

# SYNTHESEBERICHT ZUM SECHSTEN BEURTEILUNGSBERICHT DES IPCC (AR6)

## Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

**Kernschreiberteam:** Hoesung Lee (Vorsitzende), Katherine Calvin (USA), Dipak Dasgupta (Indien/USA), Gerhard Krinner (Frankreich/Deutschland), Aditi Mukherji (Indien), Peter Thorne (Irland/Vereinigtes Königreich), Christopher Trisos (Südafrika), José Romero (Schweiz), Paulina Aldunce (Chile), Ko Barrett (USA), Gabriel Blanco (Argentinien), William W. L. Cheung (Kanada), Sarah L. Connors (Frankreich/Vereinigtes Königreich), Fatima Denton (Gambien), Aïda Diongue-Niang (Senegal), David Dodman (Jamaika/Vereinigtes Königreich/Niederlande), Matthias Garschagen (Deutschland), Oliver Geden (Deutschland), Bronwyn Hayward (Neuseeland), Christopher Jones (Vereinigtes Königreich), Frank Jotzo (Australien), Thelma Krug (Brasilien), Rodel Lasco (Philippinen), Juni-Yi Lee (Republik Korea), Valérie Masson-Delmotte (Frankreich), Malte Meinshausen (Australien/Deutschland), Katja Mintenbeck (Deutschland), Abdalah Mokssit (Marokko), Friederike E. L. Otto (Vereinigtes Königreich/Deutschland), Minal Pathak (Indien), Anna Pirani (Italien), Elvira Poloczanska (UK/Australien), Hans-Otto Pörtner (Deutschland), Aromar Revi (Indien), Debra C. Roberts (Südafrika), Joyashree Roy (Indien/Thailand), Alex C. Ruane (USA), Jim Skea (Vereinigtes Königreich), Priyadarshi R. Shukla (Indien), Raphael Slade (Vereinigtes Königreich), Aimée Slangen (Niederlande), Youba Sokona (Mali), Anna A. Sörensson (Argentinien), Melinda Tignor (USA/Deutschland), Detlef van Vuuren (Niederlande), Yi-Ming Wei (China), Harald Winkler (Südafrika), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Lettland)

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

**Beitragende Autoren:** Andrés Alegría (Deutschland/Honduras), Kyle Armour (USA), Birgit Bednar-Friedl (Österreich), Kornelis Blok (Niederlande), Guéladio Cissé (Schweiz/Mauritania/Frankreich), Frank Dentener (EU/Niederlande), Siri Eriksen (Norwegen), Erich Fischer (Schweiz), Gregory Garner (USA), Céline Guivarch (Frankreich), Marjolijn Haasnoot (Niederlande), Gerrit Hansen (Deutschland), Matthias Hauser (Schweiz), Ed Hawkins (UK), Tim Hermans (Niederlande), Robert Kopp (USA), Noémie Leprince-Ringuet (Frankreich), Debora Ley (Mexiko/Guatemala), Jared Lewis (Australien/Neuseeland), Chloé Ludden (Deutschland/Frankreich), Zebedee Nicholls (Australien), Leila Niamir (Iran/Niederlande/Österreich), Shreya Some (Indien/Thailand), Sophie Szopa (Frankreich), Blair Trewin (Australien), Kaj-Ivar van der Wijst (Niederlande), Gundula Winter (Niederlande/Deutschland), Maximilian Witting (Deutschland)

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

**Wissenschaftlicher Lenkungsausschuss:** Hoesung Lee (Vorsitzende, IPCC), Amjad Abdulla (Malediven), Edwin Aldrian (Indonesien), Ko Barrett (Vereinigte Staaten von Amerika), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italien), Fatima Driouech (Marokko), Andreas Fischlin (Schweiz), Jan Fuglestvedt (Norwegen), Diriba Korecha Dadi (Äthiopien), Thelma Krug (Brasilien), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (Frankreich), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Kuba), Hans-Otto Pörtner (Deutschland), Andy Reisinger (Neuseeland), Debra Roberts (Südafrika), Sergej Semenov (Russische Föderation), Priyadarshi Shukla (Indien), Jim Skea (Vereinigtes Königreich), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japan), Muhammad Tariq (Pakistan), Diana Ürge-Vorsatz (Ungarn), Carolina Vera (Argentinien), Pius Yanda (Vereinigte Republik Tansania), Noureddine Yassaa (Algeria), Taha M. Zatari (Saudi-Arabien), Panmao Zhai (China)

**Visuelle Konzeption und Informationsdesign:** Arlene Birt (USA), Meeyoung Ha (Korea)

**Hinweise:** Tsu Compiled Version

## Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	4
A. Aktueller Status und Trends.....	5
Kasten SPM.1 Die Verwendung von Szenarien und modellierten Pfaden im AR6-Synthesebericht.....	11
B. Klimawandel, Risiken und langfristige Reaktionen.....	16
C. Antworten in der kurzfristigen.....	31

Quellen zitiert in dieser Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM)

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

In der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger beziehen sich die Verweise auf die Nummern der Abschnitte, Zahlen, Tabellen und Felder im zugrunde liegenden längeren Bericht des Syntheseberichts oder auf andere Abschnitte des SPM selbst (in runden Klammern).

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

AR5 Fünfter Bewertungsbericht



*Eŭropo  
Demokratio  
Esperanto*

Dokument von Pierre Dieumegard für [Europa-Demokratie-Esperanto](#)

Ziel dieses „vorläufigen“ Dokuments ist es, mehr Menschen in der Europäischen Union auf wichtige Dokumente aufmerksam zu machen. Wennesum Übersetzungen geht, sind 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 erstellt wurde, um maschinell in andere Sprachen zu übersetzen. Nun sind die Ergebnisse [in allen Amtssprachen verfügbar](#).

**Es ist wünschenswert, dass die EU-Verwaltung die Übersetzung wichtiger Dokumente übernimmt. „Wichtige Dokumente“ sind nicht nur Gesetze und Vorschriften, sondern auch die wichtigen Informationen, die benötigt werden, 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>

## Einführung

Dieser Synthesebericht (SYR) des sechsten Sachstandsberichts (AR6) des IPCC fasst den Kenntnisstand über den Klimawandel, seine weit verbreiteten Auswirkungen und Risiken sowie die Eindämmung des Klimawandels und die Anpassung an den Klimawandel zusammen. Darin werden die wichtigsten Ergebnisse des Sechsten Beurteilungsberichts (AR6) auf der Grundlage der Beiträge der drei Arbeitsgruppen<sup>1</sup> und der drei Sonderberichte berücksichtigt<sup>2</sup>. Die Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM) ist in drei Teile gegliedert: SPM.A Aktueller Status und Trends, SPM.B Future Climate Change, Risks and Long-Term Responses und SPM.C Responses in the Near Term<sup>3</sup>.

In diesem Bericht wird die gegenseitige Abhängigkeit von Klima, Ökosystemen und biologischer Vielfalt und menschlichen Gesellschaften anerkannt; der Wert der verschiedenen Formen des Wissens; und die enge Verbindung zwischen Anpassung an den Klimawandel, Klimaschutz, Ökosystemgesundheit, menschlichem Wohlbefinden und nachhaltiger Entwicklung und spiegelt die zunehmende Vielfalt der Akteure wider, die am Klimaschutz beteiligt sind.

Basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen können wichtige Erkenntnisse als Faktenaussagen formuliert oder mit einem bewerteten Vertrauensniveau unter Verwendung der kalibrierten Sprache des IPCC verbunden werden<sup>4</sup>.

- 
- 1 Die drei Arbeitsgruppenbeiträge zu AR6 sind: AR6 Klimawandel 2021: Die Grundlagen der Physik; 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 bzw. zum 1. September 2021 bzw. zum 11. Oktober 2021 zur Veröffentlichung angenommen wurde.
  - 2 Die drei Sonderberichte sind: Globale Erwärmung von 1,5 °C (2018): einen Sonderbericht des IPCC 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 des Klimawandels, der nachhaltigen Entwicklung und der Bemühungen zur Beseitigung der Armut (SR1.5); Klimawandel und Land (2019): einen Sonderbericht des IPCC über Klimawandel, Wüstenbildung, Bodendegradation, nachhaltige Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (SRCLL); und der Ozean und die Kryosphäre in einem sich verändernden Klima (2019) (SROCC). Die Sonderberichte beziehen sich auf wissenschaftliche Literatur, die bis zum 15. Mai 2018, 7. April 2019 bzw. 15. Mai 2019 zur Veröffentlichung angenommen wurde.
  - 3 In diesem Bericht wird der Begriff „Nebenfrist“ als Zeitraum bis 2040 definiert. Die langfristige Laufzeit wird definiert als der Zeitraum über 2040 hinaus.
  - 4 Jeder Befund beruht auf einer Bewertung der zugrunde liegenden Beweise und Übereinstimmungen. Die IPCC kalibrierte Sprache verwendet fünf Qualifikatoren, um ein Maß an Vertrauen auszudrücken: sehr niedrig, niedrig, mittel, hoch und sehr hoch, und Schriftsatz in Kursiv, zum Beispiel *mittleres Vertrauen*. Die folgenden Begriffe werden verwendet, um die beurteilte Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses oder eines Ergebnisses anzuzeigen: *praktisch bestimmte* Wahrscheinlichkeit von 99–100 %, *sehr wahrscheinlich* 90–100 %, *wahrscheinlich* 66–100 %, *wahrscheinlicher als nicht* > 50–100 %, etwa so wahrscheinlich wie 33–66 %, *unwahrscheinlich* 0–33 %, *sehr unwahrscheinlich* 0–10 %, *außergewöhnlich unwahrscheinlich* 0–1 %. Zusätzliche Bedingungen (höchstwahrscheinlich 95–100 %; *wahrscheinlicher als nicht* > 50–100 %; und bei Bedarf werden auch sehr unwahrscheinlich 0–5 %) verwendet. Bewertete Wahrscheinlichkeit ist Typensatz in kursiv, z. B. *sehr wahrscheinlich*. Dies stimmt mit AR5 und den anderen AR6-Berichten überein.

## A. Aktueller Status und Trends

### Beobachtete Erwärmung und ihre Ursachen

**A.1 Die menschlichen Aktivitäten, hauptsächlich durch Treibhausgasemissionen, haben die Erderwärmung eindeutig verursacht, wobei die globale Oberflächentemperatur 1,1 °C über 1850-1900 in den Jahren 2011–2020 erreichte. Die weltweiten Treibhausgasemissionen haben weiter zugenommen, wobei ungleiche historische und anhaltende Beiträge aus nicht nachhaltiger Energienutzung, Landnutzung und Landnutzungsänderungen, Lebensstilen und Verbrauchs- und Produktionsmustern in den Regionen, zwischen und innerhalb von Ländern und unter Einzelpersonen entstehen (*hohes Vertrauen*). {2.1, Abbildung 2.1, Abbildung 2.2}**

**A.1.1** Die globale Oberflächentemperatur war 2011–2020 um 1,09 °C [0,95 °C-1,20 °C]<sup>5</sup> höher als 1850-1900,<sup>6</sup> mit einem größeren Anstieg über Land (1,59 °C [1,34 °C-1,83 °C]) als über dem Ozean (0,88 °C [0,68 °C-1,01 °C]). Die globale Oberflächentemperatur in den ersten zwei Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts (2001-2020) lag 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-jährigen Zeitraum zumindest in den letzten 2000 Jahren (*hohes Vertrauen*). {2.1.1, Abbildung 2.1}

**A.1.2** Der *wahrscheinliche* Bereich des gesamten vom Menschen verursachten globalen Anstiegs der Oberflächentemperatur von 1850-1900 bis 2010–2019<sup>7</sup> beträgt 0,8 °C-1,3 °C mit einer besten Schätzung von 1,07 °C. In diesem Zeitraum ist es *wahrscheinlich*, dass gut gemischte Treibhausgase (GHG) zu einer Erwärmung von 1,0 °C-2,0 °C beigetragen haben,<sup>8</sup> und andere menschliche Treiber (hauptsächlich Aerosole) trugen zu einer Kühlung von 0,0 °C-0,8 °C bei, natürliche (solare und vulkanische) Treiber veränderten die globale Oberflächentemperatur um -0,1 °C auf +0,1 °C, und die interne Variabilität änderte sie um -0,2 °C auf +0,2 °C. {2.1.1, Abbildung 2.1}

**A.1.3** Die beobachteten Zunahmen gut gemischter THG-Konzentrationen sind seit rund 1750 eindeutig durch THG-Emissionen aus menschlichen Tätigkeiten in diesem Zeitraum bedingt. Die historischen kumulativen Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1850 bis 2019 beliefen sich auf 2400± 240 GtCO<sub>2</sub>, von denen zwischen 1850 und 1989 mehr als die Hälfte (58 %) und zwischen 1990 und 2019 etwa 42 % auftraten (*hohes Vertrauen*). Im Jahr 2019 waren die atmosphärischen CO<sub>2</sub>-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 Distickstoffoxid (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 THG-Emissionen werden auf 59± 6,6 GtCO<sub>2</sub>-Äq<sup>9</sup> im Jahr 2019 geschätzt, was etwa

- 
- 5 Die Bandbreiten, die während des SPM angegeben werden, stellen *sehr wahrscheinliche* Spannen (5-95 % Bereich) dar, sofern nicht anders angegeben.
  - 6 Der geschätzte Anstieg der globalen Oberflächentemperatur seit AR5 ist hauptsächlich auf eine weitere Erwärmung seit 2003–2012 zurückzuführen (+ 0,19 °C [0,16 °C-0,22 °C]). 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 seit AR5 keine zusätzliche physikalische Erwärmung dar.
  - 7 Die Periodendifferenz zu A.1.1 ergibt sich, weil die Attributionsstudien diesen etwas früheren Zeitraum berücksichtigen. Die beobachtete Erwärmung bis 2010–2019 beträgt 1,06 °C [0,58 °C-1,21 °C].
  - 8 Beiträge der Emissionen zur Erwärmung 2010-2019 im Vergleich zu 1850-1900, die anhand von Strahlungsantriebsstudien bewertet wurden, sind: CO<sub>2</sub> 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 fluoridierte Gase 0,1 [0,0 bis 0,2]°C. {2.1.1}
  - 9 THG-Emissionskennzahlen werden verwendet, um die Emissionen verschiedener Treibhausgase in einer gemeinsamen Einheit auszudrücken. Aggregierte THG-Emissionen in diesem Bericht werden in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-Äq) unter Verwendung des globalen Erwärmungspotenzials mit einem Zeithorizont von 100 Jahren (GWP100) mit Werten auf der Grundlage des Beitrags der Arbeitsgruppe I zum AR6 angegeben. Die Berichte AR6 WGI und WGIII enthalten aktualisierte Emissionsmetriken, Auswertungen verschiedener Metriken im Hinblick auf die Minderungsziele und Bewertung neuer Ansätze für die Aggregation von Gasen. Die Wahl der Metrik hängt vom Zweck der Analyse ab, und alle THG-Emissionskennzahlen weisen Einschränkungen und Unsicherheiten auf, da sie die Komplexität des physikalischen Klimasystems und seine Reaktion auf frühere und künftige Treibhausgasemissionen vereinfachen. {2.1.1}

12 % (6,5 GtCO<sub>2</sub>-Äq) höher ist als 2010 und 54 % (21 GtCO<sub>2</sub>-Äq) höher als 1990, wobei der größte Anteil und das Wachstum der Bruttogasemissionen in CO<sub>2</sub> aus Verbrennungs- und Industrieprozessen fossiler Brennstoffe (CO<sub>2</sub>-FFI), gefolgt von Methan, aufgetreten sind, während das höchste relative Wachstum bei fluorierten Gasen (F-Gasen) auftrat. Die durchschnittlichen jährlichen THG-Emissionen waren in den Jahren 2010-2019 höher als in allen vorangegangenen zehn Jahren, während die Wachstumsrate zwischen 2010 und 2019 (1,3 %<sup>Jahr</sup>-1) niedriger war als zwischen 2000 und 2009 (2,1 %<sup>Jahr</sup>-1). Im Jahr 2019 stammten rund 79 % der weltweiten THG-Emissionen aus den Sektoren Energie, Industrie, Verkehr und Gebäude zusammen und 22 %<sup>10</sup> aus Land-, Forst- und sonstigen Flächennutzung (AFOLU). Die Emissionsreduktionen in CO<sub>2</sub>-FFI aufgrund der Verbesserung der Energieintensität des BIP und der CO<sub>2</sub>-Intensität der Energie waren geringer als die Emissionen aufgrund steigender globaler Aktivitätsniveaus in Industrie, Energieversorgung, Verkehr, Landwirtschaft und Gebäuden. (*hohes Vertrauen*) {2.1.1}

**A.1.5** Die historischen Beiträge der<sub>CO<sub>2</sub></sub> -Emissionen variieren je nach Regionen erheblich in Bezug auf die Gesamtgröße, aber auch in Bezug auf die Beiträge zu CO<sub>2</sub> -FFI und Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (CO<sub>2</sub>-LULUCF). Im Jahr 2019 leben rund 35 % der Weltbevölkerung in Ländern, die mehr als 9 tCO<sub>2</sub>-Äq pro Kopf<sup>11</sup> (ohne CO<sub>2</sub>-LULUCF) ausstoßen, während 41 % in Ländern leben, die weniger als 3 tCO<sub>2</sub>-Äq pro Kopf ausstoßen; von Letzteren fehlt ein erheblicher Anteil an Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Die am wenigsten entwickelten Länder (LDC) und die kleinen Inselentwicklungsstaaten (SIDS) haben deutlich niedrigere Pro-Kopf-Emissionen (1,7 tCO<sub>2</sub>-Äq bzw. 4,6 tCO<sub>2</sub>-Äq) als der globale Durchschnitt (6,9 tCO<sub>2</sub>-Äq), ausgenommen CO<sub>2</sub>-LULUCF. Die 10 % der Haushalte mit den höchsten Pro-Kopf-Emissionen tragen 34-45 % der weltweiten verbrauchs-basierten THG-Emissionen bei, während die unteren 50 % 13 bis 15 % ausmachen. (*hohes Vertrauen*) {2.1.1, Abbildung 2.2}

## Beobachtete Veränderungen und Auswirkungen

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

**A.2.1** Es ist eindeutig, dass der menschliche Einfluss die Atmosphäre, das Meer und das Land erwärmt hat. Der globale mittlere Meeresspiegel stieg zwischen 1901 und 2018 um 0,20 [0,15–0,25] m. Der durchschnittliche Anstieg des Meeresspiegels betrug <sup>zwischen 1901 und 1971</sup> 1,3 [0,6 bis 2,1] mm Jahr<sup>-1</sup>, was <sup>zwischen 1971 und 2006</sup> auf 1,9 [0,8 bis 2,9] mm <sup>-1</sup> anstieg und <sup>zwischen 2006 und 2018</sup> auf 3,7 [3,2 bis 4,2] mm y<sup>r-1</sup> anstieg (*hohes Vertrauen*). Der menschliche *Einfluss war wahrscheinlich* der Haupttreiber dieser Zunahmen seit mindestens 1971. Der Nachweis von beobachteten Veränderungen in Extremen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen, Dürren und tropischen Wirbelstürmen und insbesondere ihrer Zuordnung zum menschlichen Einfluss hat sich seit AR5 weiter verstärkt. Menschliche Einflüsse haben *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 stark anfällig für den Klimawandel sind. Die Verwundbarkeit von Mensch und Ökosystem ist voneinander abhängig. Regionen und Menschen mit erheblichen Entwicklungszwängen weisen eine hohe Anfälligkeit für klimatische Gefahren auf. Zunehmende Wetter- und Klimaextreme haben Millionen von Menschen akute Ernährungsunsicherheit<sup>12</sup> und eine geringere Wassersicherheit ausgesetzt, mit den größten negativen Auswirkungen, die an vielen Orten und/oder Gemeinden in Afrika, Asien,

10 Die THG-Emissionswerte sind auf zwei signifikante Stellen gerundet; infolgedessen können kleine Differenzen in den Summen aufgrund von Rundungen auftreten. {2.1.1}

11 Territoriale Emissionen.

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

Mittel- und Südamerika, am wenigsten entwickelten Ländern, kleinen Inseln und der Arktis und weltweit für indigene Völker, kleine Lebensmittelproduzenten und Haushalte mit niedrigem Einkommen beobachtet wurden. Zwischen 2010 und 2020 war die menschliche Sterblichkeit 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 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 den Auswirkungen hydrologischer Veränderungen, die sich aus dem Rückzug von Gletschern ergeben, oder die Veränderungen in einigen Bergen (*mittleres Vertrauen*) und arktische Ökosysteme, die durch Permafrostauftauen getrieben 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 und die Bemühungen zur Erreichung 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 Regionen mit mittleren und niedrigen Breitengraden, aber positiven Auswirkungen in einigen Regionen mit hohen Breitengraden (*hohes Vertrauen*). Die Erwärmung der Ozeane und die Versauerung der Ozeane haben in einigen ozeanischen Regionen die Nahrungsmittelproduktion durch Fischerei und Muschelaquakultur beeinträchtigt (*hohes Vertrauen*). Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung leidet aufgrund einer Kombination aus klimatischen und nicht-klimatischen Treibern (*mittleres Vertrauen*) derzeit mindestens einen Teil des Jahres an schwerer Wasserknappheit. {2.1.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)

**A.2.5** In allen Regionen hat der Anstieg extremer Hitzeereignisse zu menschlicher Sterblichkeit und Morbidität (*sehr hohes Vertrauen*) geführt. Das Auftreten klimabedingter lebensmittelbedingter und durch Wasser übertragener Krankheiten (*sehr hohes Vertrauen*) und die Inzidenz vektorübertragener Krankheiten (*hohes Vertrauen*) haben zugenommen. In bewerteten Regionen sind einige psychische Herausforderungen mit steigenden Temperaturen (*hohes Vertrauen*), Trauma aus Extremereignissen (*sehr hohes Selbstvertrauen*) und Verlust von Lebensgrundlagen und Kultur (*hohes Vertrauen*) verbunden. Klima- und Wetterextreme treiben zunehmend die Vertreibung in Afrika, Asien, Nordamerika (*hohes Vertrauen*) und Mittel- und Südamerika (*mittleres Vertrauen*) voran, wobei kleine Inselstaaten im karibischen und südpazifischen Raum im Verhältnis zu ihrer geringen Bevölkerungsgröße unverhältnismäßig stark betroffen sind (*hohes Vertrauen*). {2.1.2, Abbildung 2.3} (Abbildung SPM.1)

**A.2.6** Der Klimawandel hat weit verbreitete nachteilige Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden<sup>13</sup> für Natur und Menschen verursacht, die ungleich über Systeme, Regionen und Sektoren verteilt sind. Wirtschaftliche Schäden durch den Klimawandel wurden in klimaexponierten Sektoren wie Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Energie und Tourismus festgestellt. Individuelle Lebensgrundlagen wurden beispielsweise durch die Zerstörung von Häusern und Infrastrukturen sowie den Verlust von Eigentum und Einkommen, die menschliche Gesundheit und die Ernährungssicherheit beeinträchtigt, was sich nachteilig auf Geschlechtergleichheit und 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 Schlüsselinfrastruktur verursacht. Die heißen Extreme haben sich in den Städten intensiviert. Die städtische Infrastruktur, einschließlich Verkehrs-, Wasser-, Sanitär- und Energiesysteme, wurde durch extreme und langsam eintretende Ereignisse beeinträchtigt,<sup>14</sup> mit den daraus resultierenden wirtschaftlichen Verlusten, Störungen der Dienstleistungen und negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden. Die beobachteten negativen Auswirkungen konzentrieren sich auf wirtschaftlich und sozial marginalisierte Stadtbewohner.

---

13 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: Lexikon)

14 Langsam eintretende Ereignisse werden unter den klimatischen Auswirkungen des WGI AR6 beschrieben und beziehen sich auf die Risiken und Auswirkungen, die z. B. mit steigenden Temperaturmitteln, Wüstenbildung, abnehmenden Niederschlägen, Verlust an biologischer Vielfalt, Boden- und Waldschädigung, Gletscherrückzug und damit verbundenen Auswirkungen, Versauerung der Ozeane, Anstieg des Meeresspiegels und Versalzung verbunden sind. {2.1.2}

*(hohes Vertrauen)* {2.1.2}

**[STARTBILD SPM.1 HIER]**

# Negative Auswirkungen des vom Menschen verursachten Klimawandels werden sich weiter verstärken

**A) Beobachtet weit verbreitete und erhebliche Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind**

## Wasserverfügbarkeit und Lebensmittelproduktion

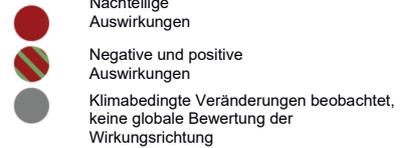


## Gesundheit und Wohlbefinden



## Schlüssel

Beobachtete Zunahme der Klimaauswirkungen auf menschliche Systeme und Ökosysteme, die auf globaler Ebene bewertet werden



## Städte, Siedlungen und Infrastruktur



## Biodiversität und Ökosysteme



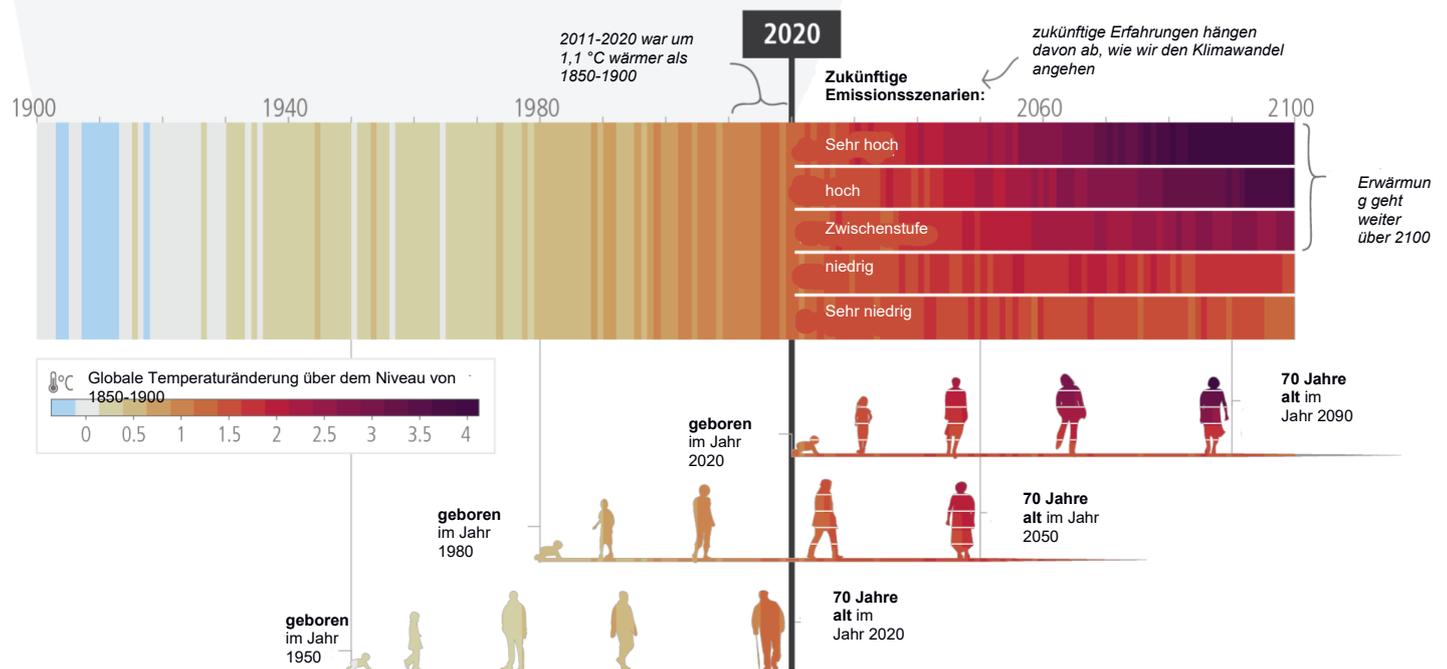
## Vertrauen in Attribution zum Klimawandel



**B) Auswirkungen werden durch Veränderungen in mehreren physikalischen Klima getrieben Bedingungen, die zunehmend dem menschlichen Einfluss zugeschrieben werden**



**C) Das Ausmaß, in dem gegenwärtige und zukünftige Generationen eine heißere und andere Welt erleben werden, hängt jetzt und kurzfristig von den Entscheidungen ab.**



**Abbildung SPM.1:** (A) Der Klimawandel hat bereits weit verbreitete Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden auf menschliche Systeme und veränderte terrestrische, Süßwasser- und Ozeanökosysteme weltweit verursacht. Die physische Wasserverfügbarkeit umfasst das Gleichgewicht des Wassers aus verschiedenen Quellen, einschließlich Grundwasser, Wasserqualität und Wasserbedarf. Globale psychische Gesundheit und Vertreibungsbewertungen spiegeln nur bewertete Regionen wider. Das Vertrauensniveau spiegelt die Bewertung der Zuordnung der beobachteten Auswirkungen auf den Klimawandel wider. (B) Beobachtete Auswirkungen sind mit physikalischen Klimaveränderungen verbunden, darunter viele, die auf menschliche Einflüsse zurückzuführen sind, wie z. B. die gezeigten ausgewählten Klimaeinwirkungstreiber. Vertrauens- und Wahrscheinlichkeitsniveaus spiegeln die Bewertung der Zuordnung des beobachteten klimatischen Einflussgebers zum menschlichen Einfluss wider. (C) Beobachtet (1900–2020) und projizierte (2021–2100) Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur (im Vergleich zu 1850–1900), die mit Veränderungen der Klimabedingungen und -auswirkungen zusammenhängen, veranschaulichen, wie sich das Klima bereits verändert hat und sich entlang der Lebensdauer von drei repräsentativen Generationen (geb. 1950, 1980 und 2020) verändern wird. Zukünftige Prognosen (2021–2100) der Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur werden für sehr niedrige (SSP1-1.9), niedrig (SSP1-2.6), Zwischenszenarien (SSP2-4.5), hoch (SSP3-7.0) und sehr hoch (SSP5-8.5) THG-Emissionen gezeigt. Veränderungen der jährlichen globalen Oberflächentemperaturen werden als „Klimastreifen“ dargestellt, wobei zukünftige Projektionen die vom Menschen verursachten langfristigen Trends und die fortdauernde Modulation durch natürliche Variabilität zeigen (hier dargestellt unter Verwendung der beobachteten Niveaus vergangener natürlicher Variabilität). Farben auf den Generationensymbolen entsprechen den globalen Oberflächentemperaturstreifen für jedes Jahr, wobei Segmente auf zukünftigen Symbolen mögliche zukünftige Erlebnisse differenzieren. {2.1, 2.1.2, Abbildung 2.1, Tabelle 2.1, Abbildung 2.3, Querschnittskasten.2, 3.1, Abbildung 3.3, 4.1, 4.3} (Box SPM.1)

[ENDABBILDUNG SPM.1 HIER]

## Aktuelle Fortschritte bei Anpassung und Lücken und Herausforderungen

**A.3 Die Anpassungsplanung und -umsetzung hat in allen Sektoren und Regionen Fortschritte erzielt, mit dokumentierten Vorteilen und unterschiedlicher Wirksamkeit. Trotz der Fortschritte bestehen Anpassungslücken und werden mit den derzeitigen Umsetzungsraten weiter wachsen. In einigen Ökosystemen und Regionen wurden harte und weiche Anpassungsgrenzen erreicht. In einigen Sektoren und Regionen kommt es zu Fehlanpassungen. Die derzeitigen globalen Finanzströme zur Anpassung sind unzureichend und beschränken die Umsetzung von Anpassungsoptionen, insbesondere in Entwicklungsländern (*hohes Vertrauen*). {2.2, 2.3}**

**A.3.1** Fortschritte bei der Anpassungsplanung und -umsetzung wurden in allen Sektoren und Regionen beobachtet, was zu mehreren Vorteilen führte (*sehr hohes Vertrauen*). Das wachsende öffentliche und politische Bewusstsein für Klimaauswirkungen und -risiken hat zu mindestens 170 Ländern und vielen Städten geführt, einschließlich Anpassung in ihre Klimapolitik und ihre Planungsprozesse (*hohes Vertrauen*). {2.2.3}

**A.3.2** Die Wirksamkeit<sup>15</sup> der Anpassung bei der Verringerung der Klimarisiken<sup>16</sup> wird für bestimmte Kontexte, Sektoren und Regionen dokumentiert (*hohes Vertrauen*). Beispiele für effektive Anpassungsmöglichkeiten sind: kultivare Verbesserungen, landwirtschaftliche Wasserbewirtschaftung und -speicherung, Bodenfeuchteschutz, Bewässerung, Agroforstwirtschaft, gemeinschaftsbasierte Anpassung, landwirtschaftliche und landwirtschaftliche Diversifizierung in der Landwirtschaft, nachhaltige Landbewirtschaftungsansätze, Nutzung agroökologischer Prinzipien und Praktiken und andere Ansätze, die mit natürlichen Prozessen arbeiten (*hohes Vertrauen*). Ökosystembasierte<sup>17</sup> Anpassungsansätze wie städtische Ökologisierung, Wiederherstellung von Feuchtgebieten und vorgelagerten Waldökosystemen waren wirksam bei der Verringerung von Hochwasserrisiken und Stadtwärme (*hohes Vertrauen*). Kombinationen von nicht-strukturellen Maßnahmen wie Frühwarnsystemen und strukturellen Maßnahmen wie Deiche haben den Verlust von Menschenleben bei Überflutungen im Binnenland verringert (*mittleres Vertrauen*). Anpassungsmöglichkeiten wie Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste und soziale Sicherheitsnetze haben eine breite Anwendbarkeit in mehreren Sektoren (*hohes Vertrauen*). {2.2.3}

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

16 Siehe Anhang I: Glossar {2.2.3}

17 Ökosystembasierte Anpassung (EbA) ist international im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD14/5) anerkannt. Ein verwandtes Konzept ist naturbasierte Lösungen (NbS), siehe Anhang I: Glossar.

**A.3.3** Die meisten beobachteten Anpassungsreaktionen sind fragmentiert,<sup>18</sup> inkrementell, sektorspezifisch und ungleich verteilt über Regionen. Trotz der Fortschritte bestehen Anpassungslücken zwischen Sektoren und Regionen und werden unter dem derzeitigen Umsetzungsniveau weiter wachsen, wobei die größten Anpassungslücken zwischen den unteren Einkommensgruppen bestehen. (*hohes Vertrauen*) {2.3.2}

**A.3.4** Es gibt vermehrt Anzeichen für eine Fehlanpassung in verschiedenen Sektoren und Regionen (*hohes Vertrauen*). Maladaptation betrifft insbesondere marginalisierte und gefährdete Gruppen nachteilig (*hohes Vertrauen*). {2.3.2}

**A.3.5** Weiche Anpassungsgrenzen werden derzeit von Kleinbauern und Haushalten in einigen tief liegenden Küstengebieten (*mittleres Vertrauen*) aufgrund von Finanz-, Governance-, institutionellen und politischen Zwängen (*hohes Vertrauen*) durchgesetzt. Einige tropische, Küsten-, Polar- und Bergökosysteme haben harte Anpassungsgrenzen erreicht (*hohes Vertrauen*). Anpassung verhindert nicht alle Verluste und Schäden, auch bei effektiver Anpassung und vor Erreichen weicher und harter Grenzen (*hohes Vertrauen*). {2.3.2}

**A.3.6** Schlüsselhindernisse 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 der Anpassungswissenschaft und geringe Dringlichkeit. Es gibt immer größere Unterschiede zwischen den geschätzten Anpassungskosten und den für die Anpassung bereitgestellten Mitteln (*hohes Vertrauen*). Anpassungsfinanzierungen stammen überwiegend aus öffentlichen Quellen, und ein kleiner Teil der globalen Klimaschutzfinanzierung zielte auf die Anpassung und eine überwältigende Mehrheit auf Abschwächung (*sehr hohes Vertrauen*) ab. Obwohl die global verfolgte Klimafinanzierung seit AR5 einen Aufwärtstrend aufweist, sind die derzeitigen globalen Finanzströme zur Anpassung, auch aus öffentlichen und privaten Finanzierungsquellen, unzureichend und beschränken die Umsetzung von Anpassungsoptionen, insbesondere in Entwicklungsländern (*hohes Vertrauen*). Nachteilige Klimaauswirkungen können die Verfügbarkeit finanzieller Ressourcen verringern, indem sie Verluste und Schäden verursachen und das nationale Wirtschaftswachstum behindern und dadurch die finanziellen Zwänge für die Anpassung, insbesondere für Entwicklungs- und am wenigsten entwickelte Länder (*mittleres Vertrauen*) weiter erhöhen. {2.3.2; 2.3.3}

[STARTBOX SPM.1 HIER]

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

Modellierte Szenarien und Wege<sup>19</sup> werden verwendet, um zukünftige Emissionen, Klimawandel, damit zusammenhängende 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 Projektionen und sind weder Vorhersagen noch Prognosen. Globale modellierte Emissionspfade, einschließlich solcher, die auf kosteneffektiven Ansätzen basieren, enthalten regional differenzierte Annahmen und Ergebnisse und müssen mit der sorgfältigen Anerkennung dieser Annahmen bewertet werden. Die meisten machen keine expliziten Annahmen über globale Gerechtigkeit, Umweltgerechtigkeit oder innerregionale Einkommensverteilung. Das IPCC ist hinsichtlich der Annahmen, die den Szenarien in der in diesem Bericht bewerteten Literatur zugrunde liegen, neutral, die nicht alle möglichen Futures abdecken.<sup>20</sup> {Cross-Section Box.2}

---

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

19 In der Literatur werden die Begriffe Pfade und Szenarien austauschbar verwendet, wobei erstere in Bezug auf Klimaziele häufiger verwendet werden. WGI verwendete in erster Linie den Begriff Szenarien und WGIII verwendet hauptsächlich den Begriff modellierte Emissions- und Minderungspfade. Die SYR verwendet in erster Linie Szenarien, wenn sie sich auf WGI und modellierte Emissions- und Minderungspfade beziehen, wenn sie sich auf WGIII beziehen.

20 Rund die Hälfte aller modellierten globalen Emissionspfade gehen kosteneffiziente Ansätze ein, die weltweit auf kostengünstigsten Minderungs-/Minderungsoptionen basieren. Die andere Hälfte befasst sich mit bestehenden Politiken und regional und sektoral differenzierten Maßnahmen.

Die WGI bewertete die Klimareaktion auf fünf illustrative Szenarien, die auf Shared Socio-economic Pathways (SSPs) basieren<sup>21</sup>, die das Spektrum möglicher zukünftiger Entwicklungen anthropogener Faktoren des Klimawandels abdecken, die in der Literatur zu finden sind. Hohe und sehr hohe THG-Emissionsszenarien (SSP3-7.0 und SSP5-8.5<sup>22</sup>) weisen CO<sub>2</sub>-Emissionen<sub>auf</sub>, die sich gegenüber dem derzeitigen Niveau bis zum Jahr 2100 bzw. 2050 etwa verdoppeln. Das mittlere Treibhausgas-Emissionsszenario (SSP2-4.5) weist CO<sub>2</sub>-Emissionen<sub>auf</sub>, die bis Mitte des Jahrhunderts rund um das derzeitige Niveau verbleiben. Die sehr niedrigen und niedrigen THG-Emissionsszenarien (SSP1-1.9 und SSP1-2.6) haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 2050 bzw. 2070 auf Netto-Null reduziert, gefolgt von unterschiedlichen Netto-negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Darüber hinaus<sup>23</sup> wurden von WGI und WGII Repräsentative Concentration Pathways (RCP) genutzt, um regionale Klimaveränderungen, -auswirkungen und -risiken zu bewerten. In der Arbeitsgruppe III wurde eine große Anzahl global modellierter Emissionspfade bewertet, von denen 1202 Wege auf der Grundlage ihrer bewerteten globalen Erwärmung im 21. Jahrhundert kategorisiert wurden; die Kategorien reichen von Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 % (in diesem Bericht erwähnt > 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung (C1) bis hin zu Wegen, die 4 °C (C8) überschreiten. (Feld SPM.1, Tabelle 1). {Cross-Section Box.2}

Die globalen Erwärmungswerte (GWL) im Vergleich zu 1850-1900 werden verwendet, um die Bewertung des Klimawandels und der damit verbundenen Auswirkungen und Risiken zu integrieren, da Veränderungsmuster für viele Variablen zu einem bestimmten GWL allen betrachteten Szenarien und unabhängig vom Zeitpunkt, zu dem dieses Niveau erreicht wird, gemeinsam sind. {Cross-Section Box.2}

[STARTBOX SPM.1, TABELLE 1 HIER]

**Kasten 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 WGIII	Kategorie Beschreibung	Szenarien für Treibhausgasemissionen (SSPX-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder begrenzte Überschreitung*	Sehr niedrig (SSP1-1.9)	
C2	Rückkehr der Erwärmung auf 1,5 °C		

- 21 SSP-basierte Szenarien werden als SSPX-y bezeichnet, wobei sich „SSPX“ auf den Shared Socioeconomic Pathway bezieht, der die sozioökonomischen Trends beschreibt, die den Szenarien zugrunde liegen, und „y“ sich auf das Niveau des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder Wm<sup>-2</sup>) bezieht, das sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. {Cross-Section Box.2}
- 22 Sehr hohe Emissionsszenarien sind zwar weniger wahrscheinlich, können aber nicht ausgeschlossen werden. Erwärmungswerte > 4 °C können aus sehr hohen Emissionsszenarien resultieren, können aber auch bei niedrigeren Emissionsszenarien auftreten, wenn die Klimasensitivität oder die Rückkopplung des Kohlenstoffkreislaufs höher sind als die beste Schätzung. {3.1.1}
- 23 RCP-basierte Szenarien werden als RCPy bezeichnet, wobei „y“ den Grad des Strahlungsantriebs (in Watt pro Quadratmeter oder Wm<sup>-2</sup>) bezeichnet, der sich aus dem Szenario im Jahr 2100 ergibt. Die SSP-Szenarien decken ein breiteres Spektrum von Treibhausgas- und Luftschadstoff-Futures ab als die RCP. Sie sind ähnlich, aber nicht identisch, mit Unterschieden in Konzentrationspfaden. Das insgesamt effektive Strahlungsantrieb ist bei den SSPs tendenziell höher als bei den RCPs mit demselben Label (*mittleres Vertrauen*). {Cross-Section Box.2}

	(> 50 %) nach einem hohen Überschuss***		
C3	Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %)	Niedrig (SSP)	P2.6
C4	Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 50 %)		
C5	Begrenzung der Erwärmung auf 25 °C (> 50 %)		
C6	Begrenzung der Erwärmung auf 3 °C (> 50 %)	Zwischenstufe (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	Begrenzung der Erwärmung auf 4 °C (> 50 %)	Hoch (SSP3-7.0)	
C8	Überschreitung der Erwärmung von 4 °C (> 50 %)	Sehr hoch (SSP5-8.5)	RCP 8.5

\* Siehe Fußnote 27 zur Terminologie SSPX-y.

\*\* Siehe Fußnote 28 zur RCPy-Terminologie.

\*\*\* Begrenzte Überschreitung bezieht sich auf mehr als 1,5 °C globale Erwärmung um bis zu etwa 0,1 °C, hohe Überschreitung um 0,1 °C-0,3 °C, in beiden Fällen bis zu mehreren Jahrzehnten.

**[ENDBOX SPM.1 HIER]**

### Aktuelle Minderungsfortschritte, Lücken und Herausforderungen

**A.4 Richtlinien und Gesetze zur Minderung haben sich seit AR5 konsequent weiterentwickelt. Die globalen THG-Emissionen im Jahr 2030, die durch bis Oktober 2021 angekündigte nationale Beiträge (NDC) impliziert werden, machen es *wahrscheinlich*, dass die Erwärmung im 21. Jahrhundert über 1,5 °C liegen wird und es schwieriger wird, die Erwärmung unter 2 °C zu begrenzen. (*hohe Konfidenz*) {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 im Rahmen des UNFCCC angenommene Übereinkommen von Paris mit nahezu universeller

Beteiligung hat zu einer politischen Entwicklung und Zielsetzung auf nationaler und subnationaler Ebene geführt, insbesondere in Bezug auf die Eindämmung, sowie zu einer größeren Transparenz des Klimaschutzes und zur Unterstützung (*mittleres Vertrauen*). Viele regulatorische und wirtschaftliche Instrumente wurden bereits erfolgreich eingesetzt (*hohes Vertrauen*). In vielen Ländern hat die Politik die Energieeffizienz erhöht, die Entwaldungsraten gesenkt und den Technologieeinsatz beschleunigt, was zu vermiedenen und in einigen Fällen reduzierten oder beseitigten Emissionen (*hohes Vertrauen*) geführt hat. Mehrere Evidenzlinien deuten darauf hin, dass Minderungsmaßnahmen dazu geführt haben, dass mehrere<sup>24</sup> Gt CO<sub>2</sub>-ÄqJahr<sup>-1</sup> der vermiedenen globalen Emissionen (*mittleres Vertrauen*) geführt haben. Mindestens 18 Länder haben seit mehr als 10 Jahren absolute produktionsbasierte THG- und verbrauchs-basierte<sup>25</sup> CO<sub>2</sub>-Reduktionen verzeichnet. Diese Reduzierungen haben das weltweite Emissionswachstum nur teilweise kompensiert (*hohes Vertrauen*). {2.2.1, 2.2.2}

**A.4.2** Mehrere Minderungsoptionen, insbesondere Solarenergie, Windenergie, Elektrifizierung städtischer Systeme, städtische grüne Infrastruktur, Energieeffizienz, bedarfsorientiertes Management, verbesserte Wald- und Getreidebewirtschaftung sowie reduzierte Lebensmittelverschwendung und -verluste, sind technisch tragfähig, werden zunehmend kostenwirksam und werden allgemein von der Öffentlichkeit unterstützt. Zwischen 2010 und 2019 sind die Stückkosten für Solarenergie (85 %), Windenergie (55 %) und Lithium-Ionen-Batterien (85 %) und deren Einsatz erheblich gesunken, z. B. > 10x für Solarenergie und > 100x für Elektrofahrzeuge (EVs), die in verschiedenen Regionen stark variieren. Die Mischung aus politischen Instrumenten, die die Kosten senken und die Annahme anregen, umfasst öffentliche FuE, die Finanzierung von Demonstrations- und Pilotprojekten sowie Instrumente zur Nachfrageanreizung wie Bereitstellungsbeihilfen, um einen Umfang zu erreichen. Die 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** Eine erhebliche „Emissionslücke“ besteht zwischen den globalen THG-Emissionen im Jahr 2030, die mit der Umsetzung der vor der COP 26 angekündigten NDCs verbunden sind,<sup>26</sup> und jenen, die mit modellierten Minderungswegen verbunden sind, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) begrenzen, wobei die Erwärmung nicht oder nur begrenzt auf 2 °C (> 67 %) unter Annahme eines sofortigen Handelns (*hohes Vertrauen*) begrenzt wird. Dies würde es *wahrscheinlich* machen, dass die Erwärmung während des 21. Jahrhunderts 1,5 °C überschreitet (*hohes Vertrauen*). Globale modellierte Minderungspfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung oder Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, wobei sofortiges Handeln impliziert, dass in diesem Jahrzehnt tiefe globale Treibhausgasemissionen gesenkt werden (*hohes Vertrauen*) (siehe SPM-Box 1, Tabelle 1, B.6)<sup>27</sup>. Modellierete Pfade, die mit den vor der COP 26 bis 2030 angekündigten NDCs übereinstimmen und danach keine Steigerung der Ambitionen annehmen, weisen höhere Emissionen auf, was zu einer medianen globalen Erwärmung von 2,8 [2.1–3.4]°C bis 2100 (*mittleres Vertrauen*) führt. Viele Länder haben die Absicht signalisiert, bis zur Mitte des Jahrhunderts Netto-Null-Treibhausgas oder Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen, aber die Zusagen unterscheiden sich in Bezug auf Umfang und Spezifität von Land zu Land, und bisher gibt es begrenzte politische Maßnahmen, um sie umzusetzen. {2.3.1, Tabelle 2.2, Abbildung 2.5; Tabelle 3.1; 4,1}

**A.4.4** Die Abdeckung der Politik ist branchenübergreifend uneinheitlich (*hohes Vertrauen*). Die bis Ende 2020 umgesetzten Maßnahmen dürften bis 2030 zu höheren globalen Treibhausgasemissionen führen als die von den NDC implizierten Emissionen, was auf eine „Durchführungslücke“ (*hohes Vertrauen*) hindeutet. Ohne eine Stärkung der Politik wird die globale Erwärmung von 3,2 [2.2–3.5]°C bis 2100 (*mittleres Vertrauen*) prognostiziert. {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, Abbildung 2.5} (Box SPM.1, Abbildung SPM.5)

24 Mindestens 1,8 GtCO<sub>2</sub>-eq yr<sup>-1</sup> können durch Aggregation getrennter Schätzungen für die Auswirkungen wirtschaftlicher und regulatorischer Instrumente bilanziert werden. Eine wachsende Zahl von Gesetzen und Exekutivbefehlen hat sich auf die weltweiten Emissionen ausgewirkt und wurde geschätzt, dass sie im Jahr 2016 zu 5,9 GtCO<sub>2</sub>-Äq yr<sup>-1</sup> weniger Emissionen führen würden, als sie es sonst gewesen wären. (*mittleres Vertrauen*) {2.2.2}

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

26 Aufgrund des Literaturstichtags der Arbeitsgruppe III werden hier die nach dem 11. Oktober 2021 eingereichten zusätzlichen NDC nicht bewertet. {Fußnote 32 in längerem Bericht}

27 Die prognostizierten THG-Emissionen für 2030 betragen 50 (47–55) GtCO<sub>2</sub>-Äq, wenn alle bedingten NDC-Elemente berücksichtigt werden. Ohne bedingte Elemente werden die globalen Emissionen voraussichtlich mit 53 (50–57) GtCO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Jahr 2019 in etwa ähnlich sein. {2.3.1, Tabelle 2.2}

**A.4.5** Die Einführung emissionsarmer Technologien verzögert sich in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, was zum Teil auf begrenzte Finanzierung, Technologieentwicklung und -transfer und Kapazität (*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 in Regionen und Sektoren heterogen entwickelt (*hohes Vertrauen*). Die öffentlichen und privaten Finanzströme 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 Klimaschutzfinanzierung ist auf den Klimaschutz ausgerichtet, liegt jedoch hinter dem Niveau, das erforderlich ist, um die Erwärmung auf unter 2 °C oder auf 1,5 °C in allen Sektoren und Regionen zu begrenzen (siehe C7.2) (*sehr hohes Vertrauen*). Im Jahr 2018 lagen öffentliche und öffentlich mobilisierte private Klimafinanzierungsströme aus Industrie- und Entwicklungsländern unter dem kollektiven Ziel im Rahmen des UNFCCC und des Übereinkommens von Paris, bis 2020 100 Mrd. USD pro Jahr im Zusammenhang mit sinnvollen Minderungsmaßnahmen und Transparenz bei der Umsetzung (*mittleres Vertrauen*) zu mobilisieren. {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

## B. Klimawandel, Risiken und langfristige Reaktionen

### Zukünftiger Klimawandel

**B.1 Konkretisierte Treibhausgasemissionen werden zu einer zunehmenden globalen Erwärmung führen, wobei die beste Schätzung von 1,5 °C in betrachteten Szenarien und modellierten Wegen kurzfristig erreicht wird. Jede Zunahme der globalen Erwärmung wird mehrere und gleichzeitige Gefahren verstärken (*hohes Vertrauen*). Eine tiefe, schnelle und nachhaltige Verringerung der Treibhausgasemissionen würde zu einer spürbaren Verlangsamung der globalen Erwärmung innerhalb von etwa zwei Jahrzehnten und zu spürbaren Veränderungen der atmosphärischen Zusammensetzung innerhalb weniger Jahre führen (*hohes Vertrauen*). {Cross-Section Boxen 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 globale Erwärmung<sup>28</sup> wird in naher Zukunft (2021-2040) weiter zunehmen, was hauptsächlich auf erhöhte kumulative CO<sub>2</sub>-Emissionen in fast allen betrachteten Szenarien und modellierten Wegen zurückzuführen ist. In naher Zukunft wird die Erderwärmung auch unter dem sehr niedrigen Treibhausgasemissionsszenario (SSP1-1.9) *wahrscheinlicher als 1,5 °C erreichen und bei höheren Emissionsszenarien wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich 1,5 °C überschreiten*. In den betrachteten Szenarien und modellierten Pfaden liegen die besten Schätzungen für die Zeit, in der das Niveau der globalen Erwärmung von 1,5 °C erreicht wird, kurzfristig<sup>29</sup>. Die globale Erwärmung sinkt in einigen Szenarien und modellierten Pfaden bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf unter 1,5 °C zurück (siehe B.7). Die bewertete Klimareaktion auf THG-Emissionsszenarien führt zu einer besten Schätzung der Erwärmung für 2081-2100, die sich über einen Bereich von 1,4 °C für ein sehr niedriges THG-Emissionsszenario (SSP1-1.9) bis 2,7 °C für ein Zwischenszenario für Treibhausgasemissionen (SSP2-4.5) und 4,4 °C für ein Szenario mit sehr hohen Treibhausgasemissionen (SSP5-8.5)<sup>30</sup> mit engeren Unsicherheitsbereichen<sup>31</sup> als für entsprechende Szenarien in AR5 erstreckt. {Cross-Section Boxen 1 und 2, 3.1.1, 3.3.4, Tabelle 3.1, 4.3} (Box SPM.1)

**B.1.2** Offensichtliche Unterschiede in den Trends der globalen Oberflächentemperatur zwischen kontrastierenden THG-Emissionsszenarien (SSP1-1.9 und SSP1-2.6 vs. SSP3-7.0 und SSP5-8.5) würden sich<sup>32</sup> innerhalb von etwa 20 Jahren aus der natürlichen Variabilität ergeben. In diesen gegensätzlichen Szenarien würden sich aufgrund der kombinierten gezielten Luftreinhaltungskontrollen und der starken und anhaltenden Verringerung der Methanemissionen innerhalb von Jahren spürbare Auswirkungen auf die THG-Konzentrationen und früher für Verbesserungen der Luftqualität ergeben. Gezielte Reduzierungen der Luftschadstoffemissionen führen zu einer

- 
- 28 Globale Erwärmung (siehe Anhang I: Glossar) wird hier als laufende 20-Jahres-Durchschnitte gemeldet, sofern nicht anders angegeben, im Vergleich zu 1850-1900. 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  $\pm 0,25$  °C (5–95 % Bereich, *hohe Zuverlässigkeit*) geschätzt. Das Auftreten einzelner Jahre mit einer globalen Oberflächentemperaturänderung über einem bestimmten Niveau bedeutet nicht, dass diese globale Erwärmung erreicht wurde. {4.3, Querschnittskasten.2}
- 29 Der mediane Fünfjahresintervall, in dem ein 1,5 °C globales Erwärmungsniveau (50 % Wahrscheinlichkeit) in Kategorien von Modellpfaden erreicht wird, die in WGIII betrachtet werden, ist 2030-2035. Bis 2030 könnte die globale Oberflächentemperatur in jedem einzelnen Jahr 1,5 °C gegenüber 1850-1900 mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 40 % und 60 % übersteigen. In allen in WGI betrachteten Szenarien mit Ausnahme des sehr hohen Emissionsszenarios (SSP5-8.5) liegt der Mittelpunkt des ersten 20-jährigen laufenden Durchschnittszeitraums, in dem die geschätzte durchschnittliche globale Oberflächentemperaturänderung 1,5 °C erreicht, in der ersten Hälfte der 2030er Jahre. Im Szenario der sehr hohen Treibhausgasemissionen liegt der Mittelpunkt in den späten 2020er Jahren. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (Box SPM.1)
- 30 Die besten Schätzungen [und *sehr wahrscheinliche* Bereiche] für die verschiedenen Szenarien sind: 1,4 °C [1,0 °C-1,8 °C] (SSP1-1.9); 1,8 °C [1,3 °C-2,4 °C] (SSP1-2.6); 2,7 °C [2,1 °C-3,5 °C] (SSP2-4.5); 3,6 °C [2,8 °C-4,6 °C] (SSP3-7.0); und 4,4 °C [3,3 °C-5,7 °C] (SSP5-8.5). {3.1.1} (Box SPM.1)
- 31 Bewertete zukünftige Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur wurden zum ersten Mal durch die Kombination von Multi-Modell-Projektionen mit Beobachtungszwängen und der bewerteten Gleichgewichtsklimasensitivität und vorübergehenden Klimareaktion konstruiert. Der Unsicherheitsbereich ist schmaler als im AR5 dank verbesserter Kenntnis von Klimaprozessen, paläoklimatischen Evidenz und modellbasierten Schwellenbeschränkungen. {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-Dekadal Variability. {4.3}

rascheren Verbesserung der Luftqualität innerhalb von Jahren im Vergleich zur Verringerung der THG-Emissionen, aber langfristig werden weitere Verbesserungen in Szenarien prognostiziert, in denen Anstrengungen zur Verringerung von Luftschadstoffen und Treibhausgasemissionen kombiniert werden<sup>33</sup>. (*hohes Vertrauen*) {3.1.1} (Box SPM.1)

**B.1.3** Fortgeführte Emissionen werden sich weiter auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken. Mit jedem zusätzlichen Anstieg der globalen Erwärmung werden die Veränderungen in den Extremen immer größer. Die anhaltende globale Erwärmung wird den globalen Wasserkreislauf weiter intensivieren, einschließlich seiner Variabilität, des globalen Monsunniederschlags sowie der sehr nassen und sehr trockenen Wetter- und Klimaereignisse und Jahreszeiten (*hohes Vertrauen*). In Szenarien mit steigenden<sub>CO<sub>2</sub></sub>-Emissionen werden natürliche Land- und Meereskohlenstoffsinken voraussichtlich einen abnehmenden Anteil dieser Emissionen einnehmen (*hohes Vertrauen*). Andere projizierte Veränderungen umfassen weitere reduzierte Ausmaße und/oder Volumen fast aller kryosphären<sup>34</sup> Elemente (*hohes Vertrauen*), weiterer globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg (*fast sicher*) und erhöhte Ozeanversauerung (*fast sicher*) und Deoxygenation (*hohes Vertrauen*). {3.1.1, 3.3.1, Abbildung 3.4} (Abbildung SPM.2)

**B.1.4** Bei weiterer Erwärmung wird projiziert, dass jede Region zunehmend gleichzeitige und mehrfache Veränderungen der Klimateinwirkungstreiber erleben wird. Zusammengesetzte Hitzewellen und Dürren werden voraussichtlich häufiger auftreten, einschließlich gleichzeitiger Ereignisse über mehrere Standorte hinweg (*hohes Vertrauen*). Aufgrund des relativen Meeresspiegelanstiegs wird erwartet, dass gegenwärtige 1-in-100-Jahres-extreme Meeresspiegelereignisse mindestens jährlich an mehr als der Hälfte aller Gezeitenmessorte bis 2100 in allen betrachteten Szenarien auftreten (*hohes Vertrauen*). Andere projizierte regionale Veränderungen umfassen die Intensivierung von tropischen Wirbelstürmen und/oder extratropischen Stürmen (*mittleres Vertrauen*) und Erhöhungen der Trockenheit und des Feuerwetters (*mittleres bis hohes Vertrauen*) {3.1.1, 3.1.3}

**B.1.5** Natürliche Variabilität wird weiterhin die vom Menschen verursachten Klimaveränderungen modulieren, entweder dämpfend oder verstärkend projizierte Veränderungen, mit geringem Einfluss auf die Erderwärmung im hundertjährigen Maßstab (*hohes Vertrauen*). Diese Modulationen sind bei der Anpassungsplanung besonders auf regionaler Ebene und kurzfristig zu berücksichtigen. Wenn ein großer explosiver Vulkanausbruch auftreten würde, würde er<sup>35</sup> vorübergehend und teilweise den vom Menschen verursachten Klimawandel verschleiern, indem er die globale Oberflächentemperatur und den Niederschlag für ein bis drei Jahre verringert (*mittleres Vertrauen*). {4.3}

[STARTBILD SPM.2 HIER]

---

33 Basierend auf zusätzlichen Szenarien.

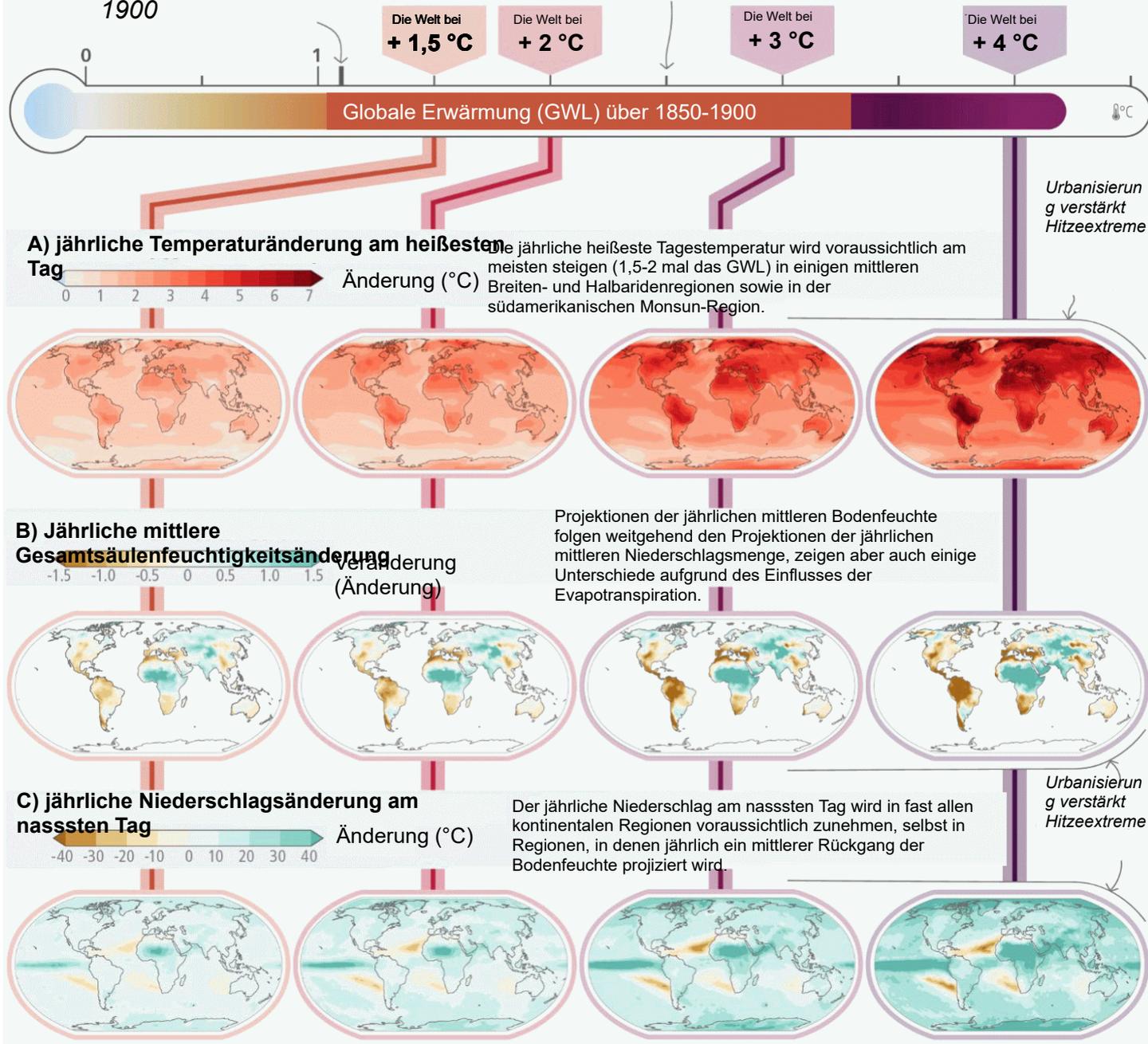
34 Permafrost, saisonale Schneedecke, Gletscher, Grönland und antarktische Eisschilde und Eis im Arktischen Meer.

35 Basierend auf 2500-jährigen Rekonstruktionen treten Eruptionen mit einem Strahlungsantrieb, der negativer als  $-1 \text{ Wm}^{-2}$  ist, in Verbindung 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 immer weiter verbreitet und ausgeprägter.

das letzte Mal, dass die globale Oberflächentemperatur bei oder über 2,5 °C anhielt, lag vor über 3 Millionen Jahren.

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



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

[ENDABBILDUNG SPM.2 HIER]

## Auswirkungen des Klimawandels und klimabedingte Risiken

**B.2 Für jedes gegebene zukünftige Erwärmungsniveau sind viele klimabedingte Risiken höher als in AR5 bewertet, und die prognostizierten langfristigen Auswirkungen sind um ein Vielfaches höher als derzeit beobachtet (*hohes Vertrauen*). Risiken und projizierte negative Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden durch den Klimawandel eskalieren mit jeder Zunahme der globalen Erwärmung (*sehr hohes Vertrauen*). Klimatische und nicht-klimatische Risiken werden zunehmend in Wechselwirkung treten, wodurch zusammengesetzte und kaskadierende Risiken entstehen, die komplexer und schwieriger zu bewältigen sind (*hohes Vertrauen*). {Cross-Section 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 in jeder Region der Welt ein weiterer Anstieg der Klimagefahren (mittleres bis *hohes Vertrauen*, je nach Region und Gefahr) erwartet, wodurch die Mehrfachrisiken für Ökosysteme und Menschen (*sehr hohes Vertrauen*) erhöht werden. Zu den Gefahren und damit verbundenen Risiken, die kurzfristig erwartet werden, gehören eine Zunahme der wärmebedingten menschlichen Sterblichkeit und Morbidität (*hohes Vertrauen*), lebensmittelbedingte, durch Wasser übertragene und vektorübertragene Krankheiten (*hohes Vertrauen*) sowie psychische Herausforderungen<sup>36</sup> (*sehr hohes Vertrauen*), Überschwemmungen in Küstenstädten und anderen tief liegenden Städten und Regionen (*hohes Vertrauen*), Verlust der biologischen Vielfalt an Land, Süßwasser- und Ozeanökosystemen (*mittleres bis sehr hohes Vertrauen*, abhängig von Ökosystemen) und eine Abnahme der Nahrungsmittelproduktion in einigen Regionen (*hohes Vertrauen*). Veränderungen im Zusammenhang mit Kryosphären bei Überschwemmungen, Erdbeben und Wasserverfügbarkeit können in den meisten Bergregionen zu schwerwiegenden Folgen für Menschen, Infrastruktur und Wirtschaft führen (*hohes Vertrauen*). Der prognostizierte Anstieg der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen (*hohes Vertrauen*) wird zu regenbedingten lokalen Überschwemmungen (*mittleres Vertrauen*) führen. {Abbildung 3.2, Abbildung 3.3, 4.3, Abbildung 4.3} (Abbildung SPM.3, Abbildung SPM.4)

**B.2.2** Risiken und projizierte nachteilige Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden durch den Klimawandel werden mit jedem Anstieg der globalen Erwärmung (*sehr hohes Vertrauen*) eskalieren. Sie sind höher für die globale Erwärmung von 1,5 °C als derzeit, und noch höher bei 2 °C (*hohes Vertrauen*). Im Vergleich zum AR5

---

36 In allen bewerteten Regionen.

werden die globalen aggregierten Risikoniveaus<sup>37</sup> (Reasons for Concern<sup>38</sup>) aufgrund neuer Erkenntnisse über beobachtete Auswirkungen, verbessertes Prozessverständnis und neues Wissen über Exposition und Anfälligkeit menschlicher und natürlicher Systeme einschließlich Anpassungsgrenzen (*hohes Vertrauen*) als hoch bis sehr hoch bewertet. Aufgrund des unvermeidbaren Meeresspiegelanstiegs (siehe auch B.3) werden die Risiken für Küstenökosysteme, Menschen und Infrastrukturen weiter über 2100 hinausgehen (*hohes Vertrauen*). {3.1.2, 3.1.3, Abbildung 3.4, Abbildung 4.3} (Abbildungen SPM.3, Abbildung SPM.4)

**B.2.3** Mit weiterer Erwärmung werden die Risiken des Klimawandels immer komplexer und schwieriger zu bewältigen. Mehrere klimatische und nicht-klimatische Risikofaktoren werden miteinander interagieren, was dazu führt, dass sich das Gesamtrisiko und die Risiken über Sektoren und Regionen hinweg kaskadieren. Klimabedingte Ernährungsunsicherheit und Versorgungsinstabilität werden beispielsweise mit zunehmender Erderwärmung zunehmen und mit nicht-klimatischen Risikotreibern 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** Für jedes gegebene Erwärmungsniveau hängt das Risiko auch von Trends in Bezug auf die Verwundbarkeit und Exposition von Menschen und Ökosystemen ab. Die künftige Exposition gegenüber klimatischen Gefahren nimmt aufgrund sozioökonomischer Entwicklungstrends, einschließlich Migration, wachsender Ungleichheit und Urbanisierung, weltweit zu. Menschliche Verwundbarkeit wird sich auf informelle Siedlungen und schnell wachsende kleinere Siedlungen konzentrieren. In ländlichen Gebieten wird die Verwundbarkeit durch eine hohe Abhängigkeit von empfindlichen Lebensgrundlagen erhöht. Die Verwundbarkeit von Ökosystemen wird stark durch vergangene, gegenwärtige und zukünftige Muster des nicht nachhaltigen Verbrauchs und der Produktion, des zunehmenden demografischen Drucks und der anhaltenden nicht nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung von Land, Ozeanen 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 direkt von Ökosystemen abhängig sind, um den Grundbedürfnissen gerecht zu werden. (*hohes Vertrauen*) {Cross-Section Box.2, Abbildung 1c, 3.1.2, 4.3}

---

37 Das nicht nachweisbare Risikoniveau weist darauf hin, dass keine damit verbundenen Auswirkungen nachweisbar sind und auf den Klimawandel zurückzuführen sind; gemäßigte Risiken weisen darauf hin, dass die damit verbundenen Auswirkungen sowohl nachweisbar als auch mit mindestens *mittlerem Vertrauen* auf den Klimawandel zurückzuführen sind, wobei auch die anderen spezifischen Kriterien für Schlüsselrisiken berücksichtigt werden; ein hohes Risiko weist auf schwerwiegende und weit verbreitete Auswirkungen hin, die anhand eines oder mehrerer Kriterien für die Bewertung wichtiger Risiken als hoch eingestuft werden; und ein sehr hohes Risikoniveau weist auf ein sehr hohes Risiko schwerer Auswirkungen und das Vorhandensein einer erheblichen Unumkehrbarkeit oder das Fortbestehen klimabedingter Gefahren hin, kombiniert mit einer begrenzten Anpassungsfähigkeit aufgrund der Art der Gefahr oder der Auswirkungen/Risiken. {3.1.2}

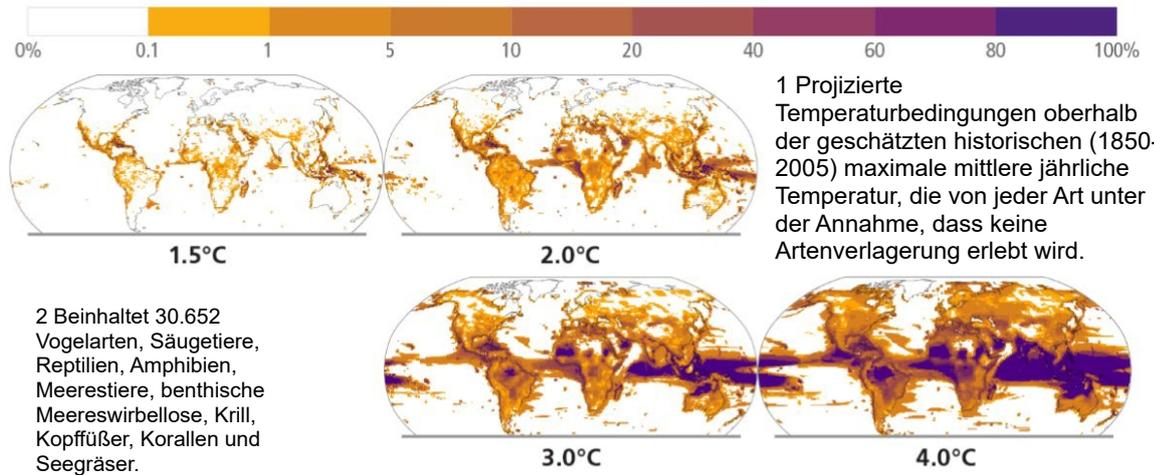
38 Der Rahmen der Gründe für Bedenken (RFC) vermittelt wissenschaftliches Verständnis über die Risikoanhäufung für fünf große Kategorien.

[STARTBILD SPM.3 HIER]

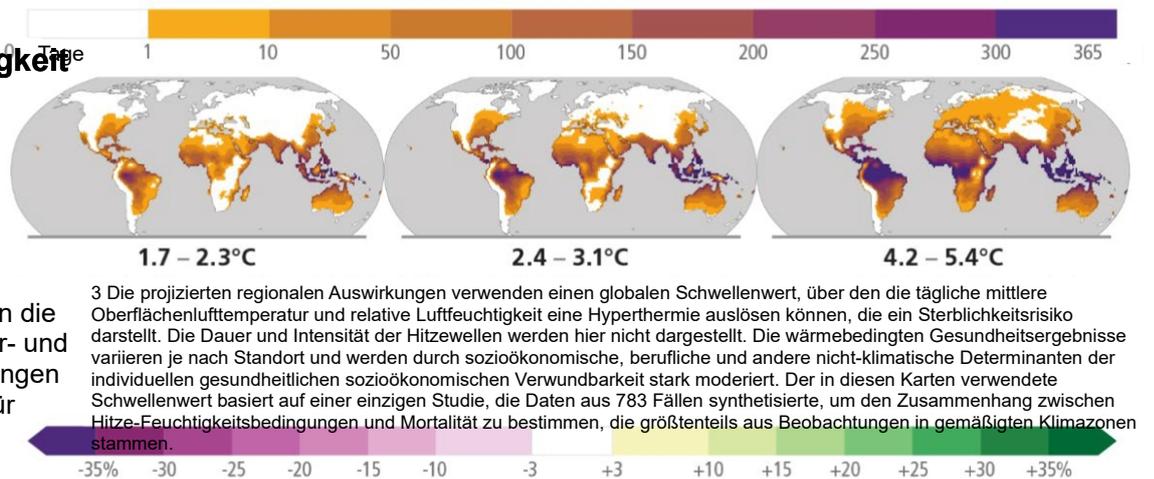
# Der künftige Klimawandel wird voraussichtlich die Schwere der Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme erhöhen und regionale Unterschiede erhöhen.

Beispiele für Auswirkungen ohne zusätzliche Anpassung

**A) Risiko von Artenverlusten**  
 Prozentsatz der Tierarten und Meeresgrasse, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind<sup>1, 2</sup>

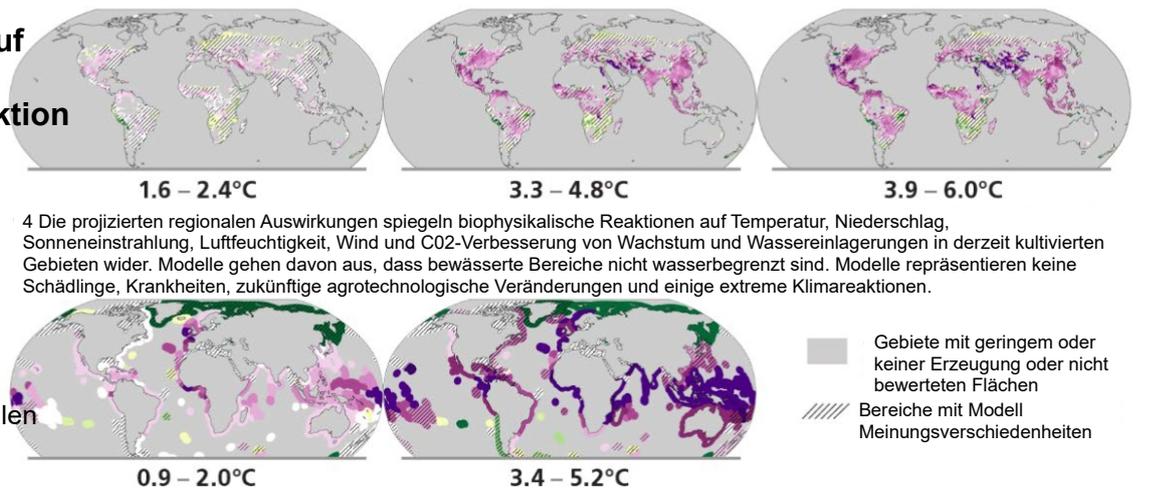


**B) Wärme-Feuchtigkeit Risiken für die menschliche Gesundheit**



**Tage pro Jahr**, an denen die kombinierten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen ein Sterblichkeitsrisiko für Personen darstellen<sup>3</sup>

**C) Auswirkungen auf die Lebensmittelproduktion**



**c1) Maisertrag** 4  
 Änderungen (%) in der Ausbeute

**c2) Fischereiertrag** 5  
 Änderungen des maximalen Fangpotenzials (%)

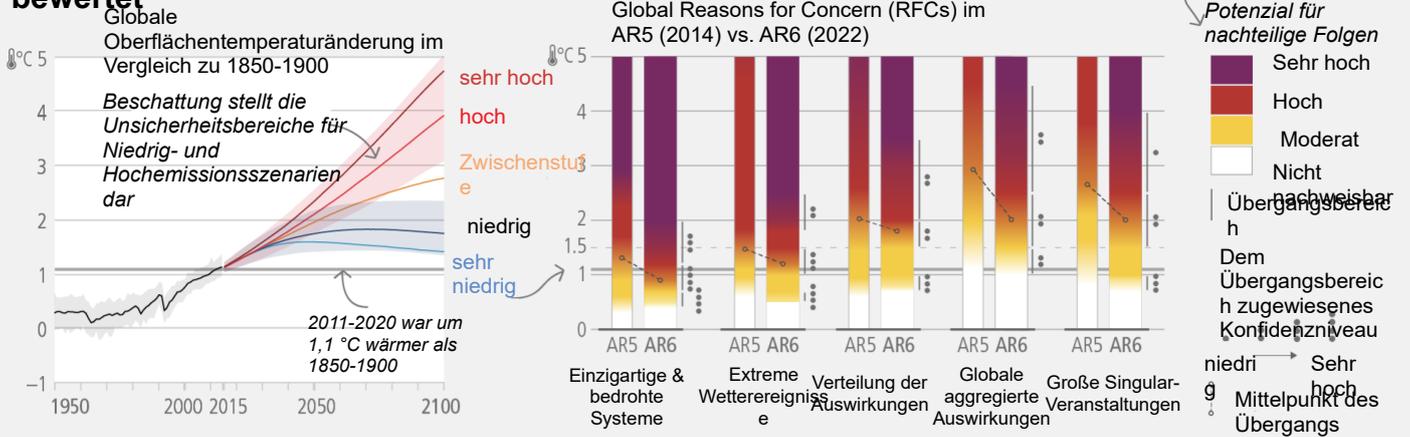
**Abbildung SPM.3:** Projizierte Risiken und Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche und menschliche Systeme auf verschiedenen Ebenen der globalen Erwärmung (GWL) im Vergleich zum Niveau von 1850-1900. Die projizierten Risiken und Auswirkungen auf den Karten basieren auf Outputs aus verschiedenen Teilmengen von Erdsystem und Wirkungsmodellen, die verwendet wurden, um jeden Wirkungsindikator ohne zusätzliche Anpassung zu projizieren. Die Arbeitsgruppe II bietet eine weitere Bewertung der Auswirkungen auf menschliche und natürliche Systeme unter Verwendung dieser Projektionen und zusätzlicher Evidenzlinien. **(A)** Risiken für Artenverluste, die sich aus dem Prozentsatz der bewerteten Arten ergeben, die potenziell gefährlichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind, wie durch Bedingungen definiert, die über die geschätzten historischen (1850-2005) hinausgehenden jährlichen Höchsttemperaturen jeder Art bei 1,5 °C, 2 °C, 3 °C und 4 °C liegen. **(B)** Risiken für die menschliche Gesundheit gemäß den Tagen pro Jahr der Exposition der Bevölkerung gegenüber hyperthermischen Bedingungen, die ein Sterblichkeitsrisiko durch die Bedingungen der Oberflächenlufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im historischen Zeitraum (1991-2005) und bei GWLs von 1,7 °C-2,3 °C (Mittelwert = 1,9 °C) 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). Interquartilbereiche von GWL bis 2081-2100 unter RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5. Der vorliegende Index steht im Einklang mit den gemeinsamen Merkmalen, die in vielen Indizes gefunden werden, die in WGI- und WGII-Bewertungen enthalten sind **(c)** Auswirkungen auf die Lebensmittelproduktion: (c1) Änderungen 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). Median Ertragsänderungen von einem Ensemble von 12 Erntemodellen, die jeweils durch bias-angepasste Outputs aus 5 Erdsystemmodellen getrieben werden, aus dem Agrarmodell Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) und dem Intersektoralen Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP). Karten zeigen 2080–2099 im Vergleich zu 1986-2005 für die derzeitigen Wachstumsregionen (> 10 ha), wobei der entsprechende Bereich der künftigen globalen Erwärmung unter SSP1-2,6, SSP3-7.0 und SSP5-8.5 angegeben ist. Das Schlüpfen zeigt Bereiche an, in denen sich 70 % der Klima-Krop-Modellkombinationen auf das Zeichen der Auswirkungen einigen. (c2) Änderung des Fischereihöchstfangs bis 2081 bis 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. Schlüpfen zeigt an, wo die beiden Klimafischermodelle in der Richtung des Wandels nicht übereinstimmen. Große relative Veränderungen in niedrig 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 die hier nicht dargestellten Ernte- und Fischereiausfälle beeinträchtigt. {3.1.2, Abbildung 3.2, Querschnittskasten.2} (Box SPM.1)

**[ENDABBILDUNG SPM.3 HIER]**

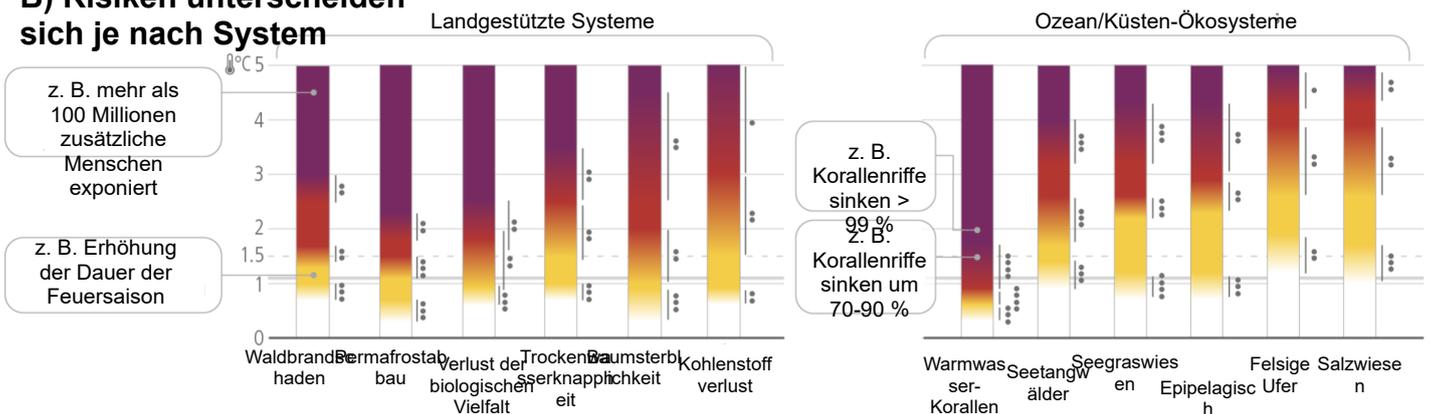
**[STARTBILD SPM.4 HIER]**

# Die Risiken steigen mit jedem Anstieg der Erwärmung

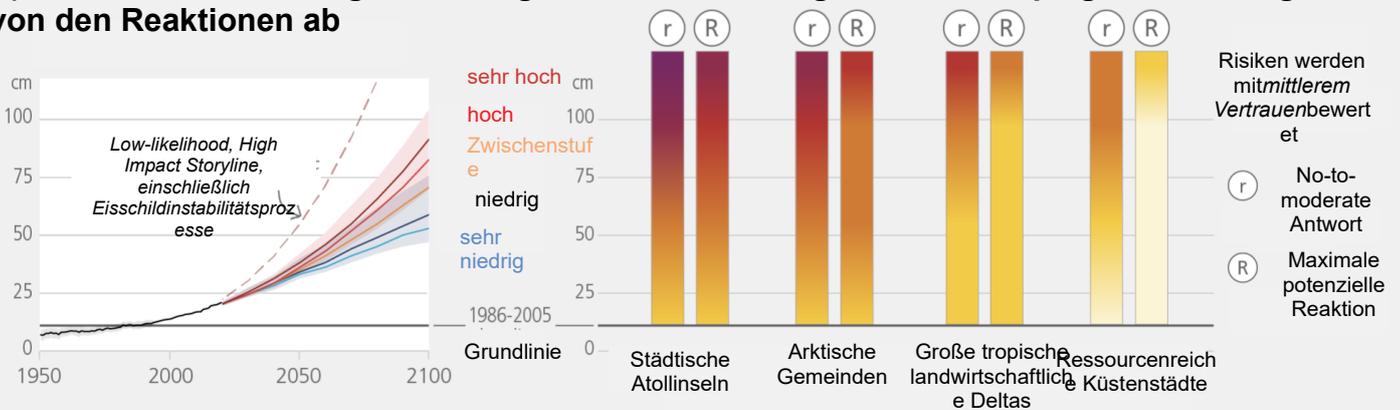
## A) Hohe Risiken werden jetzt auf niedrigerem Niveau der Erderwärmung bewertet



## B) Risiken unterscheiden sich je nach System

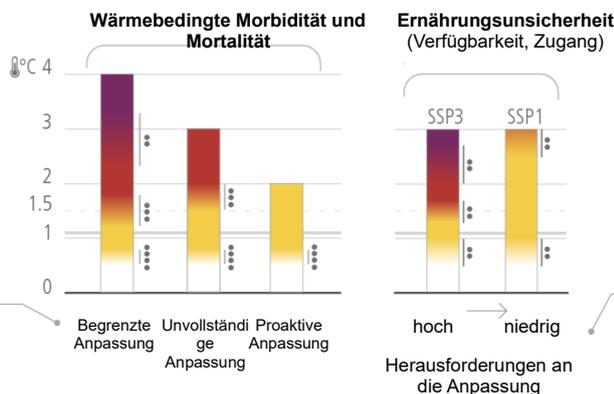


## C) Risiken für Küstenregionen steigen mit dem Anstieg des Meeresspiegels und hängen von den Reaktionen ab



## D) Anpassung und sozioökonomische Wege beeinflussen das Klimaniveau damit verbundene Risiken

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



Der SSP1-Weg veranschaulicht eine Welt mit geringem Bevölkerungswachstum, hohem Einkommen und geringeren Ungleichheiten, Nahrungsmitteln, die in Systemen mit geringen Treibhausgasemissionen erzeugt werden, einer wirksamen Landnutzungsregulierung und einer hohen Anpassungskapazität (d. h. geringe Anpassungsherausforderungen). Der SSP3-Weg hat die entgegengesetzten Trends.

**Abbildung SPM.4: Teilmenge der bewerteten Klimaergebnisse und der damit verbundenen globalen und regionalen Klimarisiken.** Die brennenden Gluten resultieren aus einer literaturbasierten Experteneliziation. **Panel (a): Links** – Globale Änderungen der Oberflächentemperatur in °C gegenüber 1850–1900. Diese Veränderungen wurden durch die Kombination von CMIP6-Modellsimulationen mit Beobachtungszwängen basierend auf der simulierten Erwärmung der Vergangenheit sowie einer aktualisierten Bewertung der Gleichgewichtsklimasensitivität erzielt. Für die Szenarien mit niedrigen und hohen Treibhausgasemissionen (SSP1-2.6 und SSP3-7.0) werden *sehr wahrscheinlich* Spannen angezeigt (Abschnitt Kasten 2); **Recht** – Global Reasons for Concern (RFC), Vergleich der AR6-Bewertungen (dicken Gluten) und AR5 (dünnerer Gluten). Risikoübergänge haben sich in der Regel hin zu niedrigeren Temperaturen mit aktualisiertem wissenschaftlichen Verständnis verlagert. Für jeden RFC werden Diagramme angezeigt, von denen angenommen wird, dass sie niedrig bis keine Anpassung sind. Linien verbinden die Mittelpunkte der Übergänge von moderatem zu hohem Risiko über AR5 und AR6. **Panel (b):** Ausgewählte globale Risiken für Land- und Ozeanökosysteme, die einen allgemeinen Anstieg des Risikos mit einer globalen Erwärmung mit geringem bis keiner Anpassung veranschaulichen. **Panel (c): Links** - Globale mittlere Meeresspiegelveränderung in Zentimetern im Vergleich zu 1900.

Die historischen Veränderungen (schwarz) werden durch Gezeitenmesser vor 1992 und Höhenmesser danach beobachtet. Die zukünftigen Änderungen zu 2100 (farbige Linien und Beschattung) werden konsistent mit Beobachtungszwängen bewertet, die auf der Emulation von CMIP-, Eisschild- und Gletschermodellen basieren, und wahrscheinliche Bereiche werden für SSP1-2.6 und SSP3-7.0 angezeigt. **Rechts** - Bewertung des kombinierten Risikos von Küstenüberflutungen, Erosion und Versalzung für vier anschauliche Küstenregionen im Jahr 2100 aufgrund des sich ändernden mittleren und extremen Meeresspiegels in zwei Reaktionsszenarien in Bezug auf den SROCC-Basiszeitraum (1986-2005). Bei der Bewertung werden Veränderungen des extremen Meeresspiegels nicht berücksichtigt, die über diejenigen hinausgehen, die unmittelbar durch den mittleren Anstieg des Meeresspiegels verursacht werden; das Risiko könnte steigen, wenn andere Veränderungen des extremen Meeresspiegels in Betracht gezogen werden (z. B. aufgrund von Veränderungen der Zyklonintensität). „No-to-moderate response“ beschreibt Anstrengungen ab heute (d. h. keine weiteren signifikanten Maßnahmen oder neue Arten von Maßnahmen). „Maximale potenzielle Reaktion“ stellt eine Kombination von Antworten dar, die in vollem Umfang umgesetzt werden und somit erhebliche zusätzliche Anstrengungen im Vergleich zu heute darstellen, wobei minimale finanzielle, soziale und politische Barrieren vorausgesetzt werden. (In diesem Zusammenhang bezieht sich „heute“ auf 2019.) Die Bewertungskriterien umfassen Exposition und Anfälligkeit, Küstengefahren, In-situ-Antworten und geplante Verlagerung. Geplante Umsiedlung bezieht sich auf verwaltete Rückzugs- oder Neuansiedlungen. Der Begriff Antwort wird hier anstelle von Anpassung verwendet, da einige Antworten, wie z. B. Rückzug, als Anpassung angesehen werden können oder nicht. **Panel (d):** Ausgewählte Risiken auf verschiedenen sozioökonomischen Wegen, die veranschaulichen, wie Entwicklungsstrategien und Anpassungsherausforderungen das Risiko beeinflussen. **Links** - Hitzesensible Ergebnisse der menschlichen Gesundheit in drei Szenarien der Anpassungswirksamkeit. Die Diagramme werden bei der nächsten ganzen °C im Bereich der Temperaturänderung in 2100 unter drei SSP-Szenarien gekürzt. **Recht** - 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 hungergefährdeter Bevölkerung, Erhöhungen der Nahrungsmittelpreise und Erhöhungen der anpassungsfähigen Lebensjahre, die auf untergewichtige Kindheit zurückzuführen sind. Die Risiken werden für zwei gegensätzliche sozioökonomische Pfade (SSP1 und SSP3) bewertet, ohne die Auswirkungen gezielter Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen. {Abbildung 3.3} (Box SPM.1)

[ENDABBILDUNG SPM.4 HIER]

## Wahrscheinlichkeit und Risiken von unvermeidbaren, irreversiblen oder abrupten Veränderungen

**B.3 Einige zukünftige Veränderungen sind unvermeidbar und/oder irreversibel, können aber durch eine tiefe, schnelle und nachhaltige Reduzierung der globalen Treibhausgasemissionen begrenzt werden. Die Wahrscheinlichkeit abrupten und/oder irreversibler Veränderungen steigt mit einer höheren globalen Erwärmung. In ähnlicher Weise steigt die Wahrscheinlichkeit von Ergebnissen mit niedriger Wahrscheinlichkeit, die mit potenziell sehr großen negativen Auswirkungen verbunden sind, mit einer höheren globalen Erwärmung. (hohes Vertrauen) {3.1}**

**B.3.1** Die Begrenzung der globalen Oberflächentemperatur verhindert nicht die anhaltenden Veränderungen der Klimasystemkomponenten, die multidekadische oder längere Reaktionszeiten aufweisen (*hohes Vertrauen*). Der Anstieg des Meeresspiegels ist für Jahrhunderte bis Jahrtausende aufgrund der anhaltenden Erwärmung der Tiefsee und der Eisschildschmelze unvermeidlich, und der Meeresspiegel wird für Tausende von Jahren erhöht bleiben (*hohes Vertrauen*). Tiefgreifende, rasche und nachhaltige Verringerungen der Treibhausgasemissionen würden jedoch eine weitere Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs begrenzen und eine langfristige Verpflichtung zum Anstieg des Meeresspiegels projizieren. Im Vergleich zu 1995-2014 ist der voraussichtliche globale mittlere Meeresspiegelanstieg im Rahmen des Szenarios SSP1-1.9 Treibhausgasemissionen bis 2050 0,15 bis 0,25 m und 0,28–0,55 m bis 2100; für das SSP5-8.5-Treibhausgas-Emissionsszenario beträgt es bis 2050 0,20–0,09 Mio. und bis 2100 0,63-1,01 m (*mittleres Vertrauen*). In den nächsten 2000 Jahren wird der durchschnittliche Meeresspiegel weltweit um etwa 2 bis 3 m

ansteigen, wenn die Erwärmung auf 1,5 °C und 2–6 m begrenzt ist, wenn sie auf 2 °C begrenzt sind (niedriges Vertrauen). {3.1.3, Abbildung 3.4} (Box SPM.1)

**B.3.2** Die Wahrscheinlichkeit und die Auswirkungen abrupter und/oder irreversibler Veränderungen im Klimasystem, einschließlich der bei Erreichen von Kippunkten ausgelösten Veränderungen, nehmen mit einer weiteren globalen Erwärmung zu (*hohes Vertrauen*). Mit zunehmendem Erwärmungsgrad steigen auch die Risiken des Artensterbens oder des irreversiblen Verlusts an biologischer Vielfalt in Ökosystemen, einschließlich Wäldern (*mittleres Vertrauen*), Korallenriffen (*sehr hohes Vertrauen*) und in arktischen Regionen (*hohes Vertrauen*). Bei anhaltenden Erwärmungsniveaus zwischen 2 °C und 3 °C gehen die Eisschilde Grönlands und der Westantarktis über mehrere Jahrtausende fast vollständig und irreversibel verloren, was zu einem Anstieg des Meeresspiegels von mehreren Metern führt (begrenzte Beweise). Die Wahrscheinlichkeit und die Rate des Eismassenverlustes steigen bei 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 einer höheren globalen Erwärmung (*hohes Vertrauen*). Aufgrund der tiefen Unsicherheit im Zusammenhang mit Eisschildprozessen kann der globale mittlere Meeresspiegel im Rahmen des sehr hohen Treibhausgasemissionsszenarios (SSP5-8.5) (*niedriges Vertrauen*) nicht ausgeschlossen werden. Es besteht *mittleres Vertrauen*, dass die atlantische Meridionale Umwälzung nicht abrupt vor 2100 zusammenbrechen wird, aber wenn sie eintreten würde, würde sie *sehr wahrscheinlich* zu abrupten Veränderungen der regionalen Wettermuster und zu großen Auswirkungen auf Ökosysteme und menschliche Aktivitäten führen. {3.1.3} (Box SPM.1)

## **Anpassungsoptionen und ihre Grenzen in einer wärmeren Welt**

**B.4 Anpassungsoptionen, die heute machbar und wirksam sind, werden eingeschränkt und weniger wirksam, wenn sich die globale Erwärmung erhöhen. Mit zunehmender Erderwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen und zusätzliche menschliche und natürliche Systeme werden Anpassungsgrenzen erreichen. Fehlanpassungen können durch flexible, sektorübergreifende, inklusive, langfristige Planung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen vermieden werden, wobei für viele Sektoren und Systeme gemeinsame Vorteile entstehen. (*hohes Vertrauen*) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}**

**B.4.1** Die Wirksamkeit der Anpassung, einschließlich der ökosystembasierten und der meisten wasserbezogenen Optionen, wird mit zunehmender Erwärmung abnehmen. Die Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Optionen erhöht sich mit integrierten, multisektoralen Lösungen, die Reaktionen basierend auf Klimarisiken unterscheiden, Systeme kreuzen und soziale Ungleichheiten beseitigen. Da Anpassungsmöglichkeiten 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 zusätzlicher Erderwärmung werden Anpassungsgrenzen sowie Verluste und Schäden, die stark auf gefährdete Bevölkerungsgruppen konzentriert sind, immer schwieriger zu vermeiden (*hohes Vertrauen*). Über 1,5 °C der globalen Erwärmung stellen begrenzte Süßwasserressourcen potenzielle harte Anpassungsgrenzwerte für kleine Inseln und Regionen dar, die von Gletscher- und Schneeschmelzen abhängig sind (*mittleres Vertrauen*). Oberhalb dieses Niveaus werden Ökosysteme wie einige Warmwasser-Korallenriffe, Küstenfeuchtgebiete, Regenwälder und Polar- und Bergökosysteme harte Anpassungsgrenzen erreicht oder übertroffen 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 auf Sektoren und Risiken konzentrieren, die isoliert und auf kurzfristige Gewinne ausgerichtet sind, führen häufig zu Fehlanpassungen auf lange Sicht, wodurch Schwachstelle, Exposition und Risiken, die sich nur schwer ändern können, blockiert werden. Beispielsweise reduzieren Seemauern kurzfristig die Auswirkungen auf Menschen und Vermögenswerte effektiv, können aber auch zu Lock-Ins und einer erhöhten Exposition gegenüber Klimarisiken auf lange Sicht führen, es sei denn, sie sind in einen langfristigen Anpassungsplan integriert. Maladaptive Reaktionen können bestehende Ungleichheiten insbesondere für indigene Völker und marginalisierte Gruppen verschlimmern und die Widerstandsfähigkeit des Ökosystems und der biologischen Vielfalt verringern. Fehlanpassungen können durch flexible, sektorübergreifende, inklusive, langfristige Planung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen vermieden werden, wobei für viele Sektoren und Systeme gemeinsame Vorteile entstehen. (*hohes Vertrauen*) {2.3.2, 3.2}

## **CO<sub>2</sub>-Budgets und Netto-Null-Emissionen**

**B.5 Die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung erfordert Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die kumulativen CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Erreichen der CO<sub>2</sub>-Netto-Emissionen und des Niveaus der Treibhausgasemissionsreduktionen in dieser Zeit bestimmen weitgehend, ob die Erwärmung auf 1,5 °C oder 2 °C begrenzt werden kann (hohes Vertrauen). Die prognostizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der bestehenden Infrastruktur für fossile Brennstoffe ohne zusätzliche Verringerung würden das verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget für 1,5 °C (50 %) (hohes Vertrauen) übersteigen. {2.3, 3.1, 3.3, Tabelle 3.1}**

**B.5.1** Aus naturwissenschaftlicher Sicht erfordert die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau eine Begrenzung der kumulativen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die mindestens Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen, zusammen mit einer starken Verringerung anderer Treibhausgasemissionen. Das Erreichen der Netto-Treibhausgasemissionen erfordert in erster Linie eine tiefgreifende Verringerung der CO<sub>2</sub>-, Methan- und anderen THG-Emissionen und impliziert Netto-negative CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>39</sup>. Der Abbau von Kohlendioxid (CDR) wird notwendig sein, um Netto-negative CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen (siehe B.6). Die Netto-Null-Treibhausgasemissionen werden, wenn sie nachhaltig sind, 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, Querschnittskasten 1}

**B.5.2** Für alle 1000 GtCO<sub>2</sub>, die durch menschliche Aktivität emittiert werden, steigt die globale Oberflächentemperatur um 0,45 °C (beste Schätzung, mit einem wahrscheinlichen Bereich von 0,27 bis 0,63 °C). Die besten Schätzungen der verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets ab Anfang 2020 betragen 500 GtCO<sub>2</sub> für eine 50 %ige Wahrscheinlichkeit, die Erderwärmung auf 1,5 °C und 1150 GtCO<sub>2</sub> für eine 67 %ige Wahrscheinlichkeit einer Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen<sup>40</sup>. Je stärker die Verringerung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen, desto geringer sind die resultierenden Temperaturen für einen gegebenen verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budget oder das größere verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget für die gleiche Temperaturänderung<sup>41</sup>. {3.3.1}

**B.5.3** Wenn die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 2020 und 30 im Durchschnitt auf dem Niveau von 2019 blieben, würden die daraus resultierenden kumulativen Emissionen das verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget für 1,5 °C (50 %) nahezu ausschöpfen und mehr als ein Drittel des verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets für 2 °C (67 %) erschöpfen. Schätzungen der künftigen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus bestehenden Infrastrukturen für fossile Brennstoffe ohne zusätzliche Verringerung übersteigen<sup>42</sup> bereits das verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (50 %) (hohes Vertrauen). Die projizierten kumulativen künftigen CO<sub>2</sub>-Emissionen während der Lebensdauer bestehender und geplanter Infrastrukturen für fossile Brennstoffe sind bei Aufrechterhaltung historischer Betriebsmuster und ohne zusätzliche Minderung<sup>43</sup> ungefähr gleich dem verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budget für die Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 83 %<sup>44</sup> (hohes Vertrauen). {2.3.1, 3.3.1, Abbildung 3.5}

**B.5.4** Basierend auf zentralen Schätzungen belaufen sich die historischen kumulativen CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1850 und 2019 auf etwa vier Fünftel<sup>45</sup> des gesamten CO<sub>2</sub>-Budgets für eine 50 %ige Wahrscheinlichkeit, die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung etwa 2900 GtCO<sub>2</sub>), und etwa zwei Drittel<sup>46</sup> des gesamten CO<sub>2</sub>-Budgets für eine 67 %ige Wahrscheinlichkeit, die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen (zentrale Schätzung ca. 3550

39 Netto-Null-Treibhausgasemissionen, die durch das 100-Jahres-Erwärmungspotenzial definiert werden. 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-CO<sub>2</sub>-Flüsse, einschließlich Flussmittel, die auf vom Menschen verursachte Umweltveränderungen (z. B. CO<sub>2</sub>-Düngung) auf „verwalteten“ Land in ihren nationalen Treibhausgasinventaren zurückzuführen sind. Anhand von Emissionsschätzungen auf der Grundlage dieser Lagerbestände müssen die verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets entsprechend reduziert werden. {3.3.1}

41 Beispielsweise könnten die verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets 300 bzw. 600 GtCO<sub>2</sub> für 1,5 °C (50 %) für hohe und niedrige Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen, verglichen mit 500 GtCO<sub>2</sub> im zentralen Fall. {3.3.1}

42 Minderung bezieht sich hier auf menschliche Eingriffe, die die Menge an Treibhausgasen reduzieren, die aus der Infrastruktur fossiler Brennstoffe in die Atmosphäre freigesetzt werden.

43 Ebd.

44 WGI stellt CO<sub>2</sub>-Budgets bereit, die mit der Begrenzung der globalen Erwärmung auf Temperaturgrenzen mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten wie 50 %, 67 % oder 83 % übereinstimmen. {3.3.1}

45 Unsicherheiten für die gesamten CO<sub>2</sub>-Budgets wurden nicht bewertet und könnten sich auf die spezifischen berechneten Fraktionen auswirken.

GtCO<sub>2</sub>). {3.3.1, Abbildung 3.5}**Minderungswege**

**B.6 Alle global modellierten Pfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung begrenzen, und diejenigen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, beinhalten schnelle und tiefe und in den meisten Fällen sofortige Treibhausgasemissionen in allen Sektoren dieses Jahrzehnts. Die globalen Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen von Null sind für diese Pfadkategorien in den frühen 2050er Jahren bzw. in den frühen 2070er Jahren reachehd. (hohe Konfidenz) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, Tabelle 3.1} (Abbildung SPM.5, Kasten SPM.1)**

**B.6.1** Global modellierte Wege liefern Informationen über die Begrenzung der Erwärmung auf verschiedene Ebenen; diese Wege, insbesondere ihre sektoralen und regionalen Aspekte, hängen von den in Kasten SPM.1. beschriebenen Annahmen ab. Globale modellierte Wege, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung oder Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen, zeichnen sich durch tiefe, schnelle und in den meisten Fällen sofortige THG-Emissionsreduktionen aus. Pfade, die die Erwärmung auf 1,5°C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung begrenzen, erreichen Anfang 2050 Netto-Null -CO<sub>2</sub>-Emissionen, gefolgt von Netto-negativen CO<sub>2</sub>. Emissionen. Jene Pfade, die Netto-Treibhausgasemissionen erreichen, tun dies um die 2070er Jahre. Pfade, die die Erwärmung auf 2°C (> 67 %) beschränken, erreichen in den frühen 2070er Jahren Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die globalen THG-Emissionen werden voraussichtlich zwischen 2020 und spätestens vor 2025 in global modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung begrenzen, und in solchen, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) begrenzen und sofortige Maßnahmen ergreifen, ihren Höhepunkt erreichen. (hohe Konfidenz) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6} (Tabelle XX)

**[STARTTABELLE XX]**

**Tfähig XX:** Reduktion der Treibhausgas- und CO<sub>2</sub> -Emissionen ab 2019, Median und 5-95 Perzentilen {3.3.1; 4.1; Tabelle 3.1; Abbildung 2.5; Box SPM1}

		Verringerung der Emissionswerte 2019 (%)			
		2030	2035	2040	2050
Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder begrenzte Überschreitung	GHG-WERTE	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO <sub>2</sub>	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C (> 67 %)	GHG-WERTE	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO <sub>2</sub>	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

**[ENDTABELLE XX]**

**B.6.2** Die Erreichung der Netto- $\text{CO}_2$ -Emissionen oder Treibhausgasemissionen erfordert in erster Linie eine tiefgreifende und rasche Senkung der Bruttoemissionen von  $\text{CO}_2$  sowie eine erhebliche Verringerung der Nicht- $\text{CO}_2$  - Treibhausgasemissionen (*hohes Vertrauen*). Beispielsweise werden in modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf  $1,5\text{ }^\circ\text{C}$  ( $> 50\%$ ) ohne oder nur begrenzte Überschreitung beschränken, die globalen Methanemissionen bis 2030 um 34 [21–57] % gegenüber 2019 reduziert. Allerdings bleiben einige schwer zu reduzierende Restgasemissionen (z. B. einige Emissionen aus Landwirtschaft, Luftfahrt, Schifffahrt und Industrieprozessen) und müssten durch den Einsatz von  $\text{CO}_2$ -Abbaumethoden (CDR) ausgeglichen werden, um Netto- $\text{CO}_2$ -Emissionen oder Treibhausgasemissionen zu erreichen (*hohes Vertrauen*). Infolgedessen wird der Netto-Null- $\text{CO}_2$ -Wert früher erreicht als die Netto-Null-Treibhausgase (*hohes Vertrauen*). {3.3.2, 3.3.3, Tabelle 3.1, Abbildung 3.5} (Abbildung SPM.5)

**B.6.3** Global modellierte Minderungspfade, die Netto- $\text{CO}_2$ -Emissionen und Treibhausgasemissionen erreichen, umfassen den Übergang von fossilen Brennstoffen ohne  $\text{CO}_2$ -Abscheidung und -Speicherung (CCS) zu sehr  $\text{CO}_2$ -armen oder  $\text{CO}_2$ -freien Energiequellen wie erneuerbaren oder fossilen Brennstoffen mit CCS, nachfrageseitige Maßnahmen und Verbesserung der Effizienz, Verringerung der Treibhausgasemissionen ohne  $\text{CO}_2$ -Emissionen und CDR<sup>47</sup>. In den meisten weltweit modellierten Wegen erreichen Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (durch Aufforstung und reduzierte Entwaldung) und der Energieversorgungssektor einen Netto- $\text{CO}_2$ -Ausstoß früher als im Gebäude-, Industrie- und Verkehrssektor. (*hohe Konfidenz*) {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 z. B. Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. In ähnlicher Weise können biologische CDR<sup>48</sup>-Methoden wie Wiederaufforstung, verbesserte Waldbewirtschaftung, Kohlenstoffbindung im Boden, Torfrestaurierung und küstenblaues Kohlenstoffmanagement je nach Kontext die biologische Vielfalt und Ökosystemfunktionen, die Beschäftigung und die lokalen Lebensgrundlagen verbessern. Die Aufforstung oder Produktion von Biomassepflanzen kann jedoch negative sozioökonomische und ökologische Auswirkungen haben, einschließlich auf die biologische Vielfalt, die Ernährungs- und Wassersicherheit, die Lebensgrundlagen vor Ort und die Rechte der indigenen Völker, insbesondere wenn sie in großem Maßstab umgesetzt werden und in denen Landbesitz unsicher ist. Modellierte Wege, die von einer effizienteren Nutzung von Ressourcen ausgehen oder die globale Entwicklung hin zu Nachhaltigkeit verlagern, umfassen weniger Herausforderungen wie weniger Abhängigkeit von CDR und Druck auf Land und Biodiversität. (*hohes Vertrauen*) {3.4.1}

[STARTBILD SPM.5 HIER]

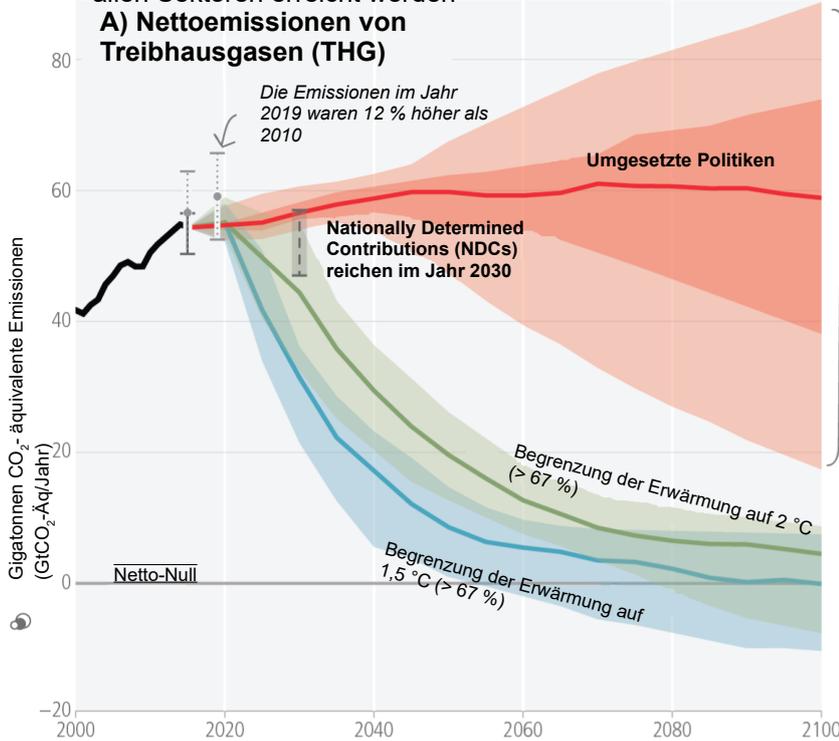
---

47 CCS ist eine Option zur Reduzierung von Emissionen aus großen fossilen Energie- und Industriequellen, sofern geologische Speicherung zur Verfügung steht. Wenn  $\text{CO}_2$  direkt aus der Atmosphäre (DACCS) oder aus Biomasse (BECCS) gewonnen wird, stellt CCS die Speicherkomponente dieser CDR-Methoden dar.  $\text{CO}_2$  Capture and Subsurface Injection ist eine ausgereifte Technologie für die Gasverarbeitung und verbesserte Ölrückgewinnung. Im Gegensatz zum Öl- und Gassektor ist CCS im Energiesektor sowie in der Zement- und Chemieproduktion weniger ausgereift, wo es sich um eine kritische Minderungsoption handelt. Die technische geologische Speicherkapazität wird auf 1000 Gt $\text{CO}_2$  geschätzt, was über dem  $\text{CO}_2$ -Speicherbedarf bis 2100 liegt, um die Erderwärmung auf  $1,5\text{ }^\circ\text{C}$  zu begrenzen, obwohl die regionale Verfügbarkeit geologischer Lagerung ein begrenzender Faktor sein könnte. Wenn die geologische Lagerstätte angemessen ausgewählt und bewirtschaftet wird, wird geschätzt, dass das  $\text{CO}_2$  dauerhaft von der Atmosphäre isoliert werden kann. Die Umsetzung von CCS sieht sich derzeit mit technologischen, wirtschaftlichen, institutionellen, ökologischen, ökologischen und soziokulturellen Hindernissen konfrontiert. Derzeit liegen die weltweiten Geschwindigkeiten der CCS-Einführung weit unter denen in modellierten Wegen, die die Erderwärmung auf  $1,5\text{ }^\circ\text{C}$  auf  $2\text{ }^\circ\text{C}$  begrenzen. (*hohes Vertrauen*) {3.3.3}

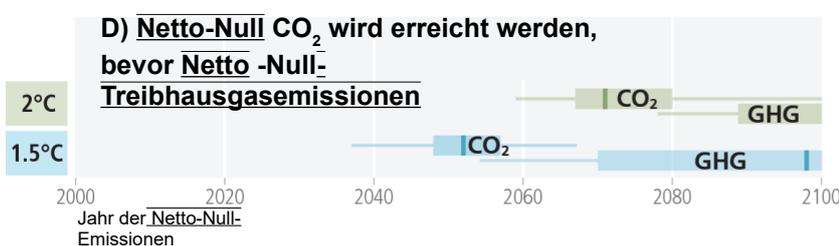
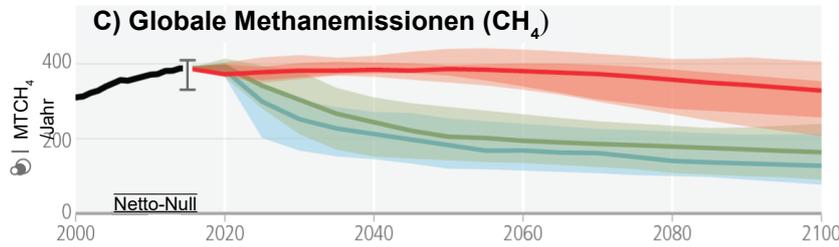
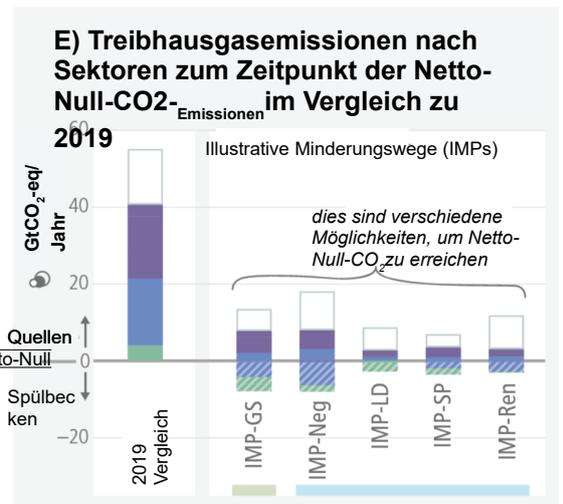
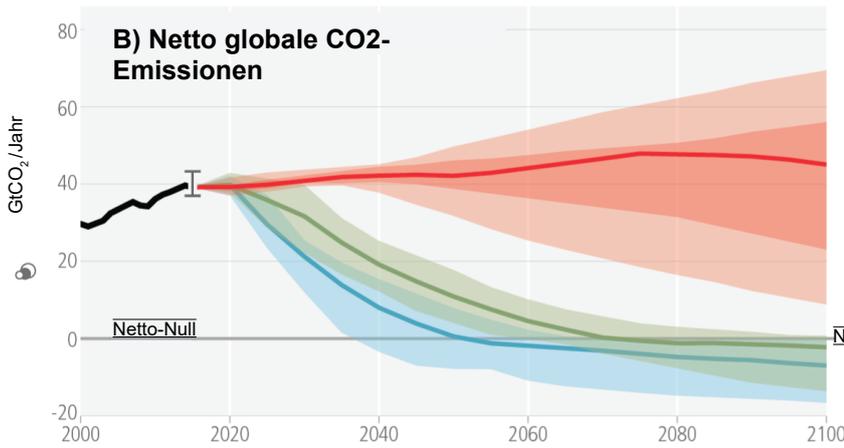
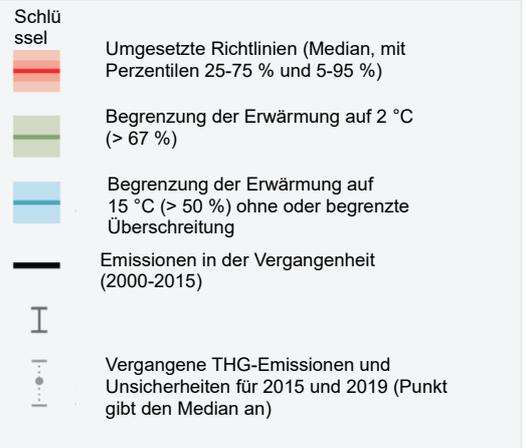
48 Die Auswirkungen, Risiken und Ko-Nutzen der CDR-Einführung für Ökosysteme, Biodiversität und Menschen werden je nach Methode, standortspezifischen Kontext, Umsetzung und Skala (*hohes Vertrauen*) sehr unterschiedlich sein.

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



Umgesetzte Richtlinien führen zu prognostizierten Emissionen, die zu einer Erwärmung von 33,2 °C führen, bei einem Bereich von 2,2 °C bis 3,5 °C (mittleres Vertrauen)



**Abbildung SPM.5: Globale Emissionspfade im Einklang mit umgesetzten Strategien und Minderungsstrategien.** Panel (a), (b) und (c) zeigen die Entwicklung der globalen Treibhausgas-, CO<sub>2</sub>- und Methanemissionen in modellierten Wegen, während das Panel (d) den damit verbundenen Zeitpunkt zeigt, wann die Treibhausgas- und CO<sub>2</sub>-Emissionen Netto-Null erreichen. Farbige Bereiche bezeichnen das Perzentil von 5 bis 95 % über die global modellierten Pfade, die in eine bestimmte Kategorie fallen, wie in Kasten SPM.1. beschrieben. Die roten Bereiche zeigen Emissionspfade unter Annahme von Politiken, die bis Ende 2020 umgesetzt wurden. Bereiche von modellierten Pfaden, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzter Überschreitung beschränken, werden in hellblau (Kategorie C1) und Pfaden, die die Erwärmung auf 2 °C (> 67 %) beschränken, in grün dargestellt (Kategorie C3). Globale Emissionspfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) ohne oder nur begrenzte Überschreitung begrenzen und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auch Netto-Null-Treibhausgas erreichen würden, tun dies zwischen 2070-2075. **Panel (e)** zeigt die sektoralen Beiträge von CO<sub>2</sub>- und Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionsquellen und sinks zum Zeitpunkt des Erreichens der Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen in illustrativen Minderungspfaden (IMP-Neg), hoher Ressourceneffizienz (IMP-LD), einem Fokus auf nachhaltige Entwicklung (IMP-SP), erneuerbare Energien (IMP-Ren) und Begrenzung der Erwärmung auf 2 °C mit weniger rascher Minderung zunächst gefolgt von einer schrittweisen Stärkung (IMP-GS). Positive und negative Emissionen für verschiedene IMPs werden mit den THG-Emissionen aus dem Jahr 2019 verglichen. Die Energieversorgung (einschließlich Strom) umfasst Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung sowie direkte Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid in der Luft. CO<sub>2</sub> Emissionen aus Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft können nur als Nettozahl ausgewiesen werden, da in vielen Modellen keine Emissionen und Senken dieser Kategorie gesondert gemeldet werden. {Abbildung 3.6, 4.1} (Box SPM.1)

[ENDABBILDUNG SPM.5 HIER]

## Überschießen: Überschreitung eines Erwärmungsniveaus und Rückkehr

**B.7 Überschreitet die Erwärmung ein bestimmtes Niveau wie 1,5 °C, so könnte sie schrittweise wieder durch die Erreichung einer tragfähigen negativen globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeklärt werden. Dies würde einen zusätzlichen Einsatz von Kohlendioxid im Vergleich zu Wegen ohne Überschreitung erfordern, was zu größeren Machbarkeits- und Nachhaltigkeitsbedenken führen würde. Überschreitung bringt negative Auswirkungen, einige irreversible und zusätzliche Risiken für menschliche und natürliche Systeme mit sich, die alle mit dem Ausmaß und der Dauer des Überschusses wachsen. (hohe Konfidenz) {3.1, 3.3, 3.4, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6}**

**B.7.1** Nur eine kleine Anzahl der ehrgeizigsten global modellierten Pfade begrenzen die globale Erwärmung auf 1,5 °C (> 50 %) bis 2100, ohne dieses Niveau vorübergehend zu überschreiten. Die Erreichung und Aufrechterhaltung der Netto-negativen globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit jährlichen CDR-Raten, die höher als die verbleibenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind, würde das Erwärmungsniveau schrittweise wieder verringern (*hohes Vertrauen*). Nachteilige Auswirkungen, die während dieser Überschreitung auftreten und zusätzliche Erwärmung durch Rückkopplungsmechanismen verursachen, wie erhöhte Waldbrände, Massensterblichkeit von Bäumen, Trocknung von Torfmooren und Permafrostauftauen, die Schwächung natürlicher Bodenkohlenstoffsinken und die zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen würden die Rückkehr schwieriger machen (*mittleres Vertrauen*). {3.3.2, 3.3.4, Tabelle 3.1, Abbildung 3.6} (Box SPM.1)

**B.7.2** Je höher die Größe und je länger die Dauer der Überschreitung ist, desto mehr Ökosysteme und Gesellschaften sind zunehmenden und weitverbreiteten Veränderungen der Klimateinwirkungstreiber ausgesetzt, was die Risiken für viele natürliche und menschliche Systeme erhöht. Im Vergleich zu Pfaden ohne Überschreitung wären Gesellschaften mit höheren Risiken für Infrastruktur, niedrig gelegene Küstensiedlungen und damit verbundene Lebensgrundlagen konfrontiert. Eine Überschreitung von 1,5 °C führt zu irreversiblen negativen Auswirkungen auf bestimmte Ökosysteme mit geringer Widerstandsfähigkeit wie Polar-, Berg- und Küstenökosysteme, die durch Eisschild, Gletscherschmelze oder durch einen beschleunigten und engagierten Anstieg des Meeresspiegels beeinträchtigt werden. (*hohes Vertrauen*) {3.1.2, 3.3.4}

**B.7.3** Je größer die Überschreitung, desto mehr negative CO<sub>2</sub> Emissionen wären erforderlich, um bis 2100 auf 1,5 °C zurückzukehren. Ein schnellerer Übergang zu Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen und eine schnellere Verringerung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen wie Methan würde die Höchsterwärmung begrenzen und die Anforderung an negative Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern, wodurch Machbarkeits- und Nachhaltigkeitsbedenken sowie soziale und ökologische Risiken im Zusammenhang mit der Einführung von CDR in großem Maßstab verringert würden. (*hohe Konfidenz*) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, Tabelle 3.1}

## C. Antworten in der kurzfristigen

### Dringlichkeit einer kurzfristigen integrierten Klimapolitik

**C.1 Der Klimawandel ist eine Bedrohung für das menschliche Wohlergehen und die Gesundheit der Planeten (*sehr hohes Vertrauen*). Es gibt ein schnelles Zeitfenster der Gelegenheit, eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern (*sehr hohes Vertrauen*). Die klimaresistente Entwicklung integriert Anpassung und Minderung, um eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben, und wird durch eine verstärkte internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich eines verbesserten Zugangs zu angemessenen Finanzmitteln, insbesondere für gefährdete Regionen, Sektoren und Gruppen, inklusive Governance und koordinierte Politiken (*hohes Vertrauen*). Die Entscheidungen und Maßnahmen, die in diesem Jahrzehnt umgesetzt werden, werden jetzt und seit Tausenden 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)**

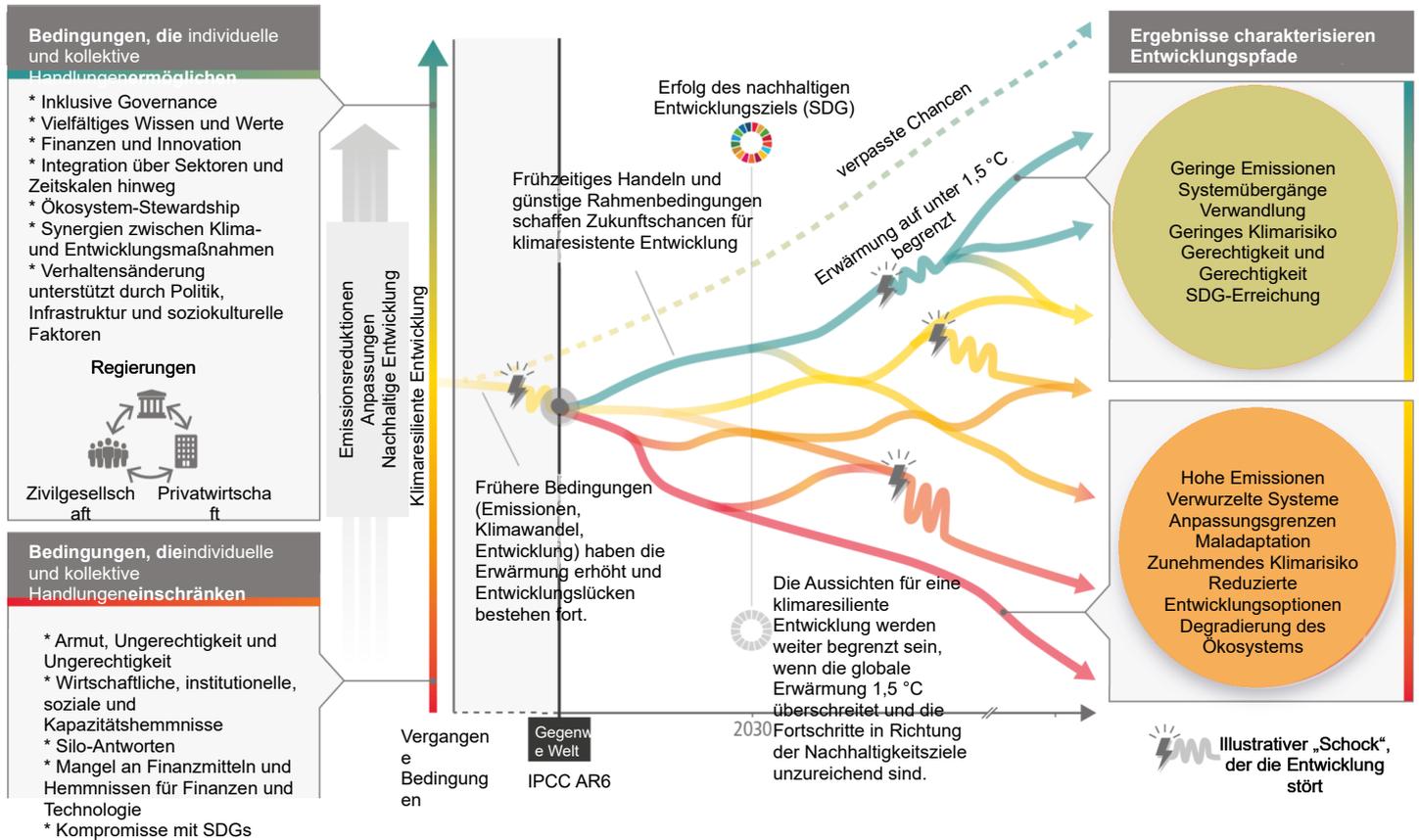
**C.1.1** Belege für beobachtete nachteilige Auswirkungen und damit verbundene Verluste und Schäden, projizierte Risiken, Ausmaße und Trends bei den Anfälligkeits- und Anpassungsgrenzwerten zeigen, dass weltweite klimaresiliente Entwicklungsmaßnahmen dringender sind als zuvor in AR5 bewertet. Klimaresistente Entwicklung integriert Anpassung und Treibhausgasreduzierung, um eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben. Klimaresistente Entwicklungspfade wurden durch die bisherige Entwicklung, die Emissionen und den Klimawandel eingeschränkt und werden schrittweise durch jede Erwärmungserhöhung, insbesondere über 1,5 °C, eingeschränkt (*sehr hohes Vertrauen*) {3.4; 3.4.2; 4.1}

**C.1.2** Die staatlichen Maßnahmen auf subnationaler, nationaler und internationaler Ebene mit der Zivilgesellschaft und dem Privatsektor spielen eine entscheidende Rolle bei der Ermöglichung und Beschleunigung von Veränderungen der Entwicklungspfade hin zu Nachhaltigkeit und klimaresistenter Entwicklung (*sehr hohes Vertrauen*). Eine klimaresiliente Entwicklung ist möglich, wenn Regierungen, die Zivilgesellschaft und der Privatsektor integrative Entwicklungsentscheidungen treffen, bei denen Risikominderung, Gerechtigkeit und Gleichberechtigung Vorrang haben, und wenn Entscheidungsprozesse, Finanzen und Maßnahmen über Governance-Ebenen, Sektoren und Zeitrahmen hinweg integriert werden (*sehr hohes Vertrauen*). Die Rahmenbedingungen unterscheiden sich nach nationalen, regionalen und lokalen Gegebenheiten und Regionen je nach Leistungsfähigkeit und umfassen: politisches Engagement und Folgemaßnahmen, koordinierte Politiken, soziale und internationale Zusammenarbeit, Ökosystemverantwortung, inklusive Governance, Wissensvielfalt, technologische Innovation, Überwachung und Bewertung 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** Fortgeführte Emissionen werden sich weiter auf alle wichtigen Komponenten des Klimasystems auswirken, und viele Änderungen werden von hundert bis tausend Jahren irreversibel sein und mit zunehmender Erderwärmung größer werden. Ohne dringende, wirksame und gerechte Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen bedroht der Klimawandel zunehmend die Ökosysteme, die biologische Vielfalt und die Lebensgrundlagen, die Gesundheit und das Wohlergehen aktueller 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).

[STARTBILD SPM.6 HIER]

## Es gibt ein rasches Zeitfenster der Möglichkeiten, klimaresistente Entwicklung zu ermöglichen. Mehrfach interagierende Entscheidungen und Maßnahmen können Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verschieben



**Abbildung SPM.6:** Die anschaulichen Entwicklungspfade (rot bis grün) und die damit verbundenen Ergebnisse (rechtes Panel) zeigen, dass sich die Möglichkeiten für eine lebensfähige und nachhaltige Zukunft für alle schnell verengen. Klimaresistente Entwicklung ist der Prozess der Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung. Unterschiedliche Wege verdeutlichen, dass durch die Interaktion von Entscheidungen und Maßnahmen verschiedener Akteure der Regierung, des Privatsektors und der Zivilgesellschaft die klimaresistente Entwicklung vorangetrieben, Wege hin zu Nachhaltigkeit verlagert und weniger Emissionen und Anpassungen ermöglicht werden können. Vielfältige Kenntnisse und Werte umfassen kulturelle Werte, indigenes Wissen, lokales Wissen und wissenschaftliches Wissen. Klimatische und nicht-klimatische Ereignisse, wie Dürren, Überschwemmungen oder Pandemien, stellen schwerere Schocks auf Pfaden mit einer geringeren klimaresistenten Entwicklung (rot bis gelb) dar als auf Pfaden mit einer höheren klimaresistenten Entwicklung (grün). Es gibt Grenzen der Anpassungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit für einige menschliche und natürliche Systeme bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C, und mit jeder Erhöhung der Erwärmung werden Verluste und Schäden zunehmen. Die Entwicklungspfade, die die Länder in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung einschlagen, wirken sich auf die THG-Emissionen und -minderungsmöglichkeiten aus, die je nach Land und Region unterschiedlich sind. Wege und Handlungsmöglichkeiten werden durch frühere Maßnahmen (oder Untätigkeit und verpasste Chancen) geprägt; gestrichelter Pfad) und ermöglichende und einschränkende Bedingungen (linkes Panel) und finden im Kontext von Klimarisiken, Anpassungsgrenzen und Entwicklungslücken statt. Je länger Emissionsreduktionen verzögert werden, desto weniger effektive Anpassungsmöglichkeiten. {Abbildung 4.2; 3.1; 3.2; 3.4; 4.2; 4.4; 4.5; 4.6; 4.9}

[ENDABBILDUNG SPM.6 HIER]

### Die Vorteile eines kurzfristigen Handelns

**C.2 Eine tiefe, rasche und nachhaltige Abschwächung und beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in diesem Jahrzehnt würde die projizierten Verluste und Schäden für Menschen und Ökosysteme verringern (sehr hohes Vertrauen), was viele Nebenvorteile bietet, insbesondere für die Luftqualität und die Gesundheit (hohes Vertrauen). Verzögerte Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen würden emissionsreiche Infrastrukturen sperren, Risiken von verlorenen Vermögenswerten und Kosteneskalation erhöhen, die Durchführbarkeit verringern und**

**Verluste und Schäden erhöhen (*hohes Vertrauen*). Kurzfristige Maßnahmen beinhalten hohe Investitionen im Vorfeld und potenziell störende Veränderungen, die durch eine Reihe von Maßnahmen zur Ermöglichung (*hohes Vertrauen*) verringert 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 tiefe, rasche und nachhaltige Abschwächung 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 Abschwächung verringern (*hohes Vertrauen*). {4.1, 4.2, 4.3}.

**C.2.2** Verzögerte Abschwächungsmaßnahmen werden die globale Erwärmung weiter erhöhen und Verluste und Schäden werden zunehmen und zusätzliche menschliche und natürliche Systeme werden Anpassungsgrenzen erreichen (*hohes Vertrauen*). Zu den Herausforderungen infolge verzögerter Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen gehören das Risiko der Kostensteigerung, die Sperrung von Infrastrukturen, gestrandete Vermögenswerte sowie eine geringere Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Anpassungs- und Minderungsoptionen (*hohes Vertrauen*). Ohne rasche, tiefgreifende und nachhaltige Abschwächungsmaßnahmen und beschleunigte Anpassungsmaßnahmen werden die Verluste und Schäden weiter zunehmen, einschließlich der projizierten negativen Auswirkungen in Afrika, den am wenigsten entwickelten Ländern, den am wenigsten entwickelten Ländern, Zentral- und Südamerika,<sup>49</sup> Asien und der Arktis, und werden die am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen unverhältnismäßig stark beeinträchtigen (*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** Beschleunigter Klimaschutz kann auch Nebenvorteile bieten (siehe auch C.4). Viele Minderungsmaßnahmen hätten Vorteile für die Gesundheit durch geringere Luftverschmutzung, aktive Mobilität (z. B. Wandern, Radfahren) und Umstellung auf eine nachhaltige gesunde Ernährung. Starke, schnelle und anhaltende Reduktionen der Methanemissionen können die kurzfristige Erwärmung begrenzen und die Luftqualität verbessern, indem sie globales Oberflächenozon reduzieren. (*hohes Vertrauen*) Anpassung kann mehrere zusätzliche Vorteile wie die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität, Innovation, Gesundheit und Wohlbefinden, Ernährungssicherheit, Existenzgrundlage und Erhaltung der biologischen Vielfalt (*sehr hohes Vertrauen*) bringen. {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}

**C.2.4** Die Kosten-Nutzen-Analyse bleibt in ihrer Fähigkeit begrenzt, alle vermiedenen Schäden durch den Klimawandel darzustellen (*hohes Vertrauen*). Die wirtschaftlichen Vorteile der Verbesserung der Luftqualität für die menschliche Gesundheit, die sich aus Minderungsmaßnahmen ergeben, können von gleicher Größenordnung sein wie die Minderungskosten und möglicherweise sogar noch größer (*mittleres Vertrauen*). Selbst ohne alle Vorteile der Vermeidung potenzieller Schäden zu berücksichtigen, übersteigt der globale wirtschaftliche und soziale Nutzen der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 2 °C die Kosten der Minderung in den meisten der bewerteten Literatur (*mittleres Vertrauen*).<sup>50</sup> Eine schnellere Eindämmung des Klimawandels, wobei die Emissionen früher ihren Höchststand erreicht haben, erhöht die Nebenvorteile und verringert langfristig Machbarkeitsrisiken und -kosten, erfordert jedoch höhere Investitionen im Vorfeld (*hohes Vertrauen*). {3.4.1, 4.2}

**C.2.5** Ambitious Minderungspfade implizieren große und manchmal disruptive Veränderungen der bestehenden Wirtschaftsstrukturen mit erheblichen Verteilungsfolgen innerhalb und zwischen den Ländern. Um die Klimaschutzmaßnahmen zu beschleunigen, können die negativen Folgen dieser Veränderungen durch haushaltspolitische, finanzielle, institutionelle und regulatorische Reformen und durch die Integration von Klimaschutzmaßnahmen in die makroökonomische Politik durch i) gesamtwirtschaftliche Pakete im Einklang mit den nationalen Gegebenheiten gemildert und nachhaltige emissionsarme Wachstumspfade unterstützt werden; II)

---

49 Der südliche Teil Mexikos ist in der klimatischen Subregion Südamerika (SCA) für WGI enthalten. Mexiko wird als Teil Nordamerikas für die WGII bewertet. Die Literatur zum Klimawandel für die SCA-Region umfasst 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.

50 Die Evidenz ist zu begrenzt, um eine ähnliche robuste Schlussfolgerung für die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C zu treffen. Die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C anstelle von 2 °C würde die Kosten der Minderung erhöhen, aber auch den Nutzen in Bezug auf verringerte Auswirkungen und damit verbundene Risiken erhöhen und den Anpassungsbedarf verringern (*hohes Vertrauen*).

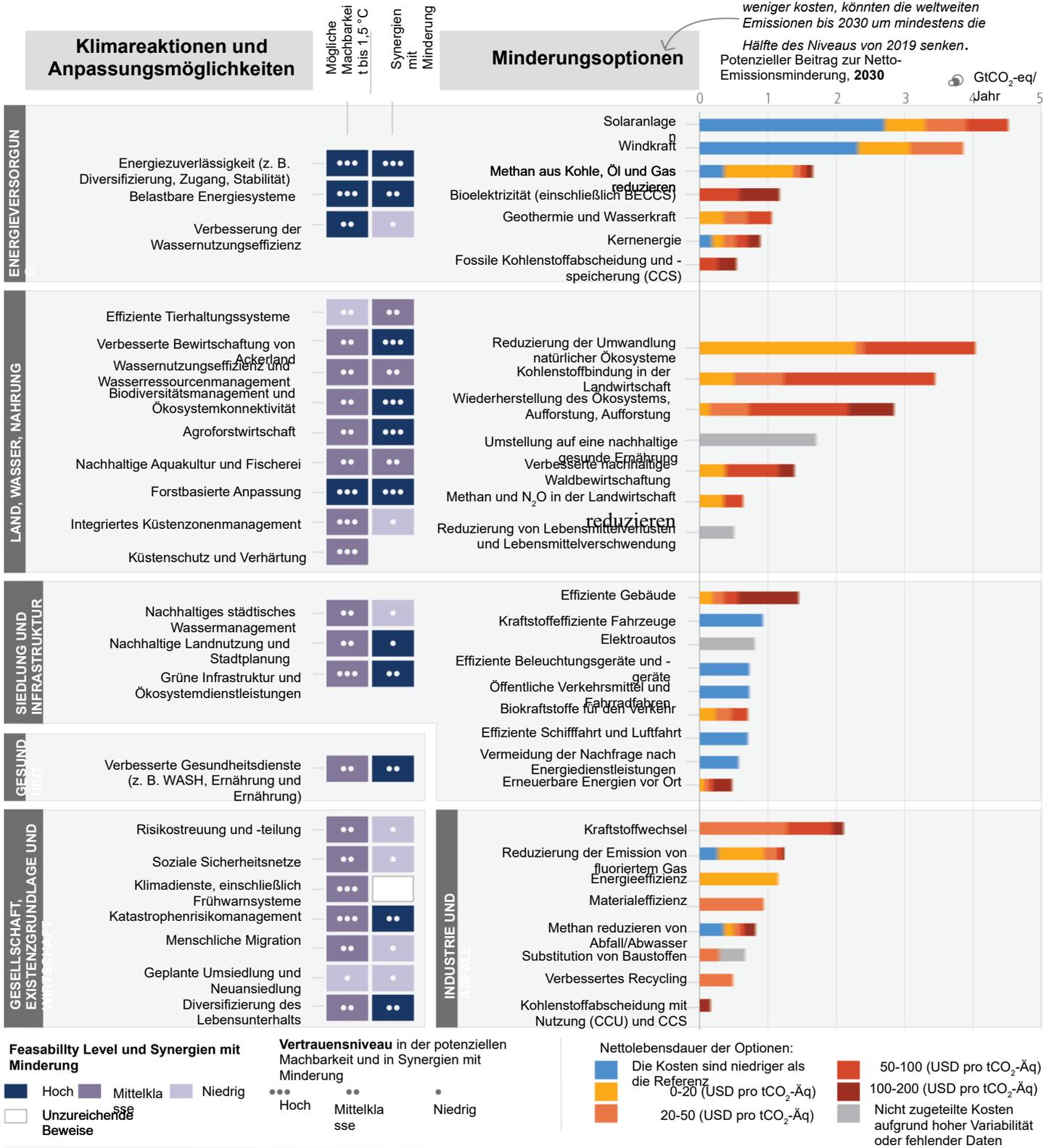
klimaresistente Sicherheitsnetze und Sozialschutz; und iii) Verbesserung des Zugangs zu Finanzmitteln für emissionsarme Infrastrukturen und Technologien, insbesondere in Entwicklungsländern. (*hohes Vertrauen*) {4.2, 4.4, 4.7, 4.8.1}

**[STARTBILD SPM.7 HIER]**

# Es gibt vielfältige Möglichkeiten zur Ausweitung des Klimaschutzes

A) Durchführbarkeit von Klimareaktionen und -anpassungen und kurzfristiges Potenzial von Minderungsoptionen

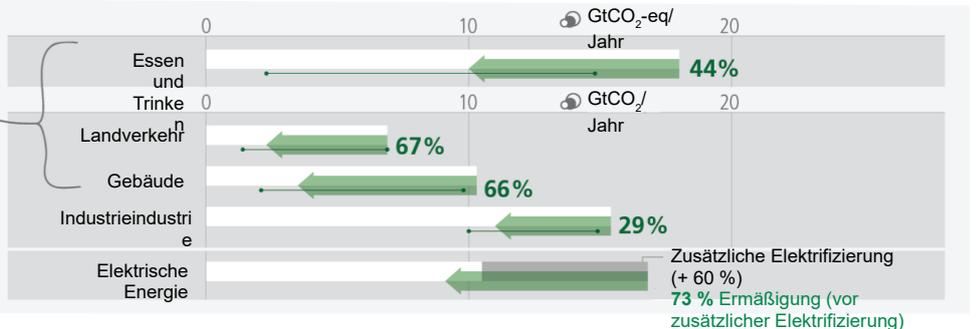
Optionen, die 100 USD tCO<sub>2</sub>-Äq oder weniger kosten, könnten die weltweiten Emissionen bis 2030 um mindestens die Hälfte des Niveaus von 2019 senken. Potenzieller Beitrag zur Netto-Emissionsminderung, 2030



## B) Potenzial der Nachfrageseite Minderungsoptionen bis 2050

die Bandbreite des Potenzials zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beträgt 40-70 % in diesen Endverbrauchssektoren. Schlüssel

Prozentsatz der möglichen Reduzierung nachfrageseitiges Minderungspotenzial Mögliche Reichweite



**Abbildung SPM.7: Mehrere Möglichkeiten zur Ausweitung des Klimaschutzes. Panel (a)** stellt ausgewählte Minderungs- und Anpassungsmöglichkeiten in verschiedenen Systemen vor. Die linke Seite des Panels zeigt Klimareaktionen und Anpassungsmöglichkeiten, die aufgrund ihrer mehrdimensionalen Machbarkeit auf globaler Ebene, kurzfristig und bis zu 1,5 °C globale Erwärmung bewertet werden. Da die Literatur über 1,5 °C begrenzt ist, kann sich die Machbarkeit bei höheren Erwärmungsgraden ändern, was derzeit nicht möglich ist, robust zu bewerten. Der Begriff Antwort wird hier zusätzlich zur Anpassung verwendet, da einige Antworten wie Migration, Umsiedlung und Neuansiedlung als Anpassung betrachtet werden können oder nicht. Die waldbasierte Anpassung umfasst nachhaltige Waldbewirtschaftung, Walderhaltung und -restauration, Wiederaufforstung und Aufforstung. Waschen bezieht sich auf Wasser, sanitäre Einrichtungen und Hygiene. Sechs Machbarkeitsdimensionen (wirtschaftliche, technologische, institutionelle, soziale, ökologische und geophysikalische) wurden verwendet, um die mögliche Machbarkeit von Klimareaktionen und Anpassungsmöglichkeiten sowie deren Synergien mit der Minderung zu berechnen. Für mögliche Machbarkeits- und Machbarkeitsdimensionen zeigt die Zahl hohe, mittlere oder geringe Machbarkeit. Synergien mit der Minderung werden als hoch, mittel und niedrig identifiziert.

Die rechte Seite des Panels a gibt einen Überblick über ausgewählte Minderungsoptionen und deren geschätzte Kosten und Potenziale im Jahr 2030. Die Kosten sind im Verhältnis zu einer Referenztechnologie berechnete Nettoglebensdauer diskontierte monetäre Kosten der vermiedenen THG-Emissionen. 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-Treibhausgas-Emissionsreduktion (Summe der reduzierten Emissionen und/oder erhöhter Senken), aufgeschlüsselt nach Kostenkategorien (farbige Balkensegmente) im Verhältnis zu einem Emissionsgrundsatz, der aus den aktuellen Referenzszenarien der AR6-Szenarien besteht (um 2019). 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 gesondert identifiziert werden. Der Brennstoffwechsel in der Industrie bezieht sich auf die Umstellung auf Strom, Wasserstoff, Bioenergie und Erdgas. Allmähliche Farbübergänge deuten auf eine unsichere Aufschlüsselung in Kostenkategorien aufgrund von Unsicherheit oder starker Kontextabhängigkeit hin. Die Unsicherheit im Gesamtpotenzial liegt typischerweise bei 25-50 %.

**Das Panel b)** zeigt das indikative Potenzial der nachfrageseitigen Minderungsoptionen für 2050. Die Potenziale werden auf der Grundlage von etwa 500 Bottom-up-Studien, die alle globalen Regionen repräsentieren, geschätzt. Der Ausgangswert (weißer Balken) wird durch die sektoralen mittleren THG-Emissionen im Jahr 2050 der beiden Szenarien (IEA-STEPS und IP\_ModAct) im Einklang mit den von den nationalen Regierungen bis 2020 angekündigten Maßnahmen bereitgestellt. Der grüne Pfeil stellt die nachfrageseitigen Emissionsreduktionspotenziale dar. Der Potentialbereich wird durch eine Linienverbindungspunkte angezeigt, die die höchsten und niedrigsten Potenziale in der Literatur anzeigen. Lebensmittel zeigen das nachfrageseitige Potenzial von soziokulturellen Faktoren und Infrastrukturnutzung sowie Veränderungen der Landnutzungsmuster, die durch eine Veränderung der Nahrungsmittelnachfrage ermöglicht werden. Nachfrageseitige Maßnahmen und neue Wege der Erbringung von Endnutzungsdiensten können die globalen THG-Emissionen in Endverbrauchssektoren (Gebäude, Landverkehr, Lebensmittel) bis 2050 um 40–70 % im Vergleich zu Ausgangsszenarien senken, während einige Regionen und sozioökonomische Gruppen zusätzliche Energie und Ressourcen benötigen. Die letzte Zeile zeigt, wie nachfrageseitige Minderungsmöglichkeiten in anderen Sektoren den Gesamtstrombedarf beeinflussen können. Der dunkelgraue Balken zeigt den prognostizierten Anstieg des Strombedarfs über dem Ausgangswert von 2050 aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung in den anderen Sektoren. Basierend auf einer Bottom-up-Bewertung kann dieser projizierte Anstieg des Strombedarfs durch nachfrageseitige Minderungsmöglichkeiten in den Bereichen Infrastrukturnutzung und soziokulturelle Faktoren, die den Stromverbrauch in Industrie, Landverkehr und Gebäuden beeinflussen (grüner Pfeil), vermieden werden. {Abbildung 4.4}

[ENDABBILDUNG SPM.7 HIER]

## Minderungs- und Anpassungsoptionen über Systeme hinweg

**C.3 Schnelle und weitreichende Übergänge in allen Sektoren und Systemen sind notwendig, um tiefgreifende undverfärbte Emissionen zu reduzieren und eine lebensfähige und nachhaltige Zukunft für alle zu sichern. Diese Systemübergänge beinhalten eine signifikante Erhöhung eines breiten Portfolios von Minderungs- und Anpassungsoptionen. Realisierbare, effektive und kostengünstige Optionen zur Minderung und Anpassung stehen bereits zur Verfügung, wobei Unterschiede zwischen Systemen und Regionen bestehen. (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 transformative Anpassung an den Klimawandel zu erreichen, ist hinsichtlich des Ausmaßes beispiellos, aber nicht unbedingt in Bezug auf die Geschwindigkeit (*mittleres Vertrauen*). Zu den Systemübergängen gehören: Einführung emissionsarmer oder emissionsfreier Technologien; Verringerung und Veränderung der Nachfrage durch Infrastrukturgestaltung und -zugang, soziokulturelle Veränderungen und Verhaltensänderungen sowie Steigerung der technologischen Effizienz und Akzeptanz; Sozialschutz, Klimadienstleistungen oder sonstige Dienstleistungen; Schutz

und Wiederherstellung von Ökosystemen (*hohes Vertrauen*). Praktikable, effektive und kostengünstige Optionen zur Minderung und Anpassung stehen bereits zur Verfügung (*hohes Vertrauen*). Die Verfügbarkeit, Durchführbarkeit und das kurzfristige Potenzial von Minderungs- und Anpassungsoptionen unterscheiden sich je nach System und Region (*sehr hohes Vertrauen*). {4.1, 4.5.1– 4.5.6} (Abbildung SPM.7)

### **Energiesysteme**

**C.3.2** Netto-Null- $\text{CO}_2$  -Energiesysteme umfassen: eine erhebliche Verringerung des Gesamtverbrauchs fossiler Brennstoffe, der minimale Einsatz unverminderter fossiler Brennstoffe<sup>51</sup> und die Nutzung der  $\text{CO}_2$ -Abscheidung und -Speicherung in den verbleibenden Systemen für fossile Brennstoffe; Elektrizitätssysteme, die keinen Netto- $\text{CO}_2$ -Ausstoß ausstoßen; weit verbreitete Elektrifizierung; alternative Energieträger in Anwendungen, die für die Elektrifizierung weniger zugänglich sind; Energieeinsparung und -effizienz; und eine stärkere Integration im gesamten Energiesystem (*hohes Vertrauen*). Große Beiträge zur Emissionsreduktion mit Kosten von weniger als  $20 \text{ tCO}_2\text{-}\text{\AA}q\text{-1}$  stammen aus Solar- und Windenergie, Verbesserungen der Energieeffizienz und Verringerung der Methanemissionen (Kohlebergbau, Öl und Gas, Abfall) (*mittleres Vertrauen*). Es gibt praktikable Anpassungsmöglichkeiten, die die Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur, zuverlässige Energiesysteme und eine effiziente Wassernutzung für bestehende und neue Energieerzeugungssysteme (*sehr hohes Vertrauen*) unterstützen. Die Diversifizierung der Energieerzeugung (z. B. über Wind-, Solar- und Kleinwasserkraft) und das nachfrageseitige Management (z. B. Verbesserung der Speicherung und Energieeffizienz) kann die Energieversorgungszuverlässigkeit erhöhen und die Anfälligkeiten für den Klimawandel verringern (*hohes Vertrauen*). Klimafreundliche Energiemärkte, aktualisierte Designstandards für Energieanlagen entsprechend dem aktuellen und projizierten Klimawandel, Smart-Grid-Technologien, robuste Übertragungssysteme und verbesserte Kapazitäten zur Reaktion auf Versorgungsdefizite haben mittel- bis langfristig eine hohe Durchführbarkeit mit gleichzeitigen Vorteilen (*sehr hohes Vertrauen*). {4.5.1} (Abbildung SPM.7)

### **Industrie und Verkehr**

**C.3.3** Die Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Industrie erfordert koordinierte Maßnahmen in allen Wertschöpfungsketten, um alle Minderungsoptionen zu fördern, darunter Nachfragemanagement, Energie- und Materialeffizienz, kreislauforientierte Materialströme sowie Minderungstechnologien und transformative Veränderungen in den Produktionsprozessen (*hohes Vertrauen*). Im Verkehr können nachhaltige Biokraftstoffe, emissionsarme Wasserstoff und Derivate (einschließlich Ammoniak und synthetische Kraftstoffe) die Minderung der  $\text{CO}_2$  Emissionen aus Schifffahrt, Luftfahrt und Schwerlastlandverkehr unterstützen, aber Verbesserungen des Produktionsprozesses und Kostensenkungen (*mittleres Vertrauen*) erfordern. Nachhaltige Biokraftstoffe können kurz- und mittelfristig zusätzliche Minderungsvorteile im Landverkehr bieten (*mittleres Vertrauen*). Elektrofahrzeuge, die mit Niedrig-GHG-Emissionen betrieben werden, haben ein großes Potenzial, die Treibhausgasemissionen im Landverkehr auf Lebenszyklusbasis zu reduzieren (*hohes Vertrauen*). Fortschritte bei Batterietechnologien könnten die Elektrifizierung von schweren Lastkraftwagen erleichtern und konventionelle elektrische Schienensysteme (*mittleres Vertrauen*) ergänzen. Der ökologische Fußabdruck der Batterieproduktion und die wachsenden Bedenken bezüglich kritischer Mineralien können durch Diversifizierungsstrategien für Material und Versorgung, Verbesserungen der Energie- und Materialeffizienz sowie kreislauforientierte Materialströme (*mittleres Vertrauen*) angegangen werden. {4.5.2, 4.5.3} (Abbildung SPM.7)

### **Städte, Siedlungen und Infrastruktur**

**C.3.4** Stadtsysteme sind von entscheidender Bedeutung für die Erreichung tiefgreifender Emissionsreduktionen und die Förderung der klimaresistenten Entwicklung (*hohes Vertrauen*). Zu den wichtigsten Anpassungs- und Minderungselementen in Städten zählen die Berücksichtigung der Auswirkungen und Risiken des Klimawandels (z. B. durch Klimadienstleistungen) bei der Gestaltung und Planung von Siedlungen und Infrastrukturen; Flächennutzungsplanung zur Erzielung einer kompakten städtischen Form, gemeinsame Standortbestimmung von Arbeitsplätzen und Wohnungen; Unterstützung des öffentlichen Verkehrs und der aktiven Mobilität (z. B. Wandern und Radfahren); effiziente Planung, Konstruktion, Nachrüstung und Nutzung von Gebäuden; Verringerung und

---

51 In diesem Zusammenhang bezieht sich „unabgebaute fossile Brennstoffe“ auf fossile Brennstoffe, die ohne Interventionen erzeugt und verwendet werden, durch die die Menge an Treibhausgasen während des gesamten Lebenszyklus erheblich verringert wird; beispielsweise die Erfassung von 90 % oder mehr  $\text{CO}_2$  aus Kraftwerken oder 50-80 % der flüchtigen Methanemissionen aus der Energieversorgung.

Veränderung des Energie- und Materialverbrauchs; Suffizienz<sup>52</sup>; materielle Substitution; und Elektrifizierung in Kombination mit emissionsarmen Quellen (*hohes Vertrauen*). Urbane Übergänge, die Vorteile für Minderung, 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 (*hohes Vertrauen*) verfolgt. Grüne/natürliche und blaue Infrastrukturen unterstützen die Aufnahme und Speicherung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und können entweder einzeln oder in Kombination mit grauer Infrastruktur den Energieverbrauch und das Risiko von Extremereignissen wie Hitzewellen, Überschwemmungen, Starkniederschlägen und Dürren reduzieren und gleichzeitig Vorteile für Gesundheit, Wohlbefinden und Lebensunterhalt erzeugen (*mittleres Vertrauen*). {4.5.3}

### **Land, Ozean, Nahrung und Wasser**

**C.3.5** Viele Optionen in der Land-, Forstwirtschaft und anderen Landnutzung (AFOLU) bieten Anpassungs- und Minderungsvorteile, die kurzfristig in den meisten Regionen erhöht werden könnten. Erhaltung, verbesserte Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Wäldern und anderen Ökosystemen bieten den größten Anteil an wirtschaftlichem Minderungspotenzial, wobei die Abholzung in tropischen Regionen mit dem höchsten Gesamtminierungspotenzial verringert wird. Die Wiederherstellung, Wiederaufforstung und Aufforstung von Ökosystemen kann aufgrund konkurrierender Anforderungen an Land zu Kompromissen führen. Die Minimierung von Kompromissen erfordert integrierte Ansätze, um mehrere Ziele, einschließlich der Ernährungssicherheit, zu erreichen. Nachfrageseitige Maßnahmen (Verlagerung auf eine nachhaltige gesunde Ernährung<sup>53</sup> und Verringerung des Verlusts/Abfalls von Lebensmitteln) und eine nachhaltige Intensivierung in der Landwirtschaft können die Umwandlung von Ökosystemen sowie Methan- und Distickstoffoxidemissionen reduzieren und Land für Wiederaufforstung und Wiederherstellung von Ökosystemen freisetzen. Nachhaltig beschaffte land- und forstwirtschaftliche Produkte, einschließlich langlebiger Holzprodukte, können anstelle von THG-intensiveren Produkten in anderen Sektoren verwendet werden. Effektive Anpassungsmöglichkeiten umfassen Sortenverbesserungen, Agroforstwirtschaft, gemeinschaftsbasierte Anpassung, landwirtschaftliche und landwirtschaftliche Diversifizierung sowie städtische Landwirtschaft. Diese AFOLU-Antwortoptionen erfordern die Integration von biophysikalischen, sozioökonomischen und anderen Faktoren. Einige Optionen wie die Erhaltung kohlenstoffreicher Ökosysteme (z. B. Torfgebiete, Feuchtgebiete, Gebirgsgebiete, Mangroven und Wälder) bringen unmittelbare Vorteile, während andere, wie die Wiederherstellung von Ökosystemen mit hohem CO<sub>2</sub>-Ausstoß, Jahrzehnte dauern, um messbare Ergebnisse zu erzielen. {4.5.4} (Abbildung SPM.7)

**C.3.6** Die Erhaltung der Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemdienstleistungen auf globaler Ebene hängt von einer wirksamen und gerechten Erhaltung von etwa 30 % bis 50 % der Land-, Süßwasser- und Meeresgebiete der Erde ab, einschließlich der derzeit naturnahen Ökosysteme (*hohes Vertrauen*). Die Erhaltung, der Schutz und die Wiederherstellung von terrestrischen, Süßwasser-, Küsten- und Meeresökosystemen sowie ein gezieltes Management zur Anpassung an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels verringern die Anfälligkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen für den Klimawandel (*hohes Vertrauen*), reduzieren Küstenerosion und Überschwemmungen (*hohes Vertrauen*) und könnten die Kohlenstoffaufnahme und -speicherung erhöhen, wenn die globale Erwärmung begrenzt ist (*mittleres Vertrauen*). Der Wiederaufbau überfischter oder erschöpfter Fischereien verringert negative Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischerei (*mittleres Vertrauen*) und fördert 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 durch Synergien durch verbesserte Ökosystemdienstleistungen und mit wirtschaftlich positiven Erträgen und Nebenutzen für die Verringerung der Armut und die Verbesserung der Lebensgrundlagen bei (*hohes Vertrauen*). Die Zusammenarbeit und inklusive Entscheidungsfindung mit indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften sowie die Anerkennung inhärenter Rechte indigener Völker sind integraler Bestandteil einer erfolgreichen Anpassung und Abschwächung in Wäldern und anderen Ökosystemen (*hohes*

52 Eine Reihe von Maßnahmen und täglichen Praktiken, die die Nachfrage nach Energie, Materialien, Land und Wasser vermeiden und gleichzeitig menschliches Wohlbefinden für alle innerhalb planetarer Grenzen liefern {4.5.3}

53 „Nachhaltige gesunde Ernährung“ fördert alle Dimensionen der Gesundheit und des Wohlbefindens des Einzelnen; einen niedrigen Umweltdruck und geringe Auswirkungen haben; zugänglich, erschwinglich, sicher und gerecht sind; und sind kulturell akzeptabel, wie in FAO und WHO beschrieben. Das damit verbundene Konzept der „ausgewogenen Ernährung“ bezieht sich auf Diäten, die pflanzliche Lebensmittel enthalten, wie sie auf groben Körnern, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, Nüssen und Samen sowie tierischen Lebensmitteln basieren, die in widerstandsfähigen, nachhaltigen und GHG-Emissionssystemen hergestellt werden, wie in SRCCCL beschrieben.

*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 (*sehr hohes Vertrauen*) integrieren. Es gibt wirksame Anpassungsmöglichkeiten, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und des menschlichen Wohlbefindens beitragen, einschließlich: Stärkung von Programmen für die öffentliche Gesundheit im Zusammenhang mit klimasensiblen Krankheiten, Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Gesundheitssysteme, Verbesserung der Gesundheit der Ökosysteme, Verbesserung des Zugangs zu Trinkwasser, Verringerung der Exposition von Wasser und Sanitärsystemen gegenüber Überschwemmungen, Verbesserung der Überwachungs- und Frühwarnsysteme, Entwicklung von Impfstoffen (*sehr hohes Vertrauen*), Verbesserung des Zugangs zur psychischen Gesundheitsversorgung und Aktionspläne für Wärmegeundheit, einschließlich Frühwarn- und Reaktionssysteme (*hohes Vertrauen*). Anpassungsstrategien, die Lebensmittelverluste und -verschwendung reduzieren oder eine ausgewogene, nachhaltige gesunde Ernährung unterstützen, tragen zu Ernährung, Gesundheit, biologischer Vielfalt und anderen ökologischen Vorteilen bei (*hohes Vertrauen*). {4.5.5} (Abbildung SPM.7)

### **Gesellschaft, Lebensgrundlagen und Ökonomien**

**C.3.8** Politikmischungen, die Wetter- und Krankenversicherungen, Sozialschutz und adaptive soziale Sicherheitsnetze, Eventualfinanzierungs- und Reservefonds sowie den universellen Zugang zu Frühwarnsystemen in Kombination mit wirksamen Notfallplänen umfassen, können die Anfälligkeit und Gefährdung menschlicher Systeme verringern. Katastrophenrisikomanagement, Frühwarnsysteme, Klimadienste sowie Risikostreuung und -teilung haben branchenübergreifend breite Anwendbarkeit. Die zunehmende Bildung, einschließlich Kapazitätsaufbau, Klimakompetenz und Informationen, die durch Klimadienste und Gemeinschaftsansätze 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 kritisch für die nachhaltige Entwicklung. Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen bieten mehr Synergien als Kompromisse mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung. Synergien und Kompromisse hängen vom Kontext und Umfang der Umsetzung ab. (*hohes Vertrauen*) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, Abbildung 4.5}**

**C.4.1** Minderungsbemühungen, die in den breiteren Entwicklungskontext eingebettet sind, können das Tempo, die Tiefe und die Breite der Emissionsreduktionen erhöhen (*mittleres Vertrauen*). Länder in allen Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung bemühen sich, 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 u. a. für Einnahmen und die Schaffung von Arbeitsplätzen erfordert die Minderung des Risikos für eine nachhaltige Entwicklung politische Maßnahmen zur Förderung der Diversifizierung des Wirtschafts- und Energiesektors und Erwägungen der Grundsätze, Verfahren und Verfahren für einen gerechten Übergang (*hohes Vertrauen*). Die Beseitigung extremer Armut, Energiearmut und ein menschenwürdiger Lebensstandard in Ländern/Regionen mit niedrigem Emissionsniveau im Zusammenhang mit der Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung kann ohne erhebliches globales Emissionswachstum erreicht werden (*hohes Vertrauen*). {4.4, 4.6, Anhang I: Glossar}

**C.4.2** Viele Maßnahmen zur Minderung und Anpassung haben mehrere Synergien mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) und der nachhaltigen Entwicklung im Allgemeinen, aber einige Maßnahmen können auch zu Kompromissen führen. Potenzielle Synergien mit den Nachhaltigkeitszielen übersteigen potenzielle Kompromisse; Synergien und Kompromisse hängen vom Tempo und Ausmaß des Wandels und dem Entwicklungskontext einschließlich Ungleichheiten unter Berücksichtigung der Klimagerechtigkeit ab. Kompromisse können evaluiert und minimiert werden, indem der Schwerpunkt auf Kapazitätsaufbau, Finanzierung, Governance, Technologietransfer, Investitionen, Entwicklung, kontextspezifische geschlechtsspezifische und andere soziale Gerechtigkeitsaspekte unter

sinnvoller Beteiligung von indigenen Völkern, lokalen Gemeinschaften und gefährdeten Bevölkerungsgruppen gelegt wird. (*hohes Vertrauen*) {3.4.1, 4.6, Abbildung 4.5, 4.9}

**C.4.3** Die gemeinsame Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen und die Berücksichtigung von Kompromissen unterstützen die Vorteile und Synergien für die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden. Beispielsweise führt ein verbesserter Zugang zu sauberen Energiequellen und Technologien zu gesundheitlichen Vorteilen, insbesondere für Frauen und Kinder; Elektrifizierung in Kombination mit Niedrig-GHG-Energie und Verlagerungen auf aktive Mobilität und öffentliche Verkehrsmittel können die Luftqualität, die Gesundheit und die Beschäftigung verbessern und Energiesicherheit hervorrufen und Gerechtigkeit schaffen. (*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 rechtem Übergang kann Anpassungsmaßnahmen und ehrgeizige Klimaschutzmaßnahmen und klimaresiliente Entwicklungsmöglichkeiten. Die Anpassung von Outcomes wird durch eine verstärkte Unterstützung von Regionen und Menschen mit der höchsten Anfälligkeit für Klimawandel-Gefahren verbessert. Die Integration der Klimaanpassung in Sozialschutzprogramme verbessert die Widerstandsfähigkeit. Es gibt viele Optionen zur Verringerung des emissionsintensiven Verbrauchs, unter anderem durch Verhaltens- und Lebensstiländerungen, mit Vorteilen für das gesellschaftliche Wohlbefinden. (*hohes Vertrauen*) {4.4, 4.5}**

**C.5.1** Eigenkapital bleibt ein zentrales Element des UN-Klimaregimes, ungeachtet der Verschiebungen der Differenzierung zwischen Staaten im Laufe der Zeit und der Herausforderungen bei der Bewertung fairer Anteile. Ehrgeizige Minderungswege implizieren große und manchmal disruptive 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 Emissionsniveau zu emissionsarmen Tätigkeiten. (*hohes Vertrauen*) {4.4}

**C.5.2** Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen, die Gerechtigkeit, soziale Gerechtigkeit, Klimagerechtigkeit, rechtebasierte Ansätze und Inklusivität priorisieren, zu nachhaltigeren Ergebnissen führen, Kompromisse reduzieren, transformativen Wandel unterstützen und klimaresistente Entwicklung vorantreiben. Umverteilungsmaßnahmen über Sektoren und Regionen hinweg, die die Armen und Schwachen schützen, soziale Sicherheitsnetze, Gerechtigkeit, Inklusion und gerechte Übergänge, können auf allen Ebenen tiefere gesellschaftliche Ambitionen ermöglichen und Kompromisse mit Zielen für nachhaltige Entwicklung lösen. Die Aufmerksamkeit auf 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 Minderung aufbaut, die die Unterstützung transformativer Veränderungen vertiefen und erweitern. (*hohes Vertrauen*) {4.4}

**C.5.3** Regionen und Menschen (3,3 bis 3,6 Milliarden) mit erheblichen Entwicklungszwängen weisen eine hohe Anfälligkeit für klimatische Gefahren auf (siehe A.2.2). Die Anpassungsergebnisse für die Schwächsten innerhalb und zwischen Ländern und Regionen werden durch Ansätze verbessert, die sich auf Gerechtigkeit, Inklusivität und rechtebasierte Ansätze konzentrieren. Die Verletzlichkeit wird durch Ungleichheit und Marginalisierung verschärft, die z. B. mit Geschlecht, Ethnizität, niedrigem Einkommen, informellen Siedlungen, Behinderung, Alter und historischen und fortdauernden Mustern der Ungleichheit wie Kolonialismus, insbesondere für viele indigene Völker und lokale Gemeinschaften, verbunden sind. Die Integration der Klimaanpassung in Sozialschutzprogramme, einschließlich Geldtransfers und öffentliche Bauprogramme, ist höchst machbar und erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel, insbesondere wenn sie von grundlegenden Dienstleistungen und Infrastruktur unterstützt wird. Der größte Wohlstandsgewinn in städtischen Gebieten kann erreicht werden, indem der Zugang zu Finanzmitteln priorisiert wird, um das Klimarisiko für einkommensschwache und marginalisierte Gemeinschaften einschließlich der 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 Gestaltung von Regulierungsinstrumenten und wirtschaftlichen Instrumenten und verbrauchsbasierter Ansätze kann Eigenkapital fördern. Personen mit einem hohen sozioökonomischen Status tragen überproportional zu den Emissionen bei und haben das größte Potenzial für Emissionsreduktionen. Es stehen viele Optionen zur Verfügung, um den emissionsintensiven Verbrauch zu reduzieren und gleichzeitig das gesellschaftliche Wohlbefinden

zu verbessern. Soziokulturelle Optionen, Verhaltens- und Lebensstiländerungen, die durch Politiken, Infrastruktur und Technologie unterstützt werden, können Endnutzern dabei helfen, sich auf emissionsarmen Verbrauch zu verlagern. Ein erheblicher Anteil der Bevölkerung in Ländern mit niedrigem Emissionsniveau mangelt an Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Technologieentwicklung, -transfer, Kapazitätsaufbau und -finanzierung können Entwicklungsländer/Regionen dabei unterstützen, den Übergang zu emissionsarmen Verkehrssystemen zu erleichtern und so mehrere Nebenvorteile zu bieten. Die klimaresiliente Entwicklung wird vorangetrieben, wenn Akteure auf gerechte, gerechte und integrative Weise arbeiten, um divergente Interessen, Werte und Weltanschauungen auf gerechte und gerechte Ergebnisse miteinander in Einklang zu bringen. (*hohes Vertrauen*) {2.1, 4.4}

## Governance und Politik

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

**C.6.1** Eine effektive Klimapolitik ermöglicht Abschwächung und Anpassung. Eine wirksame Governance bietet eine allgemeine Ausrichtung auf 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 und die Rechtssicherheit, indem inklusive, transparente und gerechte Entscheidungen Vorrang erhalten und der Zugang zu Finanzmitteln und Technologien verbessert wird (siehe C.7). (*hohes Vertrauen*) {2.2.2, 4.7}

**C.6.2** Wirksame lokale, kommunale, nationale und subnationale Institutionen schaffen einen Konsens über Klimaschutzmaßnahmen unter unterschiedlichen Interessen, ermöglichen die Koordinierung und die Festlegung von Strategien, erfordern jedoch angemessene institutionelle Kapazitäten. Die politische Unterstützung wird von Akteuren der Zivilgesellschaft beeinflusst, darunter Unternehmen, Jugendliche, Frauen, Arbeit, Medien, indigene Völker und lokale Gemeinschaften. Die Wirksamkeit wird durch politisches Engagement und Partnerschaften zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen gesteigert. (*hohes Vertrauen*) {2.2; 4.7}

**C.6.3** Eine effektive Multi-Level-Governance für Minderung, Anpassung, Risikomanagement und klimaresiliente Entwicklung wird durch integrative Entscheidungsprozesse ermöglicht, die Gerechtigkeit und Gerechtigkeit bei der Planung und Umsetzung, die Zuweisung geeigneter Ressourcen, die institutionelle Überprüfung sowie die Überwachung und Bewertung priorisieren. Schwachstellen und Klimarisiken werden häufig durch sorgfältig konzipierte und umgesetzte Gesetze, Politiken, partizipative Prozesse und Interventionen verringert, die kontextspezifische Ungleichheiten wie solche betreffen, die auf Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, Behinderung, Alter, Standort und Einkommen beruhen. (*hohes Vertrauen*) {4.4, 4.7}

**C.6.4** Regulierungs- und Wirtschaftsinstrumente könnten tiefgreifende Emissionsreduktionen unterstützen, wenn sie weiter ausgebaut und angewandt werden (*hohes Vertrauen*). Durch die Ausweitung und verstärkten Einsatz von Regulierungsinstrumenten können die Minderungsergebnisse bei sektoralen Anwendungen im Einklang mit den nationalen Gegebenheiten verbessert werden (*hohes Vertrauen*). Bei der Umsetzung haben die Instrumente zur CO<sub>2</sub>-Bepreisung Anreize für kostengünstige Emissionsminderungsmaßnahmen geschaffen, waren aber während des Bewertungszeitraums für sich genommen und zu vorherrschenden Preisen weniger wirksam, um kostenintensivere Maßnahmen zu fördern, die für weitere Reduzierungen (*mittleres Vertrauen*) erforderlich sind. Die Auswirkungen solcher CO<sub>2</sub>-Bepreisungsinstrumente, z. B. CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandel, können durch die Verwendung von Einnahmen zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte unter anderem angegangen werden. Die Streichung von Subventionen für fossile Brennstoffe würde die Emissionen verringern<sup>54</sup> und Vorteile wie verbesserte öffentliche Einnahmen, makroökonomische und nachhaltige Leistung bringen; die Streichung von Subventionen kann sich

---

54 Der Abbau der Subventionen für fossile Brennstoffe wird in verschiedenen Studien prognostiziert, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit um 1-4 % und die Treibhausgasemissionen bis 2030 um bis zu 10 % zu senken, wobei die Regionen unterschiedlich sind (*mittleres Vertrauen*).

nachteilig auf die Verteilung auswirken, insbesondere auf die wirtschaftlich schutzbedürftigsten Gruppen, die in einigen Fällen durch Maßnahmen wie die Umverteilung der eingesparten Einnahmen gemildert werden können, die alle von den nationalen Gegebenheiten abhängen (*hohes Vertrauen*). Wirtschaftsweite Politikpakete wie öffentliche Ausgabenzusagen, Preisreformen können kurzfristige wirtschaftliche Ziele erreichen und gleichzeitig Emissionen reduzieren und Entwicklungspfade in Richtung Nachhaltigkeit verlagern (*mittleres Vertrauen*). Wirksame Politikpakete wären umfassend, kohärent, zielübergreifend ausgewogen und auf die nationalen Gegebenheiten zugeschnitten (*hohes Vertrauen*). {2.2.2, 4.7}

**C.6.5** Die Nutzung vielfältiger Kenntnisse und kultureller Werte erleichtert die klimaresiliente Entwicklung, baut Kapazitäten auf und ermöglicht lokal angemessene und sozial akzeptable Lösungen. (*hohes Vertrauen*) {4.4, 4.5.6, 4.7}

## Finanzen, Technologie und internationale Zusammenarbeit

**C.7 Finanzen, Technologie und internationale Zusammenarbeit sind entscheidende Faktoren für einen beschleunigten Klimaschutz. Die Klimaziele sollen erreicht werden, und sowohl die Anpassungs- als auch die Minderungsfinanzierung müssten sich um ein Vielfaches erhöhen. Es gibt genügend globales Kapital, um die globalen Lücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse, um das Kapital auf den Klimaschutz umzulenken. ENH-Ancing-Technologieinnovationssysteme sind von entscheidender Bedeutung, um die breite Verbreitung von Technologien und Praktiken zu beschleunigen. Die Verbesserung der internationalen Zusammenarbeit ist über mehrere Kanäle möglich. (*hohes Vertrauen*) {2.3, 4.8}**

**C.7.1** Die verbesserte Verfügbarkeit und der Zugang zu Finanzmitteln<sup>55</sup> würden einen beschleunigten Klimaschutz (*sehr hohes Vertrauen*) ermöglichen. Die Behebung von Bedürfnissen und Lücken und die Ausweitung des gleichberechtigten Zugangs zu inländischen und internationalen Finanzmitteln in Verbindung mit anderen unterstützenden Maßnahmen können als Katalysator für die Beschleunigung der Anpassung und Eindämmung und für die Ermöglichung einer klimaresistenten Entwicklung dienen (*hohes Vertrauen*). Um die Klimaziele zu erreichen und steigende Risiken anzugehen und Investitionen in Emissionsreduktionen zu beschleunigen, müssten sowohl die Anpassungs- als auch die Minderungsfinanzierung um das Vielfache erhöht werden (*hohes Vertrauen*). {4.8.1}

**C.7.2** Durch einen verbesserten Zugang zu Finanzmitteln können Kapazitäten aufgebaut und weiche Anpassungsgrenzen angegangen und steigende Risiken, insbesondere für Entwicklungsländer, gefährdete Gruppen, Regionen und Sektoren, abgewendet werden (*hohes Vertrauen*). Die öffentlichen Finanzen sind ein wichtiger Faktor für Anpassung und Minderung und können auch private Finanzen mobilisieren (*hohes Vertrauen*). Durchschnittliche jährliche modellierte Minderungsinvestitionsanforderungen für 2020 bis 2030 in Szenarien, bei denen die Erwärmung auf 2 °C oder 1,5 °C begrenzt wird, um den Faktor drei bis sechs über dem derzeitigen Niveau zu liegen,<sup>56</sup> und die Gesamtinvestitionen (öffentlich, privat, inländische und internationale) müssten in allen Sektoren und Regionen steigen (*mittleres Vertrauen*). Selbst wenn umfassende globale Minderungsanstrengungen umgesetzt werden, wird es finanzielle, technische und personelle Ressourcen für die Anpassung geben (*hohes Vertrauen*). {4.3, 4.8.1}

**C.7.3** Angesichts der Größe des globalen Finanzsystems gibt es angesichts der Größe des globalen Finanzsystems genügend Kapital und Liquidität, um globale Investitionslücken zu schließen, aber es gibt Hindernisse, um Kapital sowohl innerhalb als auch außerhalb des globalen Finanzsektors und angesichts wirtschaftlicher Anfälligkeiten und Verschuldung, mit denen Entwicklungsländer konfrontiert sind, auf Klimaschutzmaßnahmen umzulenken. Der Abbau von Finanzierungshemmnissen für die Ausweitung der Finanzströme würde klare Signale und Unterstützung seitens der Regierungen erfordern, einschließlich einer stärkeren Angleichung der öffentlichen Finanzen, um reale und wahrgenommene Regulierungs-, Kosten- und Marktbarrieren und -risiken zu verringern und das Risiko-Rendite-Profil von Investitionen zu verbessern. Gleichzeitig können Finanzakteure, darunter Investoren, Finanzintermediäre, Zentralbanken und Finanzaufsichtsbehörden, je nach nationalen Kontext die systemische Unterpreisung klimabedingter Risiken verlagern und die sektoralen und regionalen Missverhältnisse zwischen verfügbarem Kapital und Investitionsbedarf verringern. (*hohes Vertrauen*) {4.8.1}

55 Die Finanzierung stammt aus verschiedenen Quellen: öffentliche oder private, lokale, nationale oder internationale, bilaterale oder multilaterale und alternative Quellen. Es kann in Form von Zuschüssen, technischer Hilfe, Darlehen (konzessionelle und nicht konzessionelle), Anleihen, Eigenkapital, Risikoversicherungen und Finanzgarantien (verschiedene Arten) erfolgen.

56 Diese Schätzungen beruhen auf Szenarioannahmen.

**C.7.4** Die verfolgten Finanzströme liegen hinter dem Niveau, das für die Anpassung und das Erreichen der Klimaschutzziele in allen Sektoren und Regionen erforderlich ist. Diese Lücken eröffnen 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, um Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen zu verstärken und Ungleichheiten beim Zugang zu Finanzmitteln, einschließlich ihrer Kosten, Bedingungen und wirtschaftlichen Anfälligkeit für den Klimawandel für Entwicklungsländer, zu beseitigen. Aufgestockte öffentliche Zuschüsse zur Minderungs- und Anpassungsfinanzierung für gefährdete Regionen, insbesondere in Subsahara-Afrika, wären kosteneffektiv und hätten hohe soziale Erträge im Hinblick auf den Zugang zu Grundenergie. Zu den Optionen zur Skalierung der Minderung in Entwicklungsländern gehören: Erhöhung der öffentlichen Finanzen und öffentlich mobilisierte private Finanzströme aus Industrie- und Entwicklungsländern im Rahmen des Ziels von 100 Mrd. USD pro Jahr; verstärkter Einsatz öffentlicher Garantien, um Risiken zu verringern und private Ströme zu geringeren Kosten zu mobilisieren; Entwicklung der lokalen Kapitalmärkte; Stärkung des Vertrauens in internationale Kooperationsprozesse. Koordinierte Anstrengungen, um die Erholung nach der Pandemie langfristig nachhaltig zu gestalten, können die Klimaschutzmaßnahmen auch in Entwicklungsländern und Ländern mit hohen Schuldenkosten, Schuldennot und makroökonomischer Unsicherheit beschleunigen. (*hohes Vertrauen*) {4.8.1}

**C.7.5** Die Verbesserung der Technologieinnovationssysteme kann Möglichkeiten bieten, das Emissionswachstum zu senken, soziale und ökologische Vorteile zu schaffen und andere SDGs zu erreichen. Politische Pakete, die auf die nationalen Gegebenheiten und technologischen Merkmale zugeschnitten sind, haben wirksam zur Förderung emissionsarmer Innovationen und Technologiediffusion beigetragen. Öffentliche Maßnahmen können Schulungen und FuE unterstützen, ergänzt durch regulatorische und marktbasierende Instrumente, die Anreize und Marktchancen schaffen. Technologische Innovationen können Kompromisse wie neue und größere Umweltauswirkungen, soziale Ungleichheiten, übermäßige Abhängigkeit von ausländischen Kenntnissen und Anbietern, Verteilungseffekte und Rebound-Effekte haben,<sup>57</sup>wobei angemessene Governance und Strategien erforderlich sind, um das Potenzial zu erhöhen und Kompromisse zu verringern. Die Innovation und die Einführung emissionsarmer Technologien sind in den meisten Entwicklungsländern, insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, zurückgeblieben, was zum Teil auf schwächere Rahmenbedingungen zurückzuführen ist, einschließlich begrenzter Finanzmittel, Technologieentwicklung und -transfer und Kapazitätsaufbau. (*hohes Vertrauen*) {4.8.3}

**C.7.6** Die internationale Zusammenarbeit ist ein entscheidender Faktor für die Verwirklichung eines ehrgeizigen Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel und der klimaresistenten Entwicklung (*hohes Vertrauen*). Die 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 die Angleichung der Finanzströme, damit die Klimaschutzmaßnahmen mit dem Ehrgeiz und dem Finanzierungsbedarf in Einklang stehen (*hohes Vertrauen*). Die Stärkung der internationalen Zusammenarbeit in den Bereichen Finanzen, Technologie und Kapazitätsaufbau kann ehrgeizigere Ziele ermöglichen und als Katalysator für die Beschleunigung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen und für die Verlagerung von Entwicklungspfaden in Richtung Nachhaltigkeit dienen (*hohes Vertrauen*). Dies umfasst die Unterstützung von NDCs und die Beschleunigung der Technologieentwicklung und -bereitstellung (*hohes Vertrauen*). Transnationale Partnerschaften können die Politikentwicklung, die Technologieverbreitung, die Anpassung und die Minderung anregen, obwohl Unsicherheiten über ihre Kosten, Durchführbarkeit und Wirksamkeit (*mittleres Vertrauen*) bestehen. Internationale Umwelt- und sektorale Vereinbarungen, Institutionen und Initiativen helfen und können in einigen Fällen helfen, Investitionen in geringe Treibhausgasemissionen anzukurbeln und Emissionen zu verringern (*mittleres Vertrauen*). {2.2.2, 4.8.2}

---

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