RUSAL
Russische Föderation

CHOI, Junge Frau
Phineo gAG
Deutschland

CHOMTORANIN, Jainta
Ministerium für Landwirtschaft und Genossenschaften
Thailand

CHORLEY, Hanna
Ministerium für Umwelt
Neuseeland

WEIHNACHTEN, Tina
Dänisches meteorologisches Institut
Dänemark

CHRISTOPHERSEN, Øyvind
Norwegische Umweltagentur
Norwegen

CIARLO, James
Internationales Zentrum für Theoretische Physik
Italien

CINIRO, Costa Jr
CGIAR
Brasilien

Koch, Jolene
Department for Business, Energy & Industriestrategie

Anhänge

Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

von COOK, Lindsey

FWCC
Deutschland

ZUSAMMENARBEIT, Jasmin

Imperial College London
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

COPPOLA, Erika

ICTP
Italien

CORNEJO RODRÍGUEZ, Maria del Pilar

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Ecuador

CORNELIUS, Stephan

WWF
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

CORTES, Pedro Luiz

Universität von Sao Paulo
Brasilien

COSTA, Vereinigte Staaten

Ministerium für Umwelt und Klimapolitik
Portugal

COVACIU, Andra

Zentrum für Naturgefahren und Katastrophenforschung
Schweden

COX, Janice

Weltföderation für Tiere
Südafrika

CURRIE-ALDER, Bruce

Forschungszentrum für internationale Entwicklung
Kanada

CZERNICHOWSKI-LAURIOL, Isabelle

BRGM
Frankreich

D'IORIO, Marc

Umwelt und Klimawandel Kanada
Kanada

DAS, Anannya

Zentrum für Wissenschaft und Umwelt
Indien

DAS, Pallavi

Rat für Energie, Umwelt und Wasser (CEEW)
Indien

DE ARO GALERA, Leonardo

Universität Hamburg
Deutschland

DE MACEDO PONTUAL COELHO, Camila

Rathaus von Rio de Janeiro
Brasilien

DE OLIVEIRA E AGUIAR, Alexandre

Invento Consultoria
Brasilien

DEDEOGLU, Cagdas

Universität Yorkville
Kanada

DEKKER, Sabrina

Stadtrat von Dekker Dublin
Irland

DENTON, Peter

Royal Military College of Canada, Universität von Winnipeg,
Universität von Manitoba
Kanada

DEVKOTA, Thakur Prasad

ITC
Nepal

DICKSON, Neil

ICAO
Kanada

DIXON, Tim

IEAGHG
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

DODOO, Ambrosius

Universität Linnaeus
Schweden

DOMÍNGUEZ Sánchez, Ruth

Creara
Spanien

DRAGICEVIC, Arnaud

INRAE
Frankreich

DREYFUS, Gabrielle

Institut für Governance & Nachhaltige Entwicklung
Vereinigten Staaten von Amerika

Dumble, Paul (Hrsg.)

Senior Land-, Ressourcen- und Abfallspezialist
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

DUNHAM, Maciel André

Ministerium für auswärtige Angelegenheiten
Brasilien

DZIELIŃSKI, Michał

Universität Stockholm
Schweden

ELLIS, Anna

Die offene Universität
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

EL-NAZER, Mostafa

Nationales Forschungszentrum
Ägypten

FARROW, Aidan

Greenpeace Research Laboratories
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

FERNANDES, Alexandre

Belgisches Büro für Wissenschaftspolitik
Belgien

ENDLICHKEIT, Marjahn

Cape Eleuthera Institute
Bahamas

FINNVEDEN, Göran

KTH
Schweden

Fischer, David (Hrsg.)

Internationale Energieagentur
Frankreich

FLIEGEN, Meer

Universität von British Columbia, Oregon State University und
US-Landwirtschaftsministerium
Vereinigten Staaten von Amerika

FORAMITTI, Joël

Universität Autònoma de Barcelona
Spanien

FRA PALEO, Stadt

Universität von Extremadura
Spanien

FRACASSI, Umberto

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Italien

FRÖLICHER, Thomas

Universität Bern
Schweiz

FUGLESTVEDT, Jan

IPCC WGI Stellvertretender Vorsitzender
CICERO
Norwegen

GARCÍA MORA, Magdalena

ACCIONA ENERGÍA
Spanien

GARCÍA PORTILLA, bekannt geworden durch Jason

Universität St. Gallen
Schweiz

GARCÍA SOTO, Carlos

Spanisches Institut für Ozeanographie
Spanien

GEDEN, Oliver

Deutsches Institut für Internationale und Sicherheitsfragen
Deutschland

GEHL, Georg

Ministère du Développement Durable et des Infrastructures
Luxemburg

GIL, Ramón Wladimir

Katholische Universität Peru
Peru

GONZÁLEZ, Fernando Antonio Ignacio

IIESS
Argentinien

GRANSHAW, Frank D. (Hrsg.)

Portland State University
Vereinigten Staaten von Amerika

GRÜN, Fergus

University College London
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

GREENWALT, Julie

Go Green für das Klima
Niederlande

GRIFFIN, Emer

Institut für Kommunikation, Klimapolitik und Umwelt
Irland

GRIFFITHS, Andy

Diageo
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

GUENTHER von Genevieve

Die neue Schule
Vereinigten Staaten von Amerika

GUIMARA, Kristel

North Country Community College
Vereinigten Staaten von Amerika

GUIOT, Joël

CEREGE / CNRS
Frankreich

HAIRABEDIAN, Jordanien

EcoAct
Frankreich

HAMAGUCHI, Ryo

UNFCCC
Deutschland

HAMILTON, Stephan

Michigan State University und Cary Institute of Ecosystem
Studies
Vereinigten Staaten von Amerika

HAN, In-Seong

Nationales Institut für Fischereiwissenschaft
Republik Korea

HANNULA, Ilkka

IEA
Frankreich

HARJO, Rebekka

NOAA/Nationaler Wetterdienst
Vereinigten Staaten von Amerika

HARNISCH, Jochen

KFW Entwicklungsbank
Deutschland

HASANEIN, Amin

Islamic Relief Deutschland

Anhänge

Deutschland

HATZAKI, Maria

Nationale und Kapodistrische Universität Athen
Griechenland

HAUSKER, Karl

World Resources Institute
Vereinigten Staaten von Amerika

HEGDE, Gajanana

UNFCCC
Deutschland

HENRIKKA, Säkö

Forward Advisory
Schweiz

HIGGINS, Lindsey

Hellblauer Punkt
Schweden

HOFFERBERTH, Elena

Universität Leeds
Schweiz

IGNASZEWSKI, Emma

Good Food Institute
Vereinigten Staaten von Amerika

IMHOF, Lelia

IRNASUS (CONICET-Universidad Católica de Córdoba)
Argentinien

JÁCOME POLIT, David

Universidad de las Américas
Ecuador

JADRIJEVIC GIRARDI, Maritza

Umweltministerium
Chile

JAMDADE, Akshay Anil

Zentraleuropäische Universität
Österreich

JAOUDE, Daniel

Studienzentrum für Public Policy in Human Rights an der
Federal University of Rio de Janeiro
Brasilien

JATIB, María Inés

Institut für Wissenschaft und Technologie der Nationalen
Universität Tres de Febrero (ICyTec-UNTREF)
Argentinien

JIE, Jiang

Institut für Physik der Atmosphäre
China

JÖCKEL, Dennis Michael

Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und
Ressourcenstrategie IWKS
Deutschland

JOHANNESSEN, Ase

Global Center on Adaptation und Lund University

Schweden

JOHNSON, Francis Xavier

Stockholmer Umweltinstitut
Thailand

JONES, Richard

Hotels in der Nähe von Office Hadley Centre
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

JRAD, Amel

Berater
Tunesien

JUNGMAN, Laura

Berater
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

KÄÄB, Andreas

Universität Oslo
Norwegen

KADITI, Eleni

Organisation der erdölexportierenden Länder
Österreich

KAINUMA, Mikiko

Institut für Globale Umweltstrategien
Japan

KANAYA, Yugo

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
Japan

KASKE-KUCK, Vereinigte Staaten

WBCSD
Schweiz

KAUROLA, Jussi

Finnisches Meteorologisches Institut
Finnland

KEKANA, Maesela

Ministerium für Umweltangelegenheiten
Südafrika

KELLNER, Julie

ICES und WHOI
Dänemark

KEMPER, Jasmin

IEAGHG United
Königreich (Großbritannien und Nordirland)

KHANNA, Sanjay

McMaster Universität
Kanada

KIENDLER-SCHARR, Astrid

Forschungszentrum Jülich und Universität Köln
Österreich

KILKIS, Siir

Der Wissenschaftliche und Technologische Forschungsrat der
Türkei
Türkei

Anhänge

KIM, Hyungjun

Korea Advanced Institute of Science and Technology
Republik Korea

KIM, Rae Hyun

Zentralregierung
Republik Korea

KIMANI, Margaret

Kenia Meteorologische Dienste
Kenia

KING-CLANCY, Vereinigtes Königreich

Staatsanwaltschaft King County
Vereinigten Staaten von Amerika

KOFANOV, Oleksii

Nationale Technische Universität der Ukraine „Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute“
Ukraine

KOFANOVA, Olena

Nationale Technische Universität der Ukraine „Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute“
Ukraine

KONDO, Hiroaki

National Institute of Advanced Industrial Science and
Technology
Japan

KOPP, Robert

Universität Rutgers
Vereinigten Staaten von Amerika

KOREN, Gerbrand

Universität Utrecht
Niederlande

KOSONEN, Kaisa

Greenpeace
Finnland

KRUGLIKOVA, Nina

Universität Oxford
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

KUMAR, Anupam

Nationale Umweltagentur
Singapur

KUNNAS, Jan

Universität Jyväskylä
Finnland

KUSCH-BRANDT, Sigrid

University of Southampton und ScEnSers unabhängige
Expertise
Deutschland

KVERNDOKK, Schnorcheln

Frisc
Norwegen

LA BRANCHE, Stéphane

Internationales Panel zum Verhalten von Chante
Frankreich

LABINTAN, Adeniyi

Afrikanische Entwicklungsbank (AfDB)
Südafrika

LABRIET, Maryse

Eneris Consultants
Spanien

LAMBERT, Laurent

Doha Institute for Graduate Studies (Qatar) und Sciences Po
Paris (Frankreich)
Frankreich / Katar

LE COZANNET, Frankreich

BRGM
Frankreich

LEAVY, Sebastián

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria / Universidad
Nacional de Rosario
Argentinien

LECLERC, Christine

Simon-Fraser-Universität
Kanada

LEE, Arthur

Dienstleistungen von Chevron
Vereinigten Staaten von Amerika

Liebe Grüße, Joyce

Global Wind Energy Council
Deutschland

LEHOCZKY, Annamaria

Fauna und Flora International
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

LEITER, Timo

London School of Economics und Politikwissenschaft
Deutschland

LENNON, Breffní

University College Cork
Irland

LIM, Jinsun

Internationale Energieagentur
Frankreich

LLASAT, Maria Carmen

Universidad de Barcelona
Spanien

LOBB, David

Universität von Manitoba
Kanada

LÓPEZ DíEZ, Abel

Universität von La Laguna
Spanien

LUENING, Sebastian

Institut für Hydrographie, Geoökologie und
Klimawissenschaften
Deutschland

Anhänge

LYNN, Jonathan

IPCC
Schweiz

MABORA, Thupana

Universität von Südafrika und Rhodes University
Südafrika

MARTINERIE, Patricia

Institut des Géosciences de l'Environnement, CNRS
Frankreich

Martin-Nagel, Renée

Ein Ripple-Effekt
Vereinigten Staaten von Amerika

MASSON-DELMOTTE, Frankreich

Ko-Vorsitzender des IPCC WGI
IPSL/LSCE, Universität Paris Saclay
Frankreich

MATHESON, Shirley

WWF-EPA
Belgien

MATHISON, Camilla

UK Met Büro
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

MATKAR, Ketna

Cipher Environmental Solutions LLP
Indien

MBATU, Richard

Universität von Südflorida
Vereinigten Staaten von Amerika

MCCABE, David

Task Force „Saubere Luft“
Vereinigten Staaten von Amerika

MCKINLEY, Ian

McKinley Consulting
Schweiz

MERABET, Hamza

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Algerien

LUBANGO, Louis Mitondo

Vereinte Nationen
Äthiopien

MKUHLANI, Siyabusa

Internationales Institut für Tropenlandwirtschaft
Kenia

MOKIEVSKY, Vadim

IO RAS
Russische Föderation

MOLINA, Luisa

Molina Zentrum für Strategische Studien in Energie und
Umwelt
Vereinigten Staaten von Amerika

MORENO, Ana Rosa

Nationale Autonome Universität von Mexiko
Mexiko

MUDELSEE, Manfred

Klimarisikoanalyse - Manfred Mudelsee e.K.
Deutschland

MUDHOO, Ackmez

Universität von Mauritius
Mauritius

MUKHERJI, Aditi

IWMI
Indien

MULCHAN, Neil

Ausscheiden aus dem University System of Florida
Vereinigten Staaten von Amerika

MÜLLER, Gerrit

Universität Utrecht
Niederlande

NAIR, Sukumaran

Zentrum für Grüne Technologie & Management
Indien

NASER, Humood

Universität von Bahrain
Bahrain

NDAO, Séga

Forschungszentrum für landwirtschaftliche Treibhausgase in
Neuseeland
Senegal

NDIONE von Jacques André

ANTWORTEN
Senegal

NEGREIROS, Priscilla

Initiative für Klimapolitik
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

NELSON, Gillian

We Mean Business Coalition
Frankreich

NEMITZ, Dirk

UNFCCC
Deutschland

NG, Chris

Greenpeace
Kanada

NICOLINI, Cecilia

Ministerium für Umwelt und nachhaltige Entwicklung
Argentinien

NISHIOKA, Shuzo

Institut für Globale Umweltstrategien
Japan

NKUBA, Michael

Anhänge

Universität von Botswana
Botsuana

NOHARA, Daisuke
Technisches Forschungsinstitut Kajima
Japan

Niemand, Clare
Universität Maynooth
Irland

NORDMARK, Sara
Schwedische Agentur für zivile Notfälle
Schweden

NTAHOMPAGAZE, Pascal
Sachverständiger
Belgien

NYINGURO, Patricia
Meteorologischer Dienst von Kenia
Kenia

NZOTUNGICIMPAYE, Claude-Michel
Concordia University
Kanada

OBBARD, Jeff
Cranfield University (UK) und Centre for Climate Research
(Singapur)
Singapur

O'BRIEN, Jim
Irisches Klimaforschungsforum
Irland

O'CALLAGHAN, Donal
Ausscheiden aus der Teagasc Agriculture Development
Authority
Irland

OCKO, Ilissa
Fonds für Umweltverteidigung
Vereinigten Staaten von Amerika

OH, Yae Gewonnen
Kategorie: Meteorologisches Amt (Korea)
Republik Korea

O'HARA, Ryan
Harvey Mudd College
Vereinigten Staaten von Amerika

OHNEISER, Christian
Universität Otago
Neuseeland

OKPALA, Denise
ECOWAS-Kommission
Nigeria

OMAR, Samira
Kuwait-Institut für wissenschaftliche Forschung
Kuwait

ORLOV, Alexander
Ukraine

ORTIZ, Mark
Aktivitäten in der Nähe von University of North Carolina at
Chapel Hill
Vereinigten Staaten von Amerika

OSCHLIES, Andreas
GEOMAR
Deutschland

OTAKA, Junichiro
Ministerium für auswärtige Angelegenheiten
Japan

PACAÑOT, Vince Davidson
Universität der Philippinen Diliman
Philippinen

PALMER, Tamzin
Met Office
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

PARRIQUE, Vereinigtes Königreich
Universität Clermont Auvergne
Frankreich

PATTNAYAK, Kanhu Charan
Ministerium für Nachhaltigkeit und Umwelt
Singapur

PEIMANI, Hooman
International Institute for Asian Studies and Leiden University
(Niederlande)
Kanada

PELEJERO, Carles
ICREA und Institut de Ciències del Mar, CSIC
Spanien

PERUGINI, Lucia
Europa-Mittelmeer-Zentrum für Klimawandel
Italien

PETERS, Aribert
Bund der Energieverbraucher e.V.
Deutschland

PETERSON, Bela
coneva GmbH
Deutschland

PETTERSSON, Eva
Königlich Schwedische Akademie für Land- und
Forstwirtschaft
Schweden

PINO MAESO, Alfonso
Ministerio de la Transición Ecológica
Spanien

SPIELPLÄTZE, Guillaume
Universität Bordeaux
Frankreich

PLANTON, Serge
Verein Météo et Climat
Frankreich

Anhänge

PLENCOVICH, Maria von Cristina

Universidad de Buenos Aires
Argentinien

PLESNIK, Jan

Naturschutzbehörde der Tschechischen Republik
Tschechische Republik

POLONSKY, Alexander

Institut für Natürliche Technische Systeme
Russische Föderation

Papst, James

Met Office
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

PÖRTNER, Hans-Otto

Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II des IPCC
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Deutschland

PRENKERT, Frans

Universität Örebro
Schweden

PREIS, Joseph

UNEP
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

QUENTA, Estefania

Universidad Mayor de San Andrés
Bolivien

RADUNSKY, Klaus

Österreichischer Standard International
Österreich

RAHAL, Farid

Universität der Wissenschaften und der Technologie von Oran
- Mohamed Boudiaf
Algerien

RAHMAN, Syed Masiur

King Fahd University of Petroleum & Minerals
Saudi-Arabien

RAHMAN, Mohammad Mahbubur

Universität Lancaster
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

RAYNAUD, Dominique

CNRS
Frankreich

VERKAUFEN, Marco

Nationales Institut für Ozeanographie und Angewandte
Geophysik
Italien

RECALDE, Jachthafen

GRUNDSTÜCK BARILOCHE / CONICET
Argentinien

REISINGER, Andy

IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Kommission für den Klimawandel

Neuseeland

RÉMY, Eric

Universität Toulouse III Paul Sabatier
Frankreich

REYNOLDS, Jesse

Berater
Niederlande

RIZZO, Lucca

Mattos Filho
Brasilien

RÓBERT, Blaško

Slowakische Umweltagentur
Slowakei

ROBOCK, Alan

Universität Rutgers
Vereinigten Staaten von Amerika

RODRIGUES, Mónica A. (Hrsg.)

Universität Coimbra
Portugal

ROELKE, Luisa

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit
Deutschland

ROGERS, Cassandra

Australian Bureau of Meteorology
Australien

ROMERI, Mario Valentino

Berater
Italien

ROMERO, Javier

Universität Salamanca
Spanien

ROMERO, Mauricio

Nationale Stelle für Katastrophenrisikomanagement
Kolumbien

RUIZ-LUNA, Arturo

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. -
Hotel auf der Karte
Mexiko

RUMMUKAINEN, Markku

Schwedisches meteorologisches und hydrologisches Institut
Schweden

SAAD-HUSSEIN, Amal

Environment & Climate Change Research Institute,
Nationales Forschungszentrum
Ägypten

SALA, Hernan E. (Hrsg.)

Argentinisches Antarktis-Institut - Nationale Antarktis-Direktion
Argentinien

SALADIN, Claire

IUCN / WIDECAST

Anhänge

Frankreich

SALAS Y MELIA, David
Météo-Frankreich
Frankreich

SANGHA, Kamaljit K. (Hrsg.)
Charles Darwin University
Australien

SANTILLO, David
Greenpeace Research Laboratories (University of Exeter)
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

SCHACK, Michael
ENGIE, Berater
Frankreich

SCHNEIDER, Linda
Heinrich-Böll-Stiftung
Deutschland

SEMENOV, Sergej
IPCC WGII Stellvertretender Vorsitzender
Institut für Globales Klima und Ökologie
Russische Föderation

SENSOY, Serhat
Türkischer staatlicher meteorologischer Dienst
Türkei

SHAH, Parita
Universität Nairobi
Kenia

SILVA, Vintura
UNFCCC
Grenada

Singh, Bhawan (Vereinigte Staaten)
Universität von Montreal
Kanada

SMITH, Sharon
Geologischer Überblick über Kanada, natürliche Ressourcen
Kanada
Kanada

SMITH, Inga Jane
Universität Otago
Neuseeland

SOLMAN, Silvina Alicia
CIMA (CONICET/UBA)-DCAO (FCEN/UBA)
Argentinien

SOOD, Rashmi
Concentrix
Indien

SPRINZ, Detlef
PIK
Deutschland

STARK, Wendelin
ETH Zürich,
Schweiz

STRIDBÆK, Ulrik
Ørsted A/S
Dänemark

SUGIYAMA, Masahiro
Universität Tokio
Japan

SONNE, Tianyi
Fonds für Umweltverteidigung
Vereinigten Staaten von Amerika

SUTTON, Adrienne
NOAA
Vereinigten Staaten von Amerika

SYDNOR, Marc
Apex Clean Energy
Vereinigten Staaten von Amerika

SZOPA, Sophie
Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies
Alternativen
Frankreich

TADDEI, Renzo
Föderale Universität von Sao Paulo
Brasilien

TAIMAR, Ala
Estnisches Meteorologisches & Hydrologisches Institut
Estland

TAJBAKSHH, Mosalman Sahar
Meteorologische Organisation der Islamischen Republik Iran
Iran

TALLEY, Trigg
US-Außenministerium
Vereinigten Staaten von Amerika

TANCREDI, Eida
Nationale Universität Lujan
Argentinien

TARTARI, Gianni
Wasserforschungsinstitut - Nationaler Forschungsrat Italiens
Italien

TAYLOR, Lukas
Otago Innovation Ltd (Universität Otago)
Neuseeland

THOMPSON, Simon
Chartered Banker Institute
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

TIRADO, Reyes
Greenpeace International und University of Exeter
Spanien

TREGUIER, Anne Marie
CNRS
Frankreich

TULKENS, Philippe

Anhänge

Europäische Union
Belgien

TURTON, Vereinigtes Königreich
Internationale Atomenergie-Organisation
Österreich

TUY, Héctor
Organismo Indígena Naleb“
Guatemala

TYRRELL, Tristan
Irland

URGE-VORSATZ, Diana
IPCC WGIII Stellvertretender Vorsitzender
Zentraleuropäische Universität
Ungarn

VACCARO, James
Climate Safe Lending Network
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

VAN YPERSELE, Jean-Pascal
Université Catholique de Louvain
Belgien

VASS, Tiffany
IEA
Frankreich

VERCHOT, Ludwig
Alliance Bioversity Ciat
Kolumbien

VICENTE-VICENTE, Jose Luis
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Deutschland

VILLAMIZAR, Alicia
Universidad Simón Bolívar
Venezuela

VOGEL, Jefim
Universität Leeds
Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)

VON SCHUCKMANN, Karina
Mercator Ocean International
Frankreich

VORA, Nemi
Amazon Worldwide Sustainability und IIASA
Vereinigten Staaten von Amerika

WALZ, Josefine
Bundesamt für Naturschutz
Deutschland

WEI, Taoyuan
CICERO
Norwegen

WEIJIE, Zhang
Ministerium für Umwelt und natürliche Ressourcen
Singapur

SCHIFFE, Josepha
Universität Malmö
Schweden

WITTENBRINK, Heinrich
FH Joanneum
Österreich

WITTMANN, Veronika
Johannes Kepler Universität Linz
Österreich

WONG, Li Wah
CEARCH
Deutschland

WONG, Poh Poh
Universität von Adelaide
Australien / Singapur

WYROWSKI, Lukasz
UNECE
Schweiz

YAHYA, Mohammed
IUCN
Kenia

YANG, Liang Emlyn
LMU München
Deutschland

YOMMEE, Suriyakit
Thammasat Universität
Thailand

YU, Jianjun
Nationale Umweltagentur
Singapur

YULIZAR, Yulizar
Universität Pertamina
Indonesien

ZAELE, Vereinigtes Königreich
Institut für Governance & Nachhaltige Entwicklung
Vereinigten Staaten von Amerika

ZAJAC, Joseph
Technischer Gutachter
Vereinigten Staaten von Amerika

ZANGARI DEL BALZO, Gianluigi
Sapienza Universität Rom
Italien

ZDRULI, Pandi
CIHEAM
Italien

ZHUANG, Guotai
Chinesische meteorologische Verwaltung
China

ZOMMERS, Zinta
Lettland

Anhänge

ZOPATTI, Alvaro
Universität von Buenos Aires

Argentinien

Anhang V - Verzeichnis der Veröffentlichungen des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

Bewertungsberichte

Sechster Sachstandsbericht

Klimawandel 2021: Die physikalische Wissenschaft Basis
Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht

Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit
Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Sechsten Sachstandsbericht

Klimawandel 2022: Eindämmung des Klimawandels
Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Sechsten Sachstandsbericht

Klimawandel 2023: Synthesebericht
Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

Fünfter Sachstandsbericht

Klimawandel 2013: Die physikalische Wissenschaft Basis
Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht

Klimawandel 2014: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit
Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Fünften Sachstandsbericht

Klimawandel 2014: Eindämmung des Klimawandels
Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Fünften Sachstandsbericht

Klimawandel 2014: Synthesebericht
Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

Vierter Sachstandsbericht

Klimawandel 2007: Die physikalische Wissenschaft Basis
Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht

Klimawandel 2007: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit
Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht

Klimawandel 2007: Eindämmung des Klimawandels
Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Vierten Sachstandsbericht

Klimawandel 2007: Synthesebericht
Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

Dritter Bewertungsbericht

Klimawandel 2001: Die wissenschaftliche Basis
Beitrag der Arbeitsgruppe I zum dritten Sachstandsbericht

Klimawandel 2001: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit

Anhänge

Beitrag der Arbeitsgruppe II zum dritten Sachstandsbericht

Klimawandel 2001: Abschwächung

Beitrag der Arbeitsgruppe III zum dritten Sachstandsbericht

Klimawandel 2001: Synthesebericht

Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum dritten Bewertungsbericht

Zweiter Bewertungsbericht

Klimawandel 1995: Wissenschaft des Klimawandels

Beitrag der Arbeitsgruppe I zum zweiten Sachstandsbericht

Klimawandel 1995: Wissenschaftlich-technische Wirkungsanalysen,

Anpassung und Eindämmung des Klimawandels

Beitrag der Arbeitsgruppe II zum zweiten Sachstandsbericht

Klimawandel 1995: Wirtschaftliche und soziale Dimensionen des Klimawandels

Beitrag der Arbeitsgruppe III zum zweiten Bewertungsbericht

Klimawandel 1995: Synthese wissenschaftlich-technischer

Für die Auslegung des Artikels 2 der Vereinten Nationen relevante Informationen

Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen

Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

Ergänzende Berichte zum Ersten Sachstandsbericht

Klimawandel 1992: Ergänzender Bericht zur wissenschaftlichen Bewertung des IPCC

Ergänzender Bericht der IPCC Scientific Assessment Working Group I

Klimawandel 1992: Ergänzender Bericht zur IPCC-Folgenabschätzung

Ergänzender Bericht der IPCC-Arbeitsgruppe II zur Folgenabschätzung

Klimawandel: Die IPCC-Bewertungen von 1990 und 1992

IPCC First Assessment Report Overview and Policymaker Summaries and 1992 IPCC Supplement

Erster Bewertungsbericht

Klimawandel: Die wissenschaftliche Bewertung

Bericht der IPCC Scientific Assessment Working Group I, 1990

Klimawandel: Die IPCC-Folgenabschätzung

Bericht der IPCC-Arbeitsgruppe II zur Folgenabschätzung, 1990

Klimawandel: Die Reaktionsstrategien des IPCC

Bericht der IPCC Response Strategies Working Group III, 1990

Sonderberichte

Der Ozean und die Kryosphäre in einem sich verändernden Klima 2019

Klimawandel und Land

Anhänge

Ein IPCC-Sonderbericht zu Klimawandel, Wüstenbildung, Landdegradation, nachhaltiger Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüssen in terrestrischen Ökosystemen 2019

Erderwärmung von 1,5 °C

Ein IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen der globalen Erwärmung um 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit der Stärkung der globalen Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, die nachhaltige Entwicklung und die Bemühungen zur Beseitigung der Armut. 2018

Management der Risiken von Extremereignissen und Katastrophen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel 2012

Erneuerbare Energien und Klimaschutz 2011

CO₂-Abscheidung und -Speicherung 2005

Schutz der Ozonschicht und des globalen Klimasystems: Fragen im Zusammenhang mit teilfluorierten Kohlenwasserstoffen und perfluorierten Kohlenwasserstoffen
(Gemeinsamer Bericht IPCC/TEAP) 2005

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 2000

Emissionsszenarien 2000

Methodische und technologische Fragen des Technologietransfers 2000

Die Luftfahrt und die globale Atmosphäre 1999

Regionale Auswirkungen des Klimawandels: An Assessment of Vulnerability (Eine Bewertung der Sicherheitsanfälligkeit) 1997

Klimawandel 1994: Radiative Forcing of Climate Change und eine Bewertung der IPCC IS92 Emissionsszenarien 1994

Methodikberichte und technische Leitlinien

2019 Verfeinerung der IPCC-Leitlinien von 2006 für nationale Treibhausgasinventare 2019

2013 Überarbeitete ergänzende Methoden und Leitlinien für bewährte Verfahren aus dem Kyoto-Protokoll (KP-Beilage) 2014

Ergänzung der IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006: Feuchtgebiete (Wetlands Supplement) 2014

IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare 2006

(5 Bände) 2006

Definitionen und methodische Optionen zur Erfassung von Emissionen aus direkt vom Menschen verursachter Waldschädigung und Entwicklung anderer Vegetationstypen 2003

Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry 2003

Good Practice Guidance und Uncertainty Management

Nationale Treibhausgasinventare 2000

Überarbeitete IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 1996 (3 Bände) 1996

Anhänge

Technische Leitlinien des IPCC zur Bewertung der Auswirkungen und Anpassungen des Klimawandels 1994

IPCC-Richtlinien für nationale Treibhausgasinventare
(3 Bände) 1994

Vorläufige Leitlinien zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels
1992

Technische Papiere

Klimawandel und Wasser
IPCC Technical Paper VI, 2008

Klimawandel und Biodiversität
IPCC Technical Paper V, 2002

Auswirkungen der vorgeschlagenen CO₂-Emissionsbeschränkungen
IPCC Technical Paper IV, 1997

Stabilisierung atmosphärischer Treibhausgase: Physikalische, biologische und sozio-ökonomische Implikationen
Technisches Dokument III des IPCC, 1997

Eine Einführung in einfache Klimamodelle, die im zweiten Sachstandsbericht des IPCC verwendet werden
Technisches Dokument II des IPCC, 1997

Technologien, Politiken und Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels
IPCC Technical Paper I, 1996

Eine Liste der vom IPCC veröffentlichten unterstützenden Materialien (Workshop- und Sitzungsberichte) finden Sie unter www.ipcc.ch oder wenden Sie sich an das IPCC-Sekretariat, c/o World Meteorological Organization, 7 bis Avenue de la Paix, Case Postale 2300, CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Index

(zu schwierig: 1) durch Übersetzungsprobleme und 2) weil das Originaldokument viele Fehler aufweist)

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) ist das führende internationale Gremium für die Bewertung des Klimawandels. Es wurde vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) gegründet, um eine maßgebliche internationale Bewertung der wissenschaftlichen Aspekte des Klimawandels auf der Grundlage der neuesten weltweit veröffentlichten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Informationen bereitzustellen. Die regelmäßigen Bewertungen der Ursachen, Auswirkungen und möglichen Reaktionsstrategien des IPCC auf den Klimawandel sind die umfassendsten und aktuellsten verfügbaren Berichte zu diesem Thema und bilden die Standardreferenz für alle, die sich mit dem Klimawandel in Wissenschaft, Regierung und Industrie weltweit befassen. Dieser Synthesebericht ist das vierte Element des Sechsten Sachstandsberichts des IPCC, Klimawandel 2021/2023. Mehr als 800 internationale Experten bewerteten den Klimawandel in diesem sechsten Sachstandsbericht. Die drei Arbeitsgruppenbeiträge sind bei der Cambridge University Press erhältlich:

Klimawandel 2021: Die physikalische Wissenschaft Basis

Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

ISBN – 2 Volume Set: 978-1-009-15788-9 Taschenbuch

ISBN – Band 1: 978-1-009-41954-3 Taschenbuch

ISBN – Band 2: 978-1-009-41958-1 Taschenbuch

doi:10.1017/9781009157896

Klimawandel 2022: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeit

Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

ISBN – 3 Volume Set: 978-1-009-32583-7 Taschenbuch

ISBN – Band 1: 978-1-009-15790-2 Taschenbuch

ISBN – Band 2: 978-1-009-15799-5 Taschenbuch

ISBN – Band 3: 978-1-009-34963-5 Taschenbuch

doi:10.1017/9781009374347

Klimawandel 2022: Eindämmung des Klimawandels

Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

ISBN - Zweibändiger Satz: ISBN 978-1-009-15793-3 Taschenbuch

ISBN - Band 1: ISBN 978-1-009-42390-8 Taschenbuch

ISBN - Band 2: ISBN 978-1-009-42391-5 Taschenbuch

doi: 10.1017/9781009157926

Klimawandel 2023: Der Synthesebericht basiert auf den Bewertungen, die von den drei Arbeitsgruppen des IPCC durchgeführt und von einem engagierten Core Writing Team von Autoren verfasst wurden. Es bietet eine integrierte Bewertung des Klimawandels und befasst sich mit folgenden Themen:

- Aktueller Status und Trends
- Langfristige Klima- und Entwicklungs-Futures
- Kurzfristige Reaktionen in einem sich verändernden Klima

ISBN: 978-92-9169-164-7

doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647