

1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG

Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

Häufig gestellte Fragen und Antworten

1,5 °C globale Erwärmung

Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

Häufig gestellte Fragen und Antworten

Herausgegeben von

Valérie Masson-Delmotte

Ko-Vorsitzende von
Arbeitsgruppe I

Hans-Otto Pörtner

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe II

Jim Skea

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe III

Anna Pirani

Leiterin der WGI-Geschäftsstelle

Roz Pidcock

Kommunikationsleiterin

Yang Chen

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

Elisabeth Lonnoy

Projektassistentin

Tom Maycock

Wissenschaftsredakteur

Melinda Tignor

Leiterin der WGII-
Geschäftsstelle

Panmao Zhai

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe I

Debra Roberts

Ko-Vorsitzende von
Arbeitsgruppe II

Wilfran Moufouma-Okia

Wissenschaftlicher Leiter

Sarah Connors

Wissenschaftliche
Mitarbeiterin

Xiao Zhou

Wissenschaftlicher
Assistent

Priyadarshi R. Shukla

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe III

Clotilde Péan

Organisatorische Leiterin

J. B. Robin Matthews

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Melissa I. Gomis

Grafik-Verantwortliche

Tim Waterfield

IT-Verantwortlicher

Englisches Original

© 2018 Intergovernmental Panel on Climate Change

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

Herausgegeben von: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (*Intergovernmental Panel on Climate Change* IPCC, WMO/UNEP)

Die englische Originalversion dieses Dokuments ist in elektronischer Form auf der IPCC-Webseite unter <https://www.ipcc.ch/sr15/faq/> erhältlich.

Umschlagdesign: Nigel Hawtin

Titelbild: *Time to Choose* von Alisa Singer – www.environmentalgraphiti.org – © Intergovernmental Panel on Climate Change.

Das Kunstwerk ist durch eine Abbildung aus der SPM des Berichts (Abbildung SPM.1) inspiriert.

Deutsche Übersetzung

Die vorliegende Übersetzung ist keine offizielle Übersetzung durch den IPCC. Sie wurde erstellt mit dem Ziel, die im Originaltext verwendete Sprache möglichst angemessen wiederzugeben.

Herausgeber: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, DLR Projektträger
www.de-ipcc.de, de-ipcc@dlr.de

ProClim, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz
www.proclim.ch, proclim@scnat.ch

Umweltbundesamt GmbH
www.umweltbundesamt.at, publikationen@umweltbundesamt.at



ProClim–
Forum for Climate and Global Change



Übersetzung: A.C.T. Fachübersetzungen GmbH unter Mitarbeit von Carola Best, Daniela Jacob, Urs Neu, Maïke Nikolai, Juliane Petersen, Klaus Radunsky

Layout: CD Werbeagentur GmbH

Mitfinanzierung: Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU)
Österreichisches Umweltbundesamt

Bezugsquellen

Diese Übersetzung kann von den Webseiten www.de-ipcc.de, www.proclim.ch und www.umweltbundesamt.at als PDF-Datei heruntergeladen werden. Kostenfreie Druckexemplare zum Versand innerhalb von Deutschland sind erhältlich bei der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle, DLR Projektträger „Umwelt und Nachhaltigkeit“, Heinrich-Konen-Str. 1, 53227 Bonn, Tel: +49 228 3821 1554; E-Mail: de-ipcc@dlr.de, www.de-ipcc.de

Als Gremium der Vereinten Nationen veröffentlicht der IPCC seine Berichte in den sechs offiziellen UN-Sprachen (Arabisch, Chinesisch, Englisch, Französisch, Russisch, Spanisch). Versionen in diesen Sprachen werden auf www.ipcc.ch zum Herunterladen zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen erteilt das IPCC-Sekretariat (Adresse: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, Schweiz; E-Mail: ipcc-sec@wmo.int).

Zitiervorschrift:

IPCC, 2018: Häufig gestellte Fragen und Antworten. In: *1,5 °C globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut*. [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skeea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (Hrsg.)]. World Meteorological Organization, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, ProClim/SCNAT, Österreichisches Umweltbundesamt, Bonn/Bern/Wien, Mai 2019.

ISBN 978-3-89100-052-6

Häufig gestellte Fragen und Antworten (FAQ)

FAQ

Häufig gestellte Fragen und Antworten (FAQ)

Koordinierende Redakteure:

Sarah Connors (Frankreich/Vereinigtes Königreich), Roz Pidcock (Frankreich/Vereinigtes Königreich)

Autoren des Entwurfs:

Myles Allen (Vereinigtes Königreich), Heleen de Coninck (Niederlande), Francois Engelbrecht (Südafrika), Marion Ferrat (Vereinigtes Königreich/Frankreich), James Ford (Vereinigtes Königreich/Kanada), Sabine Fuss (Deutschland), Nigel Hawtin (Vereinigtes Königreich), Ove Hoegh Guldberg (Australien), Daniela Jacob (Deutschland), Debora Ley (Guatemala/Mexiko), Diana Liverman (USA), Valérie Masson-Delmotte (Frankreich), Richard Millar (Vereinigtes Königreich), Peter Newman (Australien), Antony Payne (Vereinigtes Königreich), Rosa Perez (Philippinen), Joeri Rogelj (Österreich/Belgien), Sonia I. Seneviratne (Schweiz), Chandni Singh (Indien), Michael Taylor (Jamaika), Petra Tschakert (Australien/Österreich)

Diese Häufig gestellten Fragen und Antworten wurden den Kapiteln des zugrundeliegenden Berichts entnommen und hier zusammengestellt. Beim Zitieren einer bestimmten FAQ geben Sie bitte das entsprechende Kapitel im Bericht an, aus dem die FAQ stammt (z. B. ist FAQ 3.1 Teil von Kapitel 3).

Inhalt

Häufig gestellte Fragen und Antworten (FAQ)

FAQ 1.1	Warum sprechen wir über 1,5 °C?	6
FAQ 1.2	Wie nah sind wir der 1,5 °C-Marke?	8
FAQ 2.1	Welche Pfade begrenzen die Erwärmung auf 1,5 °C, und sind wir auf dem richtigen Weg?.....	10
FAQ 2.2	Was haben Energieangebot und -nachfrage mit der Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C zu tun?	12
FAQ 3.1	Welche Folgen hat eine Erwärmung um 1,5 °C beziehungsweise 2 °C?.....	14
FAQ 4.1	Welche Systemübergänge könnten eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C ermöglichen?	16
FAQ 4.2	Worum handelt es sich bei Kohlendioxidentnahme und negativen Emissionen?	18
FAQ 4.3	Warum ist Anpassung in einer um 1,5 °C wärmeren Welt wichtig?	20
FAQ 5.1	Welche Zusammenhänge bestehen zwischen nachhaltiger Entwicklung und einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C?.....	22
FAQ 5.2	Welche Pfade führen zu Verringerung von Armut und Ungleichheit und gleichzeitig in eine 1,5 °C-Welt?	24

FAQ 1.1 | Warum sprechen wir über 1,5 °C?

Zusammenfassung: Der Klimawandel stellt eine akute und potenziell irreversible Bedrohung für menschliche Gesellschaften und den Planeten dar. Angesichts dessen verabschiedete die überwältigende Mehrheit der Länder der Welt im Dezember 2015 das Übereinkommen von Paris, das als zentrales Ziel unter anderem Bemühungen zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C vorsieht. Hierbei ersuchten diese Länder über das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) auch den IPCC, einen Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade zu erstellen.

Auf der 21. UN-Klimakonferenz (21st Conference of the Parties, COP21) im Dezember 2015 verabschiedeten 195 Nationen das Übereinkommen von Paris¹. Als erstes Instrument seiner Art beinhaltet dieses wegweisende Übereinkommen das Ziel, die weltweite Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel zu verstärken, indem „der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau gehalten wird und Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen“.

Das erste UNFCCC-Dokument, in dem eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C Erwähnung findet, war das Abkommen von Cancún, das 2010 auf der 16. UN-Klimakonferenz (COP16) verabschiedet wurde. Das Abkommen von Cancún schuf ein Verfahren zur regelmäßigen Revision der „Angemessenheit des langfristigen globalen Ziels unter Berücksichtigung der obersten Zielsetzung der Konvention und des erzielten Gesamtfortschritts in Richtung des langfristigen globalen Ziels, einschließlich einer Betrachtung der Umsetzung der Verpflichtungen im Rahmen der Konvention“. Die Definition des langfristigen globalen Ziels im Abkommen von Cancún lautete „den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf unter 2 °C über vorindustriellem Niveau zu begrenzen“. Das Abkommen erkannte zudem die Notwendigkeit an, in Betracht zu ziehen, „das langfristige globale Ziel auf Grundlage der besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse (...) auf einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,5 °C zu verschärfen“.

Der erste Revisionszeitraum des langfristigen globalen Ziels von 2013 bis zur COP21 2015 in Paris bestand größtenteils aus dem *Structured Expert Dialogue* (SED). Hierbei handelte es sich um einen persönlichen Meinungsaustausch zur Tatsachenfindung zwischen eingeladenen Experten* und UNFCCC-Delegierten. Im Abschlussbericht des SED² wurde geschlussfolgert, dass „in einigen Regionen und vulnerablen Ökosystemen sogar bei einer Erwärmung um mehr als 1,5 °C hohe Risiken projiziert werden“. Ferner wies der SED-Bericht darauf hin, dass die Vertragsparteien davon profitieren würden, die Temperaturgrenze des langfristigen globalen Ziels als „Verteidigungslinie“ oder „Pufferzone“ neu zu formulieren, statt sie als „Leitplanke“ zu verstehen, bis zu der alles sicher wäre. Dieses neue Verständnis würde, so der Bericht weiter, „wahrscheinlich auch Emissionspfade begünstigen, welche die Erwärmung auf einen Temperaturbereich unter 2 °C eingrenzen werden“. Folgende Kernbotschaft hatte der SED-Bericht speziell in Bezug auf die Verschärfung der Temperaturgrenze von 2 °C: „Wenn gleich die wissenschaftliche Grundlage für eine Erwärmungsgrenze von 1,5 °C weniger belastbar ist, sollten Bemühungen unternommen werden, die Verteidigungslinie so weit wie möglich nach unten zu drücken“. Die Erkenntnisse des SED flossen wiederum in den Entwurf des Beschlusses ein, der von COP21 verabschiedet wurde.

Im Zuge der Verabschiedung des Übereinkommens von Paris lud die UNFCCC den IPCC ein, 2018 einen Sonderbericht über die „Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade“ zu erstellen. Die Anfrage sah vor, dass in dem Bericht, auch bekannt als SR1.5, nicht nur untersucht werden sollte, wie eine um 1,5 °C wärmere Welt aussehen würde, sondern auch die verschiedenen Pfade, auf denen der Anstieg der globalen Temperatur auf 1,5 °C begrenzt werden könnte, bewertet werden sollten. 2016 nahm der IPCC die Einladung an und fügte hinzu, dass der Sonderbericht diesen Fragestellungen zusätzlich im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Bemühungen zur Beseitigung von Armut nachgehen würde.

¹ Übereinkommen von Paris FCCC/CP/2015/10/Add.1 <https://unfccc.int/documents/9097>

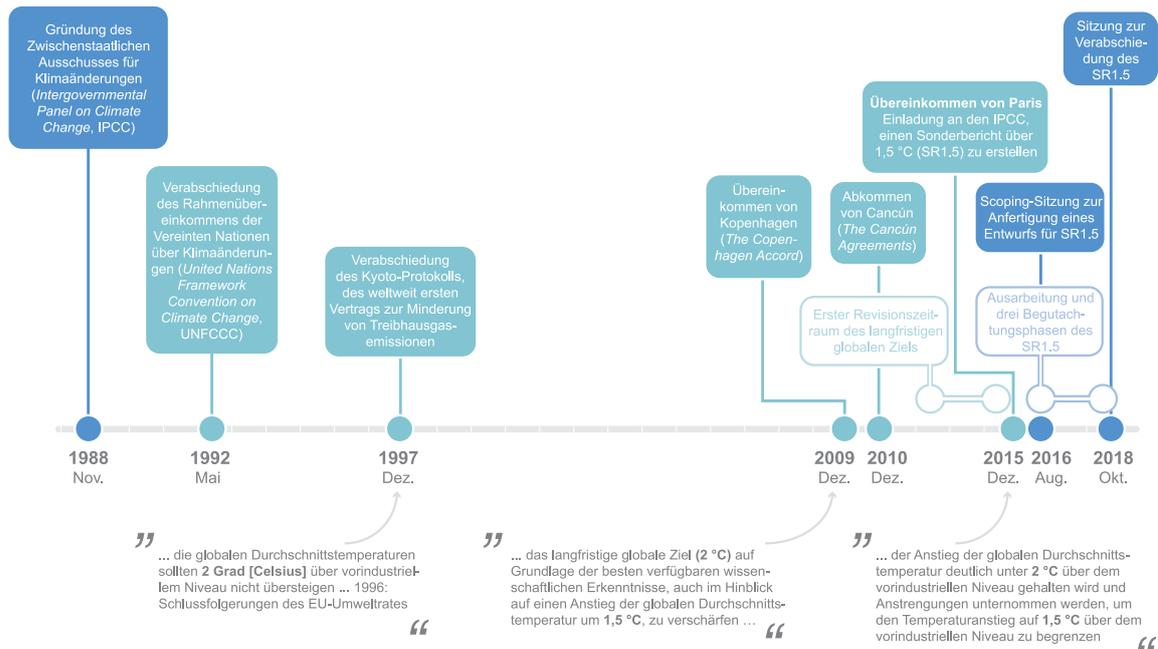
* Anmerkung des Übersetzers: Allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechter.

² Structured Expert Dialogue (SED) Abschlussbericht FCCC/SB/2015/INF.1 <https://unfccc.int/documents/8707>

Die Kombination aus zunehmender Exposition gegenüber dem Klimawandel und der Tatsache, dass nur geringe Kapazitäten zur Anpassung an seine Folgen bestehen, verstärkt das Risiko, das eine Erwärmung um 1,5 °C oder 2 °C darstellt. Dies trifft insbesondere auf Entwicklungs- und Inselländer in den Tropen sowie auf andere verwundbare Länder und Regionen zu. Die Risiken, die von einer globalen Erwärmung um 1,5 °C ausgehen, sind größer als unter derzeitigen Bedingungen, aber geringer als die Risiken einer Erwärmung um 2 °C.

FAQ 1.1 | 1,5 °C im Verlauf der Zeit

Meilensteine in der Erstellung des IPCC-Sonderberichts über 1,5 °C globale Erwärmung und einige relevante Ereignisse im Verlauf der internationalen Klimaverhandlungen.



FAQ 1.1, Abbildung 1 | Chronik nennenswerter Daten bei der Erstellung des IPCC-Sonderberichts über 1,5 °C globale Erwärmung (blau), eingebettet in die Prozesse und Meilensteine des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC, grau), sowie Ereignisse, die für die Diskussion von Temperaturgrenzen relevant sein könnten.

FAQ 1.2 | Wie nah sind wir der 1,5 °C-Marke?

Zusammenfassung: Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts hat die menschengemachte Erwärmung bereits 1 °C über vorindustriellem Niveau erreicht. Bis zum Jahrzehnt 2006–2015 hatten Aktivitäten des Menschen die Erde um 0,87 °C ($\pm 0,12$ °C) gegenüber vorindustriellen Zeiten (1850–1900) erwärmt. Sollte sich die aktuelle Erwärmungsgeschwindigkeit fortsetzen, würde die Welt etwa im Jahr 2040 eine menschengemachte Erwärmung von 1,5 °C erreichen.

Im Rahmen des Übereinkommens von Paris einigten sich die Länder darauf, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, um den „Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau [zu halten] und Anstrengungen [zu unternehmen], um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen“. Während die allgemeine Absicht, die weltweite Reaktion auf den Klimawandel zu verstärken, klar ist, wird im Übereinkommen von Paris nicht konkret definiert, worauf sich der Begriff „globale Durchschnittstemperatur“ bezieht, und ebenfalls nicht, welcher historische Zeitraum als „vorindustriell“ zu erachten ist. Um die Frage, wie nah wir einer Erwärmung um 1,5 °C sind, beantworten zu können, muss zunächst geklärt werden, wie beide Begriffe in Rahmen des vorliegenden Sonderberichts definiert werden.

Die Wahl des vorindustriellen Referenzzeitraums kann, ebenso wie die Methode zur Berechnung der globalen Durchschnittstemperatur, Berechnungen von Wissenschaftlern bezüglich der historischen Erwärmung um einige Zehntel Grad Celsius beeinflussen. Solche Unterschiede fallen im Kontext einer globalen Temperaturgrenze von nur einem halben Grad über dem derzeitigen Niveau maßgeblich ins Gewicht. Doch wenn einheitliche Definitionen zugrunde gelegt werden, beeinträchtigen sie unser Verständnis darüber, wie Aktivitäten des Menschen das Klima beeinflussen, nicht.

Grundsätzlich könnte sich der Begriff „vorindustrielle Werte“ auf jedweden Zeitraum vor dem Beginn der industriellen Revolution beziehen. Doch die Anzahl der direkten Temperaturmessungen nimmt ab, je weiter wir in der Zeit zurückgehen. Die Definition eines „vorindustriellen“ Referenzzeitraums stellt daher einen Kompromiss dar zwischen der Verlässlichkeit der Temperaturlaufzeichnungen und ihrer Eignung, wahrhaft vorindustrielle Gegebenheiten repräsentativ darzustellen. Einige vorindustrielle Zeiträume waren aus rein natürlichen Gründen kühler als andere. Dies könnte auf spontane Klimavariabilität oder die Reaktion des Klimas auf natürliche Störungen wie Vulkanausbrüche oder Schwankungen der Sonnenaktivität zurückgehen. Dieser IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung nutzt den Referenzzeitraum 1850 bis 1900, um vorindustrielle Bedingungen darzustellen. Dabei handelt es sich um den frühesten Zeitraum mit nahezu globalen Beobachtungen und um den Referenzzeitraum, der im Fünften IPCC-Sachstandsbericht als Näherung für vorindustrielle Temperaturen zugrunde gelegt wurde.

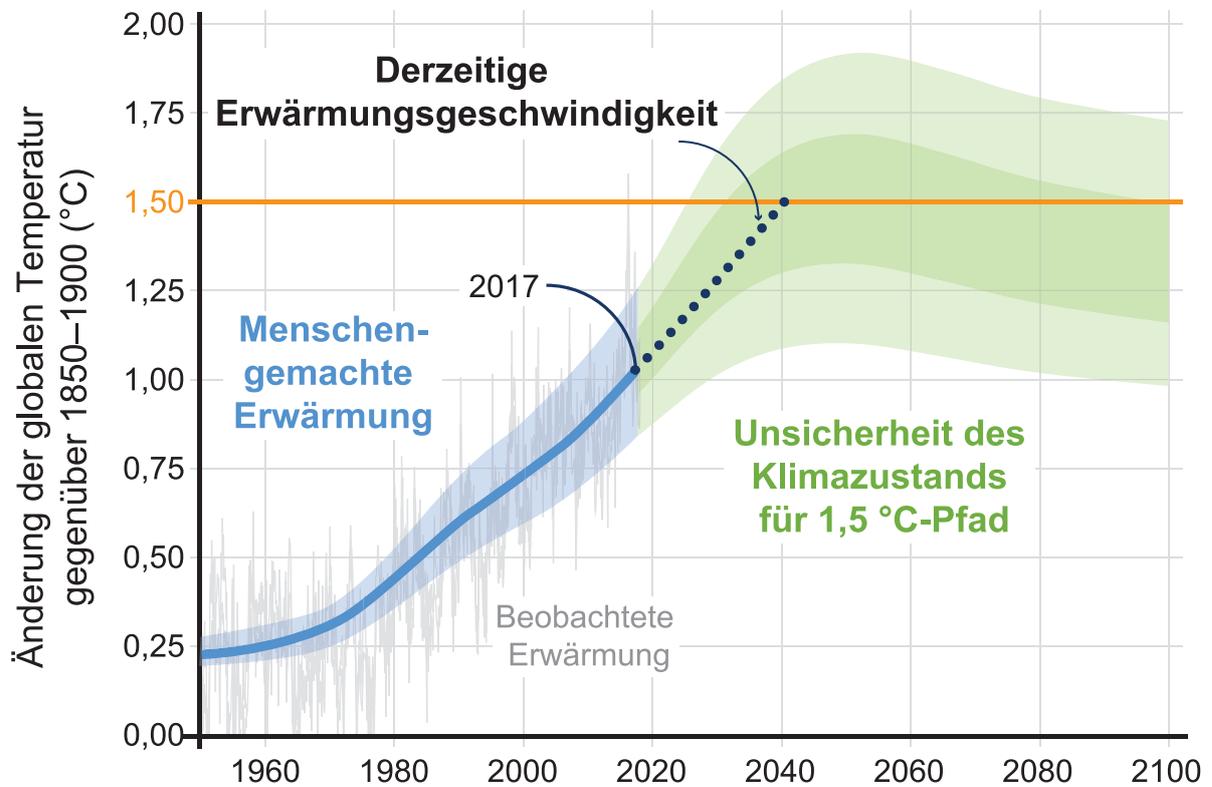
Sobald Wissenschaftler den Begriff „vorindustriell“ definiert haben, besteht der nächste Schritt aus der Berechnung des Ausmaßes an Erwärmung zu einer bestimmten Zeit im Verhältnis zu diesem Referenzzeitraum. In diesem Bericht wird Erwärmung definiert als der Anstieg des globalen 30-Jahres-Durchschnitts kombiniert aus Lufttemperatur über Land und Wassertemperatur an der Meeresoberfläche. Die Zeitspanne von 30 Jahren erfasst die Auswirkungen natürlicher Variabilität, die dazu führen können, dass die globalen Temperaturen von einem Jahr zum nächsten schwanken. Zum Beispiel waren die Jahre 2015 und 2016 beide durch ein starkes El-Niño-Ereignis geprägt, das die bestehende menschengemachte Erwärmung verstärkte.

In den Jahren 2006–2015 erreichte die Erwärmung einen Wert von 0,87 °C ($\pm 0,12$ °C) gegenüber 1850–1900, vorrangig aufgrund von Aktivitäten des Menschen, welche die Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre erhöhten. Ausgehend von der Tatsache, dass die globale Temperatur derzeit pro Jahrzehnt um 0,2 °C ($\pm 0,1$ °C) zunimmt, erreichte die menschengemachte Erwärmung etwa im Jahr 2017 1 °C über vorindustriellem Niveau und würde, bei gleichbleibender Erwärmungsgeschwindigkeit, die 1,5 °C-Marke etwa im Jahr 2040 erreichen.

Während die Änderung der globalen Durchschnittstemperatur Wissenschaftlern Aufschluss darüber gibt, wie sich der Planet als Ganzes verändert, offenbart die genauere Betrachtung bestimmter Regionen, Länder und Jahreszeiten wichtige Details. Beispielsweise haben sich die meisten Festlandregionen seit den 1970er Jahren schneller erwärmt als der globale Durchschnitt. Das bedeutet, dass die Erwärmung in vielen Regionen bereits mehr als 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau beträgt. Mehr als ein Fünftel der Weltbevölkerung lebt in Regionen, in denen in mindestens einer Jahreszeit bereits eine Erwärmung von mehr als 1,5 °C über vorindustriellem Niveau stattgefunden hat.

FAQ 1.2: Wie nah sind wir der 1,5 °C-Marke?

Die menschengemachte Erwärmung erreichte 2017 etwa 1 °C über vorindustriellem Niveau.



FAQ 1.2, Abbildung 1 | Die menschengemachte Erwärmung erreichte 2017 etwa 1 °C über vorindustriellem Niveau. Mit der aktuellen Geschwindigkeit würden die globalen Temperaturen die 1,5 °C-Marke ungefähr im Jahr 2040 erreichen. Der hier gezeigte stilisierte 1,5 °C-Pfad beinhaltet einen sofortigen Beginn von Emissionsminderungen und CO₂-Emissionen, die bis 2055 auf Null gehen.

FAQ 1.2

FAQ 2.1 | Welche Pfade begrenzen die Erwärmung auf 1,5 °C, und sind wir auf dem richtigen Weg?

Zusammenfassung: Es gibt keinen bestimmten Weg, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 °C über vorindustriellem Niveau zu begrenzen. Der vorliegende Sonderbericht beschreibt zwei wichtige konzeptionelle Pfade, um verschiedene Interpretationen zu veranschaulichen. Der eine stabilisiert die globale Temperatur bei oder knapp unter 1,5 °C. Auf dem anderen Pfad überschreitet die globale Temperatur die 1,5 °C-Marke zeitweise, bevor sie wieder sinkt. Die Zusicherungen der Länder, ihre Emissionen zu reduzieren, stimmen nach aktuellem Stand nicht mit einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C überein.

Wissenschaftler nutzen Computermodelle, um die Treibhausgasemissionen zu simulieren, die mit unterschiedlichen Erwärmungsniveaus in Einklang stünden. Die unterschiedlichen Möglichkeiten werden oft als „Treibhausgasemissionspfade“ bezeichnet. Dabei gibt es nicht den einzigen, bestimmten Pfad, um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen.

Der vorliegende IPCC-Sonderbericht beschreibt zwei Hauptpfade, die eine globale Erwärmung um 1,5 °C untersuchen. Beim ersten Pfad stabilisiert sich die globale Temperatur bei oder knapp unter 1,5 °C über vorindustriellem Niveau. Beim zweiten Pfad überschreitet die Erwärmung die 1,5 °C-Marke ungefähr Mitte des Jahrhunderts, verbleibt für maximal ein paar Jahrzehnte über 1,5 °C und sinkt noch vor dem Jahr 2100 wieder auf unter 1,5 °C. Letzteres wird oft als „Überschreitungs Pfad“ (*overshoot pathway*) bezeichnet. Alle anderen Verläufe, in denen die globale Temperatur weiter ansteigt und 1,5 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts dauerhaft überschreitet, werden nicht als 1,5 °C-Pfade betrachtet.

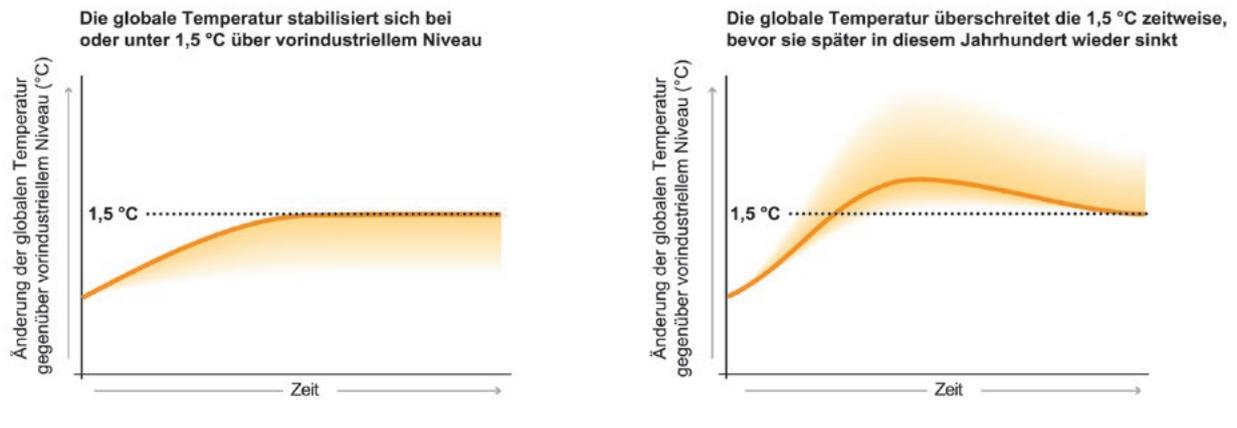
Die zwei Pfadtypen haben unterschiedliche Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen und auch auf die Folgen des Klimawandels und die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung. Je größer zum Beispiel das Ausmaß und die Dauer einer „Überschreitung“, desto größer die Abhängigkeit von Praktiken oder Technologien, die der Atmosphäre CO₂ entziehen – zusätzlich zur Reduzierung der Emissionsquellen (Minderung). Die Umsetzbarkeit solcher Konzepte zur CO₂-Entnahme in großem Maßstab wurde noch nicht nachgewiesen, daher laufen sie Gefahr, weniger praktikabel, effektiv oder wirtschaftlich zu sein als angenommen. Ferner besteht das Risiko, dass die Nutzung von CO₂-Entnahmetechnologien schlussendlich um Land und Wasser konkurriert. Sollten diese Interessenskonflikte nicht angemessen gehandhabt werden, können sie sich nachteilig auf die nachhaltige Entwicklung auswirken. Darüber hinaus erhöht eine größere und länger andauernde Überschreitung das Risiko irreversibler Klimafolgen wie das Einsetzen des Zusammenbruchs polarer Eisschilde und eines beschleunigten Meeresspiegelanstiegs.

Länder, die das Übereinkommen von Paris formal annehmen oder „ratifizieren“, reichen Zusicherungen darüber ein, wie sie dem Klimawandel zu begegnen beabsichtigen. Diese länderspezifischen Zusicherungen sind bekannt als *Nationally Determined Contributions* (NDCs). Verschiedene Forschungsgruppen weltweit haben die kombinierte Wirkung der Summe aller NDCs analysiert. Solche Analysen zeigen, dass die gegenwärtigen Zusicherungen nicht dazu führen, dass die globale Erwärmung auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau begrenzt wird. Falls die derzeitigen Zusagen für das Jahr 2030 eingehalten werden, jedoch nicht mehr, sehen Forscher, wenn überhaupt, nur sehr wenige Wege, Emissionen nach 2030 schnell genug zu reduzieren, um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Das bedeutet wiederum, dass die globale Erwärmung unter Berücksichtigung der Zusicherungen nach aktuellem Stand die 1,5 °C-Grenze zumindest für einen gewissen Zeitraum überschreiten würde und Praktiken und Technologien, mit denen CO₂ im globalen Maßstab aus der Atmosphäre entfernt werden kann, notwendig wären, um die Erwärmung zu einem späteren Zeitpunkt wieder auf 1,5 °C zu senken.

In einer Welt, die mit einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C im Einklang steht, würden die Treibhausgasemissionen im kommenden Jahrzehnt rasch abnehmen; außerdem gäbe es starke internationale Zusammenarbeit und insgesamt verstärkte Bemühungen der Länder über die derzeitigen NDCs hinaus. Im Gegensatz dazu würden verzögertes Handeln, begrenzte internationale Zusammenarbeit und unzureichende oder isolierte politische Strategien, die zur Stagnation oder Zunahme der Treibhausgasemissionen führen, die Möglichkeit zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 °C über vorindustriellem Niveau außer Reichweite rücken lassen.

FAQ 2.1 | Konzeptionelle Pfade zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C

Zwei Hauptpfade veranschaulichen unterschiedliche Interpretationen einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C. Jeder Pfad zieht unterschiedliche Konsequenzen nach sich.



FAQ 2.1, Abbildung 1 | Im vorliegenden Sonderbericht werden zwei Hauptpfade für die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau erörtert. Diese sind: Die globale Temperatur stabilisiert sich bei oder knapp unter 1,5 °C (links), und die globale Temperatur überschreitet die 1,5 °C, bevor sie später in diesem Jahrhundert wieder sinkt (rechts). Die gezeigten Temperaturen sind als Abweichung vom vorindustriellen Niveau dargestellt, die Pfade sind aber lediglich zur Anschauung gedacht und weisen konzeptionelle statt quantitativer Eigenschaften auf.

FAQ 2.2 | Was haben Energieangebot und -nachfrage mit der Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C zu tun?

Zusammenfassung: Die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C über vorindustriellem Niveau würde deutliche Reduzierungen der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren erfordern. Verschiedene Sektoren sind aber nicht unabhängig voneinander, und Veränderungen in dem einen können Auswirkungen für einen anderen haben. Wenn wir als Gesellschaft beispielsweise viel Energie nutzen, könnte das bedeuten, dass wir bei der Auswahl verfügbarer Minderungsoptionen zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C weniger flexibel sein können. Wenn wir weniger Energie nutzen, ist die Auswahl an möglichen Maßnahmen größer. Zum Beispiel könnten wir unabhängiger sein von Technologien, die Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre entnehmen.

Um die globale Temperatur auf einem bestimmten Niveau zu halten, müssten die „Netto“-CO₂-Emissionen auf null heruntergefahren werden. Das bedeutet, dass die Menge an CO₂, die in die Atmosphäre eintritt, gleich der Menge sein muss, die entfernt wird. Das Erzielen eines Gleichgewichts zwischen den CO₂-„Quellen“ und -„Senken“ wird oft als „Netto-Null“-Emissionen oder „Kohlendioxidneutralität“ bezeichnet. Netto-Null-Emissionen hätten zur Folge, dass die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre im Laufe der Zeit langsam abnehmen würde bis ein neues Gleichgewicht erreicht ist, da das durch Aktivitäten des Menschen ausgestoßene CO₂ umverteilt und vom Ozean und der terrestrischen Biosphäre aufgenommen wird. Dies würde zu einer über viele Jahrhunderte nahezu konstanten globalen Temperatur führen.

Die Erwärmung wird nicht auf 1,5 °C oder 2 °C begrenzt werden, wenn die erforderlichen Treibhausgasemissionsminderungen nicht durch Transformationen in einer Vielzahl von Bereichen erzielt werden. Emissionen müssten in allen wichtigen Sektoren der Gesellschaft zügig zurückgehen, darunter Gebäude, Industrie, Verkehr, Energie sowie Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*, AFOLU). Zu den Maßnahmen, die Emissionen reduzieren können, zählen unter anderem beispielsweise der Kohleausstieg im Energiesektor, die verstärkte Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen, die Elektrifizierung des Verkehrs und die Verkleinerung des „CO₂-Fußabdrucks“ der Lebensmittel, die wir konsumieren.

Die oben aufgeführten sind Beispiele für „angebotsseitige“ Maßnahmen. Allgemein gesagt handelt es sich dabei um Maßnahmen, die die Treibhausgasemissionen durch die Nutzung von kohlenstoffarmen Lösungen reduzieren können. Eine andere Art von Maßnahmen kann die Höhe des gesellschaftlichen Energieverbrauchs reduzieren, während Entwicklung und Wohlergehen weiterhin gesteigert werden. Auch bekannt als „nachfrageseitige“ Maßnahmen, umfasst diese Kategorie beispielsweise die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und die Senkung des Verbrauchs von energie- und treibhausgasintensiven Produkten durch Verhaltens- und Lebensstiländerungen. Angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen sind keine Entweder-oder-Frage – sie wirken parallel zueinander. Eine von beiden kann aber in den Fokus gerückt werden.

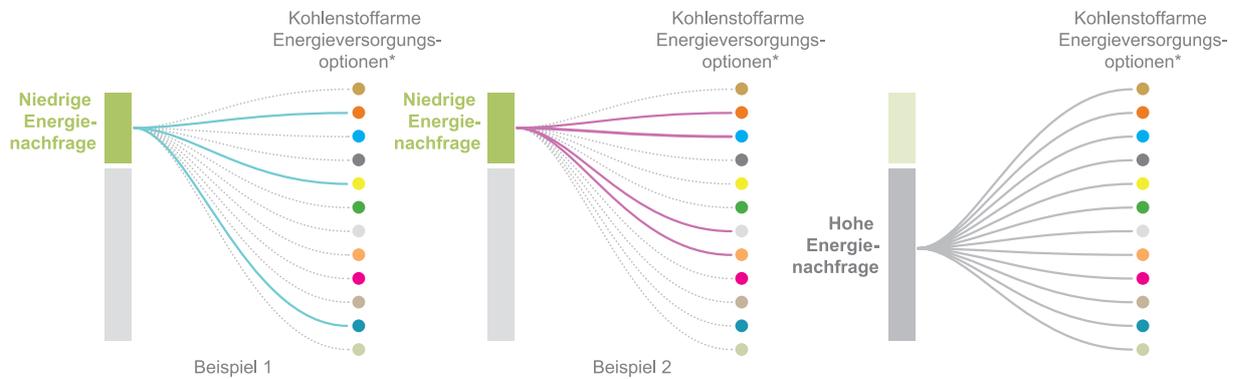
Veränderungen in einem Sektor können Auswirkungen für einen anderen haben, da diese nicht unabhängig voneinander sind. Mit anderen Worten: Die Entscheidungen, die wir als Gesellschaft jetzt in Bezug auf einen bestimmten Sektor treffen, können unsere Alternativen später entweder einschränken oder ausweiten. Zum Beispiel könnte eine hohe Energienachfrage bedeuten, dass wir fast alle bekannten Mittel zur Emissionsminderung einsetzen müssten, um den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 °C über vorindustriellem Niveau zu begrenzen, möglicherweise mit negativen Nebeneffekten. Insbesondere würde ein Pfad mit hoher Energienachfrage unsere Abhängigkeit von Praktiken und Technologien erhöhen, die CO₂ aus der Atmosphäre entnehmen. Bisher ist noch nicht bestätigt, dass solche Technologien in großem Maßstab funktionieren, und sie könnten – je nachdem, wie sie umgesetzt werden – um Land und Wasser konkurrieren. Indem sie eine generell geringere Energienachfrage erzeugen, könnten effektive nachfrageseitige Maßnahmen eine größere Flexibilität in der Strukturierung unseres Energiesystems ermöglichen. Allerdings sind nachfrageseitige Maßnahmen nicht leicht umzusetzen, und die Nutzung der effizientesten Praktiken scheiterte in der Vergangenheit an verschiedenen Hürden.

FAQ 2.2 | Energienachfrage und -angebot in einer 1,5 °C-Welt

Eine geringere Energienachfrage könnte eine größere Flexibilität in der Strukturierung unseres Energiesystems ermöglichen.

Eine **geringe Energienachfrage** erlaubt eine größere Auswahl bezüglich der zu nutzenden kohlenstoffarmen Energieversorgungsoptionen, um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen.

Bei einer **hohen Energienachfrage** besteht weniger Flexibilität, da praktisch alle verfügbaren Optionen in Betracht gezogen werden müssten.



* Optionen umfassen erneuerbare Energien (z. B. Bioenergie, Wasserkraft, Windkraft und Sonnenenergie), Atomenergie und die Anwendung von Verfahren zur Entnahme von Kohlendioxid

FAQ 2.2, Abbildung 1 | Eine geringere Energienachfrage erhöht die Flexibilität bei der Wahl von Energieversorgungsoptionen. Eine größere Energienachfrage führt dazu, dass mehr kohlenstoffarme Energieversorgungsoptionen genutzt werden müssten.

FAQ 3.1 | Welche Folgen hat eine Erwärmung um 1,5 °C beziehungsweise 2 °C?

Zusammenfassung: Die Folgen des Klimawandels sind auf jedem bewohnten Kontinent und in den Ozeanen zu spüren. Sie sind jedoch nicht überall auf der Welt gleichermaßen ausgeprägt, und verschiedene Teile der Erde verspüren die Folgen auf unterschiedliche Art und Weise. Eine weltweite durchschnittliche Erwärmung um 1,5 °C erhöht – neben vielen weiteren potenziellen Folgen – das Risiko für Hitzewellen und Starkniederschläge. Eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C statt auf 2 °C kann dazu beitragen, diese Risiken zu verringern. Die Folgen, die die Welt verspürt, werden aber von dem bestimmten Treibhausgasemissions“pfad“ abhängen, der beschritten wird. Zum Beispiel könnten die Auswirkungen einer zeitweisen Überschreitung der 1,5 °C-Marke (overshoot) und einer Rückkehr später in diesem Jahrhundert schwerwiegender ausfallen, als wenn die Temperatur bei einem Wert unter 1,5 °C verbleibt. Das Ausmaß und die Dauer einer Überschreitung werden ebenfalls Einfluss auf die zukünftigen Folgen haben.

Aktivitäten des Menschen haben die Welt seit vorindustriellen Zeiten um rund 1 °C erwärmt, und die Folgen dieser Erwärmung waren bereits in vielen Teilen der Welt zu spüren. Diese Angabe des globalen Temperaturanstiegs stellt den Durchschnittswert vieler tausend Temperaturmessungen über den Land- und Wassermassen der Erde dar. Allerdings ändern sich Temperaturen nicht überall gleich schnell: die Erwärmung ist auf Kontinenten am stärksten und besonders stark in der kalten Jahreszeit in der Arktis sowie in der warmen Jahreszeit in den Regionen der mittleren Breiten. Dies ist auf selbstverstärkende Mechanismen zurückzuführen, zum Beispiel darauf, dass Schnee- und Eisschmelze die Reflektivität der Erdoberfläche für Sonneneinstrahlung mindern, oder dass abnehmende Bodenfeuchtigkeit im Landesinneren der Kontinente eine geringere Verdunstungskühlung zur Folge hat. Das bedeutet, dass in einigen Teilen der Erde bereits höhere Temperaturen als 1,5 °C über vorindustriellem Niveau aufgetreten sind.

Ein zusätzlicher Anstieg zu den etwa 1 °C, die bisher erreicht wurden, würde die Risiken und die damit verbundenen Folgen verstärken, was sich auf die Erde und ihre Bewohner auswirken würde. Dies wäre selbst bei einer Stabilisierung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C der Fall – nur ein halbes Grad über dem derzeitigen Niveau – und würde bei einer globalen Erwärmung von 2 °C noch zusätzlich verstärkt. Sollte die globale Erwärmung einen Wert von 2 °C statt 1,5 °C erreichen, würde dies in allen Landgebieten eine erhebliche Erwärmung extrem heißer Tage nach sich ziehen. Darüber hinaus würde es in einigen Regionen zu einer Zunahme von Starkniederschlägen kommen, insbesondere in den höheren Breiten der Nordhalbkugel, was das Überflutungsrisiko erhöhen kann. Ferner werden einige Regionen Projektionen zufolge bei einer Erwärmung um 2 °C trockener als bei einer Erwärmung um 1,5 °C, so zum Beispiel der Mittelmeerraum. Zu den Folgen jeglicher zusätzlichen Erwärmung würden außerdem eine stärkere Schmelze von Eisschilden und Gletschern gehören sowie ein verstärkter Meeresspiegelanstieg, der noch lange nach der Stabilisierung der atmosphärischen CO₂-Konzentration anhalten würde.

Änderungen klimatischer Mittel- und Extremwerte rufen Kettenreaktionen mit Auswirkungen für die auf der Erde lebenden Gesellschaften und Ökosysteme hervor. Der Klimawandel ist Projektionen zufolge ein Armutsverstärker, was bedeutet, dass seine Folgen Arme voraussichtlich noch ärmer machen sowie die Gesamtanzahl der Menschen erhöhen, die in Armut leben. Der Anstieg der globalen Temperaturen um 0,5 °C, den wir in den vergangenen 50 Jahren erlebt haben, hat zu Veränderungen in der Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten, zu rückläufigen Ernteerträgen und zu häufigeren Wald- und Flächenbränden geführt. Sollte die globale Temperatur weiter ansteigen, ist mit ähnlichen Veränderungen zu rechnen.

Im Grunde bedeutet das: Je geringer der Anstieg der globalen Temperatur gegenüber vorindustriellem Niveau, desto geringer die Risiken für menschliche Gesellschaften und natürliche Ökosysteme. Anders ausgedrückt kann eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C in Form von „vermiedenen Folgen“ gegenüber höheren Erwärmungsniveaus verstanden werden. Viele der im vorliegenden Bericht bewerteten Folgen des Klimawandels sind bei einer Erwärmung um 1,5 °C mit einem geringeren Risiko verbunden als bei einer Erwärmung um 2 °C.

Die Wärmeausdehnung der Ozeane führt dazu, dass der Meeresspiegel selbst dann noch weiter steigen wird, wenn der globale Temperaturanstieg auf 1,5 °C begrenzt wird, allerdings wäre dieser Anstieg niedriger als bei einer Erwärmung um 2 °C. Die Ozeanversauerung – der Prozess, durch den sich überschüssiges CO₂ in den Ozeanen löst und dadurch ihren Säuregrad erhöht – ist voraussichtlich weniger schädlich, wenn CO₂-Emissionen reduziert werden und die Erwärmung bei 1,5 °C statt bei 2 °C stabilisiert wird. Auch bleiben in einer 1,5 °C-Welt mehr Korallenriffe bestehen als in einer 2 °C-Welt.

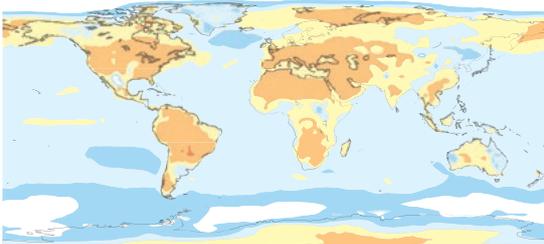
Die Folgen des Klimawandels, die wir in Zukunft erleben, werden außer durch die Temperaturänderung auch von anderen Faktoren beeinflusst werden. Die Konsequenzen einer Erwärmung um 1,5 °C werden außerdem von dem spezifischen Treibhausgasemissions“pfad“ abhängen, der beschrieben wird, und davon, inwieweit Anpassung die Verwundbarkeit mindern kann. Der vorliegende IPCC-Sonderbericht nutzt mehrere „Pfade“, um unterschiedliche Möglichkeiten zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C über vorindustriellem Niveau zu untersuchen. In der einen Art von Pfad stabilisiert sich die globale Temperatur bei, oder knapp unter, 1,5 °C. In der anderen überschreitet die globale Temperatur die 1,5 °C-Marke zeitweise, bevor sie später im Jahrhundert wieder sinkt (bekannt als „Überschreitungs-pfad“).

Mit solchen Pfaden wären unterschiedliche Folgen verbunden, daher ist es für die Planung von Anpassungs- und Minderungsstrategien wichtig, zwischen ihnen zu unterscheiden. Zum Beispiel könnten die Folgen eines Überschreitungs-pfades größer sein als die Folgen eines Stabilisierungspfad. Auch das Ausmaß und die Dauer einer Überschreitung hätten Konsequenzen für die auf der Welt auftretenden Folgen. Beispielsweise besteht auf Pfaden, auf denen die 1,5 °C-Marke überschritten wird, ein höheres Risiko, „Kippunkte“ zu durchlaufen. Dabei handelt es sich um Schwellenwerte, nach deren Überschreitung bestimmte Folgen nicht länger vermieden werden können, selbst wenn die Temperaturen später wieder gesenkt werden. Der Zusammenbruch der Eisschilde in Grönland und der Antarktis über einen Zeitrahmen von Jahrhunderten und Jahrtausenden stellt ein Beispiel für einen Kippunkt dar.

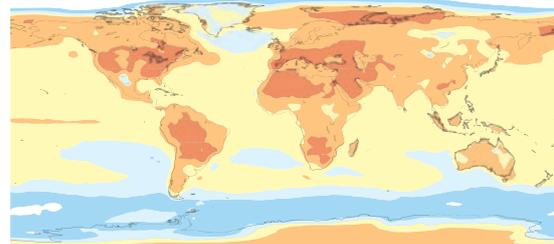
FAQ 3.1 | Folgen einer Erwärmung um 1,5 °C beziehungsweise 2 °C

Der Temperaturanstieg ist nicht überall auf der Welt gleich. Einige Regionen werden stärkere Zunahmen an heißen Tagen und stärkere Abnahmen in kalten Nächten verzeichnen als andere.

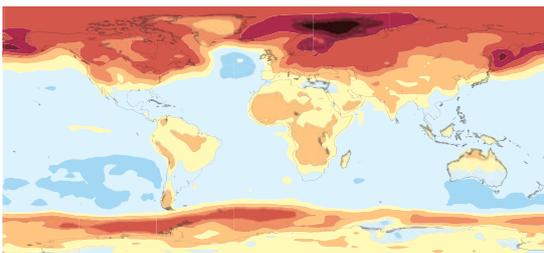
+ 1,5 °C: Änderung der Durchschnittstemperatur der heißesten Tage



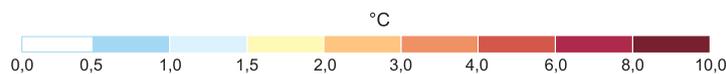
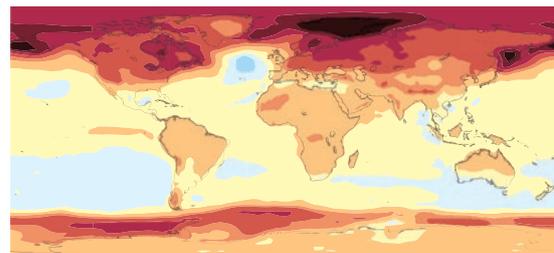
+ 2,0 °C: Änderung der Durchschnittstemperatur der heißesten Tage



+ 1,5 °C: Änderung der Durchschnittstemperatur der kältesten Nächte



+ 2,0 °C: Änderung der Durchschnittstemperatur der kältesten Nächte



FAQ 3.1, Abbildung 1 | Die Temperaturänderung ist nicht überall auf der Welt gleich. Gezeigt sind projizierte Änderungen der Durchschnittstemperaturen des heißesten Tages pro Jahr (oben) und der kältesten Nacht pro Jahr (unten) bei 1,5 °C globaler Erwärmung (links) und 2 °C globaler Erwärmung (rechts) gegenüber vorindustriellem Niveau.

FAQ 4.1 | Welche Systemübergänge könnten eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C ermöglichen?

Zusammenfassung: Um die Erwärmung auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen, müsste sich die Welt auf viele verschiedene Arten und Weisen verändern, die komplex und miteinander verknüpft sind. Wenngleich Systemübergänge hin zu niedrigeren Treibhausgasemissionen bereits in einigen Städten, Regionen, Ländern, Unternehmen und Gemeinden in der Umsetzung sind, gibt es nur wenige, die derzeit mit einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C in Einklang stehen. Dieser Herausforderung zu begegnen würde insbesondere in den kommenden Jahrzehnten eine zügige Steigerung der derzeitigen Größenordnung und Geschwindigkeit von Veränderungen erfordern. Es gibt viele Faktoren, die die Machbarkeit unterschiedlicher Anpassungs- und Minderungsoptionen beeinflussen, die helfen könnten, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen und sich den Auswirkungen anzupassen.

Es gibt in jedem Sektor Maßnahmen, die Treibhausgasemissionen wesentlich reduzieren können. Dieser Sonderbericht bewertet Energie-, Land- und Ökosysteme, Städtebau und Infrastruktur sowie die Industrie in Industrie- und Entwicklungsländern, um zu verstehen, wie diese umgestaltet werden müssten, um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Beispiele für Maßnahmen umfassen die Umstellung auf eine emissionsarme oder -freie Energieerzeugung etwa aus erneuerbaren Ressourcen, eine Änderung der Nahrungssysteme etwa durch Ernährungsänderungen weg von landintensiven tierischen Produkten, die Elektrifizierung des Verkehrs und die Entwicklung von „grüner Infrastruktur“ etwa durch den Bau grüner Dächer oder die Verbesserung der Energieeffizienz durch intelligente Stadtplanung, die das Erscheinungsbild vieler Städte verändern wird.

Da diese verschiedenen Maßnahmen miteinander verbunden sind, wäre für die Art der Transformationen, welche die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen könnten, ein ganzheitlicher, die Gesamtsysteme angehender Ansatz vonnöten. Das bedeutet, dass alle relevanten Unternehmen, Industriezweige und Interessenvertreter mit einbezogen werden müssten, um die Unterstützung für und die Chancen auf eine erfolgreiche Umsetzung zu erhöhen. Beispielsweise wäre der Einsatz von emissionsarmen Technologien (zum Beispiel von Projekten mit erneuerbaren Energien oder von biobasierten Chemiewerken) abhängig von den wirtschaftlichen Bedingungen (zum Beispiel Arbeitsplatzschaffung oder den Kapazitäten zur Mobilisierung von Investitionen), aber auch von soziokulturellen Verhältnissen (zum Beispiel Bewusstsein und Akzeptanz) und institutionellen Bedingungen (zum Beispiel Unterstützung und Verständnis seitens der Politik).

Um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, müsste Minderung weiträumig und zügig voranschreiten. Systemübergänge können umwälzend oder schrittweise stattfinden, und diese gehen oft, wenn auch nicht immer, Hand in Hand. Umwälzende, d. h. transformative Veränderung kann durch wachsende Nachfrage nach einem neuen Produkt oder einem neuen Markt entstehen, so dass es bzw. er ein bestehendes Produkt bzw. einen bestehenden Markt ersetzt. Dieser Vorgang wird zuweilen auch als „disruptive Innovation“ bezeichnet. Zum Beispiel lässt die hohe Nachfrage nach LED-Leuchtmitteln, unterstützt durch politisches Handeln, das schnelle Industrieinnovationen vorantreibt, energieintensivere Glühlampen nahezu obsolet werden. Auf vergleichbare Weise hat sich die Nutzung von Smartphones innerhalb von zehn Jahren weltweit durchgesetzt. Elektroautos, die ungefähr zur selben Zeit auf den Markt kamen, wurden jedoch nicht so schnell angenommen, da die größeren und stärker ineinandergreifenden Verkehrs- und Energiesysteme schwieriger umzustellen sind. Erneuerbare Energien, insbesondere Solarenergie und Windkraft, werden von einigen als disruptiv betrachtet, da sie schnell angenommen werden und die Umstellung schneller erfolgt als vorhergesagt. Bislang besteht jedoch noch keine einheitliche Nachfrage danach. Städtische Systeme, die auf eine Transformation hinarbeiten, koppeln im Zuge eines eher schrittweisen Übergangs Solarenergie und Windkraft mit Batteriespeichern und Elektrofahrzeugen, doch es wären immer noch geänderte Verordnungen, Steueranreize, neue Standards, Demonstrationsprojekte und Bildungsprogramme nötig, um funktionsfähige Märkte für dieses System zu schaffen.

In vielen Systemen geschehen bereits entsprechende Übergänge, doch für eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C wäre insbesondere in den nächsten 10 bis 20 Jahren eine zügige Steigerung der Größenordnung und der Geschwindigkeit der Veränderungen vonnöten. Während eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C viele der gleichen Umstellungen beinhalten würde wie eine Begrenzung auf 2 °C, müsste die Veränderung viel schneller voranschreiten. Während die Änderungsgeschwindigkeit, die für eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C nötig wäre, in der Geschichte nachzuweisen ist, gibt es kein historisches Beispiel für die Größenordnung der notwendigen Umstellungen, insbesondere nicht in einer sozial und wirtschaftlich nachhaltigen Art und Weise. Die Lösung der Geschwindigkeits- und Größenordnungsprobleme würde die Unterstützung der Bevölkerung, Eingriffe durch den öffentlichen Sektor und Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor erfordern.

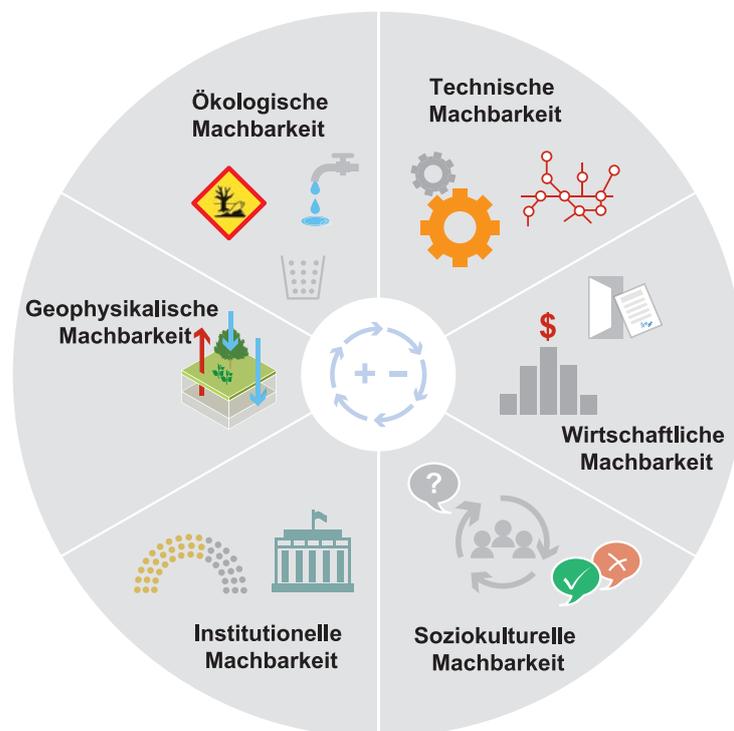
Verschiedene Transformationsarten sind mit unterschiedlichen Begleitkosten und Anforderungen an institutionelle oder regierungsseitige Förderung verbunden. Einige lassen sich außerdem leichter hochskalieren als andere, und einige benötigen eine stärkere regierungsseitige Unterstützung als andere. Übergänge zwischen und innerhalb dieser Systeme sind miteinander verknüpft, und keine Veränderung würde allein genügen, um die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen.

Die „Machbarkeit“ von Anpassungs- und Minderungsoptionen oder -maßnahmen innerhalb eines jeden Systems, die im Kontext von nachhaltiger Entwicklung und Bemühungen zur Beseitigung von Armut gemeinsam die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen können, erfordert die sorgfältige Betrachtung vieler verschiedener Faktoren. Diese Faktoren umfassen: (i) inwieweit genügend natürliche Systeme und Ressourcen verfügbar sind, um die unterschiedlichen Transformationsoptionen zu stützen (bekannt als *ökologische Machbarkeit*); (ii) inwieweit die erforderlichen Technologien entwickelt und verfügbar sind (bekannt als *technologische Machbarkeit*); (iii) die wirtschaftlichen Verhältnisse und Auswirkungen (bekannt als *wirtschaftliche Machbarkeit*); (iv) was es für das menschliche Verhalten und die menschliche Gesundheit bedeutet (bekannt als *soziokulturelle Machbarkeit*) und (v) welche Art institutioneller Förderung benötigt werden würde, wie politische Steuerung, institutionelle Kapazität und Unterstützung durch die Politik (bekannt als *institutionelle Machbarkeit*). Ein weiterer Faktor (vi – bekannt als *geophysikalische Machbarkeit*) betrifft die Fähigkeit physikalischer Systeme, die Option tragen zu können, zum Beispiel inwieweit es geophysikalisch möglich ist, die großflächige Aufforstung im Einklang mit 1,5 °C vorzunehmen.

Die Förderung begünstigender Umstände, wie zum Beispiel auf den Gebieten des Finanzwesens, der Innovation oder in Form von Verhaltensänderung, würde die Hindernisse, die diesen Optionen im Wege stehen, reduzieren, die erforderliche Geschwindigkeit und Größenordnung der Systemübergänge wahrscheinlicher machen und somit die generelle Machbarkeit der Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C erhöhen.

FAQ 4.1 | Die unterschiedlichen Machbarkeitsdimensionen auf dem Weg zu einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C

Die Machbarkeit verschiedener Anpassungs- und Minderungsoptionen/-maßnahmen zu bewerten, bedingt eine Betrachtung über sechs Dimensionen hinweg.



FAQ 4.1, Abbildung 1 | Die im Rahmen einer Bewertung der „Machbarkeit“ von Anpassungs- und Minderungsoptionen oder -maßnahmen zu beachtenden unterschiedlichen Dimensionen, die helfen können, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Diese sind: (i) die ökologische Machbarkeit, (ii) die technische Machbarkeit, (iii) die wirtschaftliche Machbarkeit, (iv) die soziokulturelle Machbarkeit, (v) die institutionelle Machbarkeit und (vi) die geophysikalische Machbarkeit.

FAQ 4.2 | Worum handelt es sich bei Kohlendioxidentnahme und negativen Emissionen?

Zusammenfassung: Kohlendioxidentnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR) bezeichnet den Prozess der Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre. Da dies das Gegenteil von Emissionen darstellt, wird oft gesagt, Praktiken und Technologien, anhand derer der Atmosphäre CO₂ entnommen wird, erzielen „negative Emissionen“. Etwas weiter gefasst wird der Vorgang manchmal als „Treibhausgasentnahme“ bezeichnet, wenn dabei auch andere Gase als CO₂ entfernt werden. Es gibt zwei Hauptarten von CDR: Einerseits die Verstärkung bestehender natürlicher Prozesse, die der Atmosphäre Kohlendioxid entziehen (zum Beispiel durch die Steigerung der Aufnahme durch Bäume, Böden oder andere „Kohlenstoffsinken“), andererseits die Nutzung chemischer Prozesse, anhand derer zum Beispiel CO₂ direkt aus der Außenluft herausgefiltert und anderswo (zum Beispiel unterirdisch) gespeichert wird. Alle CDR-Methoden befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien, und einige sind stärker konzeptionell als andere, da sie bislang noch nicht in großem Maßstab geprüft wurden.

Die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau würde in vielen Bereichen, einschließlich beispielsweise der Sektoren Energie und Industrie, beispiellose Transformationsgeschwindigkeiten erfordern. Konzeptionell ist es möglich, dass Verfahren, die der Atmosphäre CO₂ entziehen (bekannt als Kohlendioxidentnahme oder *Carbon Dioxide Removal*, CDR), zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C beitragen könnten. Ein Nutzen von CDR-Methoden könnte darin bestehen, Treibhausgasemissionen aus Sektoren zu kompensieren, die nicht vollständig dekarbonisieren können oder wo dies sehr lange dauern würde.

Sollte die globale Temperatur 1,5 °C temporär überschreiten, wäre CDR erforderlich, um die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu verringern und so die Temperatur wieder zu senken. Soll diese Temperatursenkung erreicht werden, müsste die Menge an CO₂, die der Atmosphäre entzogen wird, größer sein als die Menge, die in die Atmosphäre eintritt, was zu „netto-negativen Emissionen“ führen würde. Dafür wäre CDR in größerem Ausmaß nötig als für eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre – und damit der globalen Temperatur – auf einem bestimmten Niveau. Je größer das Ausmaß und die Dauer einer Überschreitung, umso größer die Abhängigkeit von Praktiken, die der Atmosphäre CO₂ entziehen.

Es gibt eine Vielzahl an CDR-Methoden, von denen jede ein anderes Potenzial im Hinblick auf das Erzielen von Negativemissionen birgt und mit verschiedenen Begleitkosten und Nebeneffekten verbunden ist. Außerdem befinden sie sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien, wobei einige stärker konzeptionell sind als andere. Ein Beispiel für eine CDR-Methode in der Demonstrationsphase ist ein Verfahren, welches als Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage*, BECCS) bekannt ist. Im Zuge dieses Verfahrens wird von Pflanzen und Bäumen im Verlauf ihres Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen, bevor das Pflanzenmaterial (die Biomasse) verbrannt wird, um Bioenergie zu erzeugen. Das CO₂, das im Zuge der Erzeugung von Bioenergie entweicht, wird abgeschieden, bevor es in die Atmosphäre gelangen kann, und über sehr lange Zeiträume in geologischen Formationen tief unter der Erde gespeichert. Da die Pflanzen im Verlauf ihres Wachstums CO₂ absorbieren und im Zuge des Verfahrens kein CO₂ ausgestoßen wird, kann die Gesamtwirkung in einer Reduzierung des atmosphärischen CO₂ bestehen.

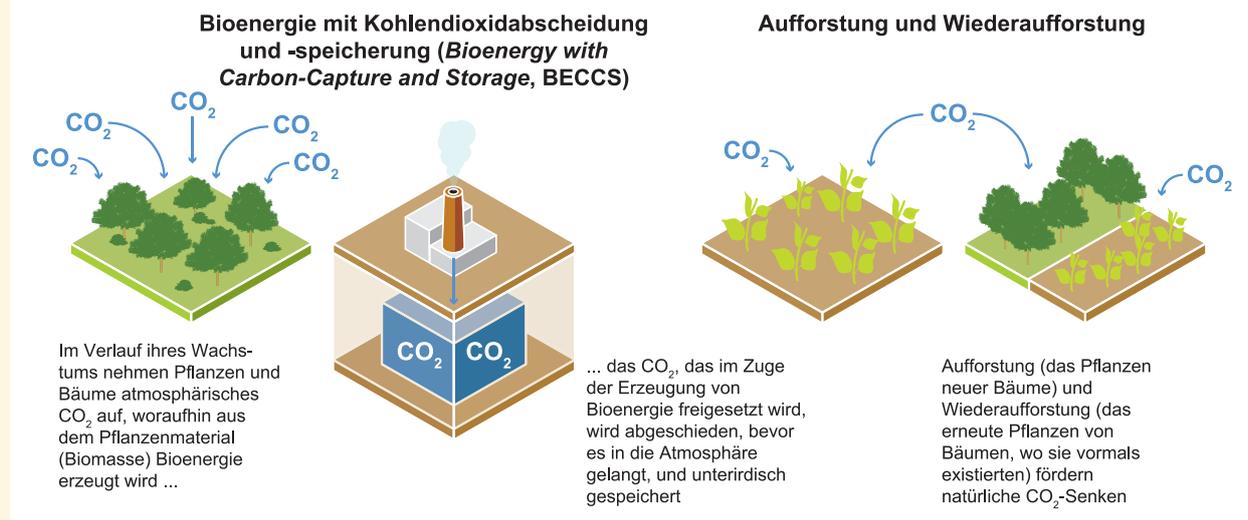
Ebenso werden Aufforstung (das Pflanzen neuer Bäume) und Wiederaufforstung (das erneute Pflanzen von Bäumen, wo sie vormalig existierten) als CDR-Formen betrachtet, da sie natürliche CO₂-„Senken“ verstärken. Eine andere Kategorie von CDR-Verfahren greift auf chemische Prozesse zurück, um CO₂ aus der Luft herauszufiltern und es über sehr lange Zeiträume zu speichern. In einem Verfahren, das als direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft und anschließende Speicherung (*Direct Air Carbon Capture and Storage*, DACCS) bekannt ist, wird CO₂ direkt aus der Luft entnommen und in geologischen Formationen tief unter der Erde gespeichert. Auch die Umwandlung von Pflanzenabfällen in eine holzkohleähnliche Substanz, die Pflanzenkohle genannt wird, und deren Vergrabung im Boden kann dazu genutzt werden, Kohlendioxid über Jahrzehnte bis Jahrhunderte außerhalb der Atmosphäre zu lagern.

Einige CDR-Methoden können außer der Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre auch noch andere positive Nebeneffekte haben. Zum Beispiel kann die Wiederherstellung von Wäldern oder Mangroven die Artenvielfalt fördern und gegen Überflutung und Stürme schützen. Einige CDR-Methoden könnten aber auch Risiken bergen. Für die großflächige Realisierung von BECCS wären beispielsweise große Landflächen erforderlich, um die für die Bioenergie benötigte Biomasse anzubauen. Wenn die Landnutzung mit der Lebensmittelproduktion für eine wachsende Bevölkerung, dem Erhalt der biologischen Vielfalt oder Landrechten im Konflikt steht, könnte dies Auswirkungen auf die nachhaltige Entwicklung haben. Es sind auch andere Aspekte zu berücksichtigen.

tigen. Zum Beispiel bestehen Unsicherheiten darüber, welche Kosten im Zuge der Realisierung von DACCS als CDR-Verfahren anfallen würden, da die Entnahme von CO₂ aus der Luft mit einem beträchtlichen Energieaufwand verbunden ist.

FAQ 4.2 | Kohlendioxidentnahme und negative Emissionen

Beispiele für einige CDR-/Negativemissionsverfahren und -praktiken



FAQ 4.2, Abbildung 1 | Kohlendioxidentnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR) bezeichnet den Prozess der Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre. Es gibt eine Vielzahl an CDR-Methoden, von denen jede ein anderes Potenzial im Hinblick auf das Erzielen von „negativen Emissionen“ birgt und mit verschiedenen Begleitkosten und Nebeneffekten verbunden ist.

FAQ 4.3 | Warum ist Anpassung in einer um 1,5 °C wärmeren Welt wichtig?

Zusammenfassung: Als Anpassung bezeichnet man den Prozess des Sich-Einstellens auf aktuelle oder erwartete Änderungen des Klimas und seiner Auswirkungen. Auch wenn der Klimawandel ein globales Problem darstellt, treten seine Folgen an verschiedenen Orten unterschiedlich auf. Das bedeutet, dass Reaktionen oft spezifisch für den jeweiligen lokalen Kontext sind und sich Menschen in verschiedenen Regionen somit auf unterschiedliche Weise anpassen. Ein Anstieg der globalen Temperatur von derzeit 1 °C über vorindustriellem Niveau auf 1,5 °C oder mehr erhöht den Anpassungsbedarf. Daher würde die Stabilisierung der globalen Temperaturen bei 1,5 °C über vorindustriellem Niveau einen geringeren Anpassungsaufwand erfordern als bei 2 °C. Trotz vieler erfolgreicher Beispiele auf der ganzen Welt befindet sich der Anpassungsfortschritt in vielen Regionen noch in der Anfangsphase und ist global ungleichmäßig verteilt.

Anpassung bezieht sich auf den Prozess des Sich-Einstellens auf tatsächliche oder erwartete Änderungen des Klimas und seiner Auswirkungen. Da die Folgen des Klimawandels in verschiedenen Teilen der Welt unterschiedlich auftreten, passen sich die Menschen in den jeweiligen Regionen an diese Folgen auf ähnlich vielgestaltige Art und Weise an.

Die Welt erlebt bereits jetzt die Folgen einer Erwärmung um 1 °C über vorindustrielles Niveau, und es gibt viele Beispiele für Anpassung an Folgen dieser Erwärmung. Beispiele für Anpassungsbemühungen überall auf der Welt sind unter anderem Investitionen in den Hochwasserschutz wie der Bau von Ufermauern oder die Wiederherstellung von Mangroven, Bemühungen zur Vermeidung von Bebauung in Hochrisikogebieten, die Modifizierung von Feldfrüchten zur Verhinderung von Ertragsrückgängen sowie die Anwendung von *Social Learning* (soziale Interaktionen, die das allgemeine Verständnis verändern), um landwirtschaftliche Praktiken zu verändern. Anpassung umfasst außerdem den Aufbau von Kapazitäten für eine bessere Reaktion auf Klimawandelfolgen. Dazu zählt eine flexiblere Gestaltung politischer Steuerung und die Stärkung von Finanzierungsmechanismen, wie zum Beispiel durch die Bereitstellung verschiedener Arten von Versicherungen.

Grundsätzlich würde ein Anstieg der globalen Temperatur vom derzeitigen Niveau auf 1,5 °C oder 2 °C (oder mehr) über vorindustriellem Niveau den Anpassungsbedarf steigern. Aus diesem Grund würde eine Stabilisierung des globalen Temperaturanstiegs bei 1,5 °C einen geringeren Anpassungsaufwand erfordern als bei 2 °C. Da sich die Anpassung in vielen Regionen noch in der Anfangsphase befindet, bestehen Fragen hinsichtlich der Fähigkeit verwundbarer Gemeinschaften, mit einem zusätzlichen Anstieg jeglichen Ausmaßes zurechtzukommen. Erfolgreiche Anpassung kann auf nationaler und subnationaler Ebene gefördert werden, wobei nationalen Regierungen eine wichtige Rolle im Hinblick auf Koordination, Planung, Ermittlung politischer Prioritäten sowie Verteilung von Ressourcen und Unterstützung zukommt. Angesichts der Tatsache, dass der Anpassungsbedarf von einer Gemeinde zur nächsten sehr unterschiedlich ausfallen kann, werden jedoch die Arten von Maßnahmen, anhand derer die Klimarisiken erfolgreich verringert werden können, ebenfalls in hohem Maße vom lokalen Kontext abhängen.

Wenn sie erfolgreich umgesetzt wird, kann Anpassung Einzelnen die Möglichkeit geben, sich auf die Folgen des Klimawandels auf eine Art und Weise einzustellen, die negative Auswirkungen minimiert, und ihre Existenzgrundlagen zu erhalten. So könnte ein Bauer beispielsweise zu trockentoleranten Kulturen wechseln, um dem häufigeren Auftreten von Hitzewellen zu begegnen. In einigen Fällen könnten die Folgen des Klimawandels jedoch dazu führen, dass sich ganze Systeme von Grund auf verändern, wie die Umstellung auf ein vollkommen neues Landwirtschaftssystem in Gebieten, in denen das Klima für die derzeit angewandten Praktiken nicht länger geeignet ist. Der Bau von Ufermauern zum Schutz vor Überflutung aufgrund des durch den Klimawandel steigenden Meeresspiegels stellt ein weiteres Beispiel für Anpassung dar, aber die Stadtplanung so zu entwickeln, dass in der ganzen Stadt anders mit Flutwasser umgegangen wird, wäre ein Beispiel für transformative Anpassung. Diese Maßnahmen benötigen erheblich mehr institutionelle, strukturelle und finanzielle Unterstützung. Diese Form der transformativen Anpassung wäre zwar in einer um 1,5 °C wärmeren Welt nicht überall nötig, das Ausmaß der nötigen Veränderung würde aber eine Herausforderung in der Umsetzung darstellen, da es zusätzlich unterstützt werden müsste, zum Beispiel durch Finanzhilfen oder Verhaltensänderungen. Bislang existieren hierfür nur wenige Erfahrungsbeispiele.

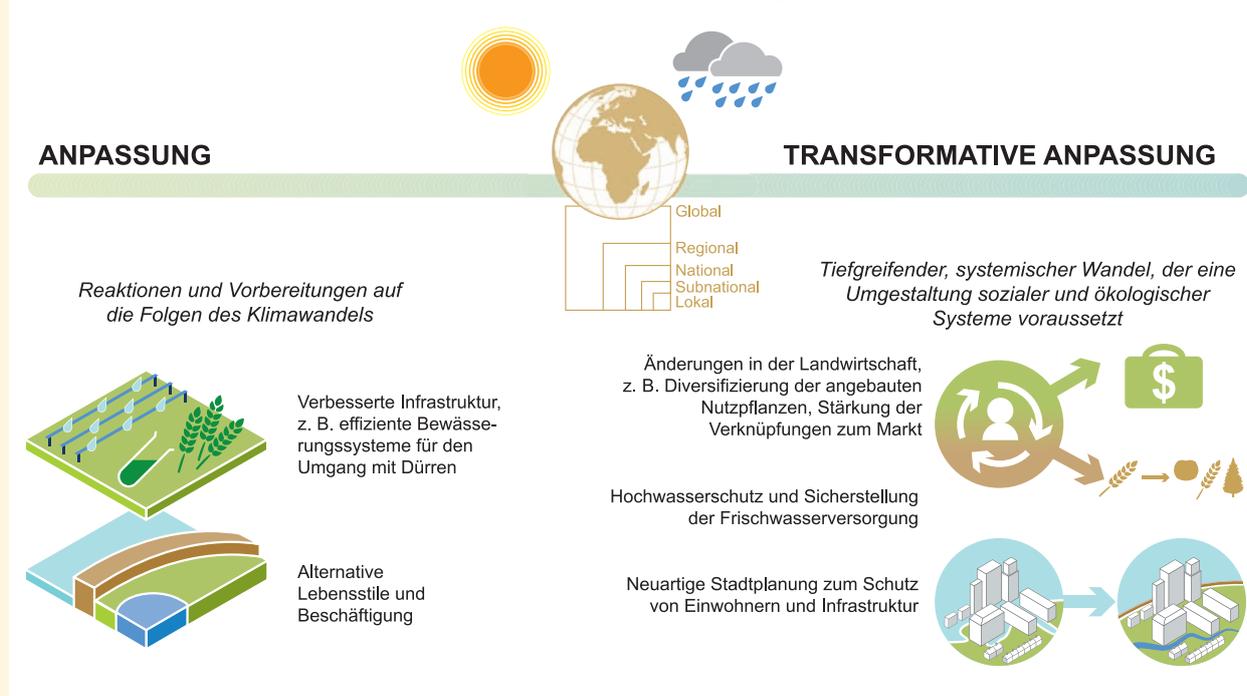
Beispiele aus aller Welt zeigen, dass Anpassung ein iterativer Vorgang ist. Anpassungspfade stellen dar, wie Gemeinden fortwährend und flexibel Entscheidungen über Anpassung treffen können. Auf solchen Pfaden kann innegehalten, die Resultate spezifischer Anpassungsmaßnahmen können evaluiert und die Strategie kann dementsprechend überarbeitet werden. Aufgrund ihres flexiblen Charakters können Anpassungspfade

helfen, die wirksamsten Maßnahmen zur Minimierung der Folgen des derzeitigen und zukünftigen Klimawandels für einen bestimmten lokalen Kontext zu identifizieren. Dies ist wichtig, da Anpassung Verwundbarkeiten und bestehende Ungleichheiten mitunter verschärfen kann, wenn sie schlecht konzipiert wurde. Die unbeabsichtigten negativen Auswirkungen von Anpassung, die zuweilen auftreten können, werden als „Fehlanspassung“ bezeichnet. Fehlanspassung kann eintreten, wenn eine bestimmte Form der Anpassung negative Folgen für jemanden hat (z. B. kann eine Regenwassernutzung stromaufwärts die Wasserverfügbarkeit stromabwärts verringern), oder wenn sich eine Anpassungsmaßnahme in der Gegenwart nachteilig auf die Zukunft auswirkt (z. B. können Entsalzungsanlagen zwar die Wasserverfügbarkeit in der Gegenwart verbessern, weisen im Laufe der Zeit jedoch einen großen Energiebedarf auf).

Auch wenn Anpassung bei der Reduzierung der nachteiligen Folgen des Klimawandels eine große Bedeutung zukommt, reichen Anpassungsmaßnahmen allein nicht aus, um die Folgen des Klimawandels gänzlich zu verhindern. Je stärker die globale Temperatur ansteigt, umso häufiger, schwerwiegender und unberechenbarer werden die Folgen sein, und Anpassung kann möglicherweise nicht gegen alle Risiken absichern. Beispiele dafür, wo Grenzen erreicht werden könnten, sind unter anderem ein substanzieller Verlust von Korallenriffen, eine massive Verkleinerung der Ausbreitungsgebiete von Arten an Land, mehr Todesfälle aufgrund extremer Hitze sowie Verluste von küstenabhängigen Existenzgrundlagen auf niedriggelegenen Inseln und an Küsten.

FAQ 4.3 | Anpassung in einer zunehmend warmen Welt

Anpassung an weitere Erwärmung setzt Maßnahmen auf nationaler & subnationaler Ebene voraus und kann für verschiedene Menschen in unterschiedlichen Kontexten verschiedene Dinge bedeuten



FAQ 4.3, Abbildung 1 | Warum ist Anpassung in einer um 1,5 °C wärmeren Welt wichtig? Beispiele für Anpassung und transformative Anpassung. Anpassung an weitere Erwärmung setzt Maßnahmen auf nationalen & subnationalen Ebenen voraus und kann für verschiedene Menschen in unterschiedlichen Kontexten verschiedene Dinge bedeuten. Auch wenn transformative Anpassung in einer Welt, in der die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzt ist, nicht überall nötig wäre, wäre das Ausmaß der nötigen Veränderung eine Herausforderung.

FAQ 5.1 | Welche Zusammenhänge bestehen zwischen nachhaltiger Entwicklung und einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C?

Zusammenfassung: Nachhaltige Entwicklung zielt darauf ab, die Bedürfnisse der heute lebenden Menschen zu erfüllen, ohne die Bedürfnisse künftiger Generationen zu beeinträchtigen, und gleichzeitig soziale, wirtschaftliche und ökologische Aspekte abzuwägen. Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (UN Sustainable Development Goals, SDGs) umfassen Ziele zur Armutsbeseitigung, zum Schutz von Gesundheit, Energie und Ernährungssicherheit, zur Bekämpfung von Ungleichheit, zum Schutz von Ökosystemen, zur Förderung nachhaltiger Städte und Wirtschaften sowie ein Ziel zum Klimaschutz (SDG 13). Der Klimawandel beeinflusst die Fähigkeit, Ziele für nachhaltige Entwicklung zu erreichen, und eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C wird dabei helfen, einige Zielsetzungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung zu erreichen. Das Streben nach nachhaltiger Entwicklung wird sich auf Emissionen, Klimafolgen und Verwundbarkeiten auswirken. Reaktionen auf den Klimawandel in Form von Anpassung und Minderung werden ebenfalls mit nachhaltiger Entwicklung wechselwirken und positive Wirkungen, auch bekannt als „Synergien“, oder negative Wirkungen, sogenannte „Zielkonflikte“, erzeugen. Reaktionen auf den Klimawandel können so geplant werden, dass Synergien mit nachhaltiger Entwicklung maximiert und Zielkonflikte minimiert werden.

Seit über 25 Jahren haben sich die Vereinten Nationen (*United Nations*, UN) und andere internationale Organisationen das Konzept der nachhaltigen Entwicklung zu eigen gemacht, um das Wohlergehen der heutigen Bevölkerung zu fördern und ihre Bedürfnisse zu erfüllen, ohne die Bedürfnisse künftiger Generationen zu beeinträchtigen. Dieses Konzept umfasst wirtschaftliche, soziale und ökologische Ziele, einschließlich der Bekämpfung von Armut und Hunger, eines gerechten Wirtschaftswachstums, des Zugangs zu Ressourcen sowie des Schutzes von Gewässern, Luft und Ökosystemen. Von 1990 bis 2015 verfolgten die UN acht sogenannte Millennium-Entwicklungsziele (*Millennium Development Goals*, MDGs). Sie vermeldeten Fortschritte bei der Bekämpfung von Armut, Hunger und der Kindersterblichkeit sowie bei der Verbesserung des Zugangs zu sauberem Wasser und sanitären Einrichtungen. Da jedoch nach wie vor Millionen von Menschen in schlechter Gesundheit und in Armut lebten und aufgrund des Klimawandels sowie aufgrund von Umweltverschmutzung und Landnutzungsänderungen mit ernststen Problemen konfrontiert waren, entschieden die UN, dass mehr getan werden müsse. 2015 stellten die UN ihre Ziele für Nachhaltige Entwicklung (*Sustainable Development Goals*, SDGs) als Teil der Agenda 2030 für Nachhaltige Entwicklung vor. Die 17 SDGs (Abbildung FAQ 5.1.) gelten für alle Länder und sollen bis 2030 erfolgreich umgesetzt worden sein. Die SDGs wollen extreme Armut und Hunger beseitigen, Gesundheit, Bildung, Frieden, sauberes Wasser und saubere Energie für alle sicherstellen, die Inklusivität und Nachhaltigkeit von Konsum, Städten, Infrastruktur und Wirtschaftswachstum fördern, Ungleichheiten wie die Ungleichheit zwischen Geschlechtern verringern, den Klimawandel bekämpfen sowie die Meere und terrestrische Ökosysteme schützen.

Klimawandel und nachhaltige Entwicklung sind grundlegend miteinander verbunden. Frühere IPCC-Berichte haben dargelegt, dass der Klimawandel nachhaltige Entwicklung beeinträchtigen kann, und dass durchdachte Minderungs- und Anpassungsreaktionen die Bekämpfung von Armut, die Ernährungssicherheit, gesunde Ökosysteme, Gleichstellung und andere Dimensionen nachhaltiger Entwicklung fördern können. Eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C würde voraussetzen, dass Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen auf allen Ebenen ergriffen werden. Diese Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen würden die Minderung von Emissionen und die Stärkung der Resilienz durch die Wahl bestimmter Technologien und Infrastrukturen sowie Verhaltensänderungen und politisches Eingreifen umfassen. Diese Maßnahmen können mit nachhaltigen Entwicklungszielen auf positive Art und Weise zusammenwirken, was die nachhaltige Entwicklung stärkt, genannt Synergie. Oder sie wirken auf negative Art und Weise zusammen, sodass nachhaltige Entwicklung gehemmt oder rückgängig gemacht wird, bezeichnet als Zielkonflikt.

Ein Beispiel für eine Synergie stellt die nachhaltige Forstwirtschaft dar, die Emissionen aus Abholzung verhindern und die Aufnahme von Kohlendioxid zur Verringerung der Erwärmung zu angemessenen Kosten bewirken kann. Sie kann mit anderen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung synergetisch zusammenwirken, indem sie Nahrung (SDG 2) und sauberes Wasser (SDG 6) bereitstellt und Ökosysteme schützt (SDG 15). Andere Synergien erwachsen beispielsweise, wenn Maßnahmen zur Klimaanpassung wie Küsten- oder Landwirtschaftsprojekte Frauen zur Selbstbestimmung verhelfen und den lokalen Einkommen, der Gesundheit der Bevölkerung sowie den Ökosystemen vor Ort zuträglich sind.

Ein Zielkonflikt kann sich beispielsweise ergeben, wenn ambitionierter Klimaschutz in Übereinstimmung mit dem 1,5 °C-Ziel die Landnutzung auf eine Weise verändert, die sich negativ auf nachhaltige Entwicklung aus-

wirkt. Ein konkretes Beispiel könnte die Umwandlung von Wäldern, landwirtschaftlich genutzten Flächen oder Land im Besitz von indigenen Völkern oder lokalen Bevölkerungsgruppen in Plantagen zur Erzeugung von Bioenergie sein. Falls sie nicht umsichtig gehandhabt werden, könnten solche Veränderungen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung beeinträchtigen, indem sie die Ernährungs- und Wassersicherheit gefährden, Konflikte um Landrechte auslösen und Verlust der biologischen Vielfalt zur Folge haben. Für einige Länder, Besitztümer, Arbeiter und bereits bestehende Infrastrukturen könnte ein anderer Zielkonflikt entstehen, wenn ein Wechsel von fossilen Brennstoffen zu anderen Energiequellen ohne angemessene Planung einer solchen Umstellung vollzogen werden würde. Zielkonflikte können minimiert werden, indem sie effektiv gesteuert werden. Das wäre beispielsweise der Fall, wenn dafür gesorgt wird, dass sich die Ernteerträge von Bioenergiepflanzen verbessern, um schädliche Landnutzungsänderungen zu reduzieren, oder wenn Arbeiter für die Beschäftigung in Branchen mit niedrigerem Kohlendioxidausstoß umgeschult werden.

Die Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5 °C kann die Umsetzung der SDGs erheblich erleichtern, es ist aber ebenso denkbar, dass die Verfolgung der SDGs Zielkonflikte mit den Bemühungen, den Klimawandel einzudämmen, nach sich ziehen könnte. Zielkonflikte entstehen, wenn Menschen, die Armut und Hunger entkommen, mehr Energie oder Land verbrauchen und auf diese Weise Emissionen erhöhen, oder wenn Ziele für Wirtschaftswachstum und Industrialisierung den Verbrauch fossiler Brennstoffe und Treibhausgasemissionen erhöhen. Umgekehrt können Bemühungen, Armut und Ungleichheiten zwischen Geschlechtern zu bekämpfen und die Sicherheit in Ernährung, Gesundheit und Wasserversorgung zu verbessern, die Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel mindern. Andere Synergien können auftreten, wenn der Schutz von Küsten- und Meeresökosystemen die Folgen des Klimawandels für diese Systeme abschwächt. Das Ziel für nachhaltige Entwicklung hinsichtlich bezahlbarer und sauberer Energie (SDG 7) adressiert ausdrücklich den Zugang zu erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, die wichtig für ehrgeizigen Klimaschutz und die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C sind.

Der Verknüpfung zwischen nachhaltiger Entwicklung und der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C wird durch das Ziel für nachhaltige Entwicklung zum Klimaschutz (SDG 13) Rechnung getragen, welches auf den Kampf gegen den Klimawandel und seine Folgen abzielt und das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) als vorrangiges internationales und zwischenstaatliches Forum für die Verhandlung der globalen Reaktion auf den Klimawandel anerkennt.

Die Herausforderung besteht darin, politische Konzepte und Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung einzuführen, die Mangel reduzieren, Armut bekämpfen und der Zerstörung von Ökosystemen entgegenwirken und gleichzeitig auch Emissionen verringern, die Folgen des Klimawandels reduzieren und Anpassung fördern. Es ist wichtig, im Zuge der Planung von Klimaanpassungs- und -minderungsmaßnahmen Synergien zu stärken und Zielkonflikte auf ein Minimum zu begrenzen. Bedauerlicherweise können nicht alle Zielkonflikte verhindert oder minimiert werden, aber sorgfältige Planung und Umsetzung können die ermöglichenden Bedingungen für langfristig nachhaltige Entwicklung schaffen.

FAQ 5.1 | Die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (SDGs)

Der Verknüpfung zwischen nachhaltiger Entwicklung und der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C wird durch das Ziel für Nachhaltige Entwicklung zum Klimaschutz (SDG 13) Rechnung getragen.



FAQ 5.1, Abbildung 1 | Maßnahmen zum Klimaschutz sind eines der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen und im weiteren Sinn mit nachhaltiger Entwicklung verbunden. Maßnahmen zur Verringerung von Klimarisiken können mit anderen Zielen für nachhaltige Entwicklung auf positive Weisen (Synergien) oder negative Weisen (Zielkonflikte) wechselwirken.

FAQ 5.2 | Welche Pfade führen zu Verringerung von Armut und Ungleichheit und gleichzeitig in eine 1,5 °C-Welt?

Zusammenfassung: Es gibt Wege, die globale Erwärmung auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen. Einige dieser Pfade erreichen gleichzeitig nachhaltige Entwicklung. Sie beinhalten eine Vielzahl von Maßnahmen, die Emissionen mindern und die Folgen des Klimawandels reduzieren und zugleich zur Armutsbeseitigung und zur Minderung von Ungleichheiten beitragen. Welche Pfade möglich und erstrebenswert sind, wird sich je nach und innerhalb von Regionen und Nationen unterscheiden. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass der Entwicklungsfortschritt bislang ungleichmäßig vorstättenging und klimabedingte Risiken ungleich verteilt sind. Flexible politische Steuerung wäre nötig, um sicherzustellen, dass solche Pfade inklusiv, fair und gerecht sind, damit arme und benachteiligte Bevölkerungsgruppen nicht schlechter gestellt werden. Klimaresiliente Entwicklungspfade (Climate-Resilient Development Pathways, CRDPs) bieten Möglichkeiten, eine sowohl gerechte als auch kohlendioxidarme Zukunft zu gestalten.

Fragen der Gleichstellung und Fairness stehen seit Langem im Zentrum der Themen Klimawandel und nachhaltige Entwicklung. Wie Gleichheit zielt auch Gleichstellung darauf ab, Gerechtigkeit und Fairness für alle zu fördern. Das ist nicht zwangsläufig dasselbe, wie jeden Menschen gleich zu behandeln, da nicht alle dieselbe Ausgangslage hatten. Oftmals gleich gesetzt mit Gerechtigkeit und Fairness, meint Gleichstellung die Umsetzung verschiedener Maßnahmen an unterschiedlichen Orten, alle mit dem Ziel einer gleichberechtigten Welt, die fair für alle ist und in der niemand zurückgelassen wird.

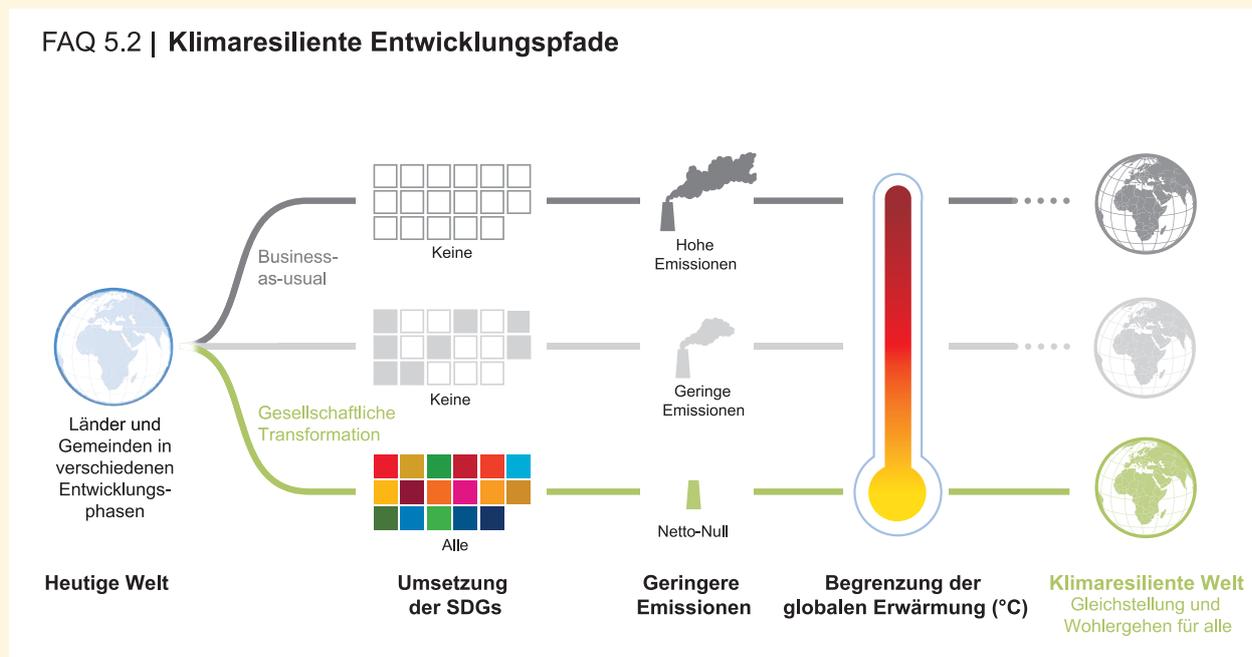
Das Übereinkommen von Paris besagt, dass es „als Ausdruck von Gerechtigkeit angesichts unterschiedlicher nationaler Gegebenheiten“ umgesetzt wird und verlangt die Umsetzung „rasche[r] Reduktionen“ von Treibhausgasen „auf der Grundlage von Gleichstellung sowie im Rahmen von nachhaltiger Entwicklung und Bemühungen zur Beseitigung von Armut“. In ähnlicher Weise umfassen die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (SDGs) Ziele zur Bekämpfung von Armut und Ungleichheit sowie zur Sicherstellung eines gerechten und bezahlbaren Zugangs zu Gesundheit, Wasser und Energie für alle.

Gleichstellung und Fairness sind wichtig für die Betrachtung von Pfaden, welche die Erwärmung auf eine für jeden Menschen und jede Art lebenswerte Weise auf 1,5 °C begrenzen. Sie erkennen den ungleichen Entwicklungsstand zwischen wohlhabenderen und ärmeren Staaten an, die ungleiche Verteilung von Klimafolgen (auch auf künftige Generationen) und die ungleichen Kapazitäten verschiedener Nationen und Menschen, auf Klimarisiken zu reagieren. Dies trifft vor allem auf diejenigen zu, die extrem verwundbar gegenüber dem Klimawandel sind, wie indigene Gemeinschaften in der Arktis, Menschen, deren Existenzgrundlagen von der Landwirtschaft oder von Küsten- und Meeresökosystemen abhängen, sowie Einwohnern von Entwicklungsländern auf kleinen Inseln. Die ärmsten Menschen werden den Klimawandel auch weiterhin durch den Verlust von Einkommens- und Existenzsicherungsmöglichkeiten, durch Hunger, gesundheitsschädliche Auswirkungen und Vertreibung wahrnehmen.

Gut durchdachte Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen sind unerlässlich, um eine Verschärfung von Ungleichheiten beziehungsweise die Schaffung neuer Ungerechtigkeiten zu vermeiden. Pfade, die mit einer Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C kompatibel sind und im Einklang mit den SDGs stehen, ziehen Minderungs- und Anpassungsoptionen in Betracht, die Ungleichheiten im Hinblick darauf, wer profitiert, wer bezahlt und wer von möglichen negativen Auswirkungen betroffen wäre, reduzieren. Auf Gleichstellung zu achten stellt sicher, dass benachteiligte Menschen ihre Existenzgrundlagen sichern und in Würde leben können, und dass diejenigen, denen für Minderung oder Anpassung Kosten anfallen, finanzielle und technische Unterstützung erhalten, um faire Umstellungen zu gewährleisten.

CRDPs stellen Entwicklungsverläufe dar, die das duale Ziel verfolgen, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen und gleichzeitig nachhaltige Entwicklung zu fördern. Dazu gehören sowohl die Beseitigung von Armut wie auch die Verringerung von Verwundbarkeiten und Benachteiligungen für Regionen, Länder, Gemeinden, Unternehmen und Städte. Diese Entwicklungsverläufe enthalten eine Kombination aus Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen, die mit tiefgreifendem gesellschaftlichen Wandel und ebensolchen Systemübergängen in Einklang stehen. Die Zielsetzungen lauten, die kurzfristigen SDGs zu realisieren, längerfristige nachhaltige Entwicklung zu erreichen, Emissionen bis etwa Mitte des Jahrhunderts auf netto-null zu reduzieren sowie die Resilienz und die Anpassungsfähigkeit von Menschen zu verbessern, jeweils mit einem besonderen Augenmerk auf Gleichstellung und Wohlergehen für alle.

Die Eigenschaften der CRDPs werden sich je nach Gemeinschaft und Nation unterscheiden und sich auf Beratungen mit einer großen Vielfalt an Menschen stützen, einschließlich denjenigen, die vom Klimawandel und den möglichen Wegen zur Transformation am stärksten betroffen sind. Aus diesem Grund gibt es keine Standardmethoden für die Gestaltung von CRDPs oder für die Überwachung ihrer Fortschritte in Richtung einer klimaresilienten Zukunft. Nichtsdestotrotz zeigen Fallbeispiele aus aller Welt, dass flexible und inklusive Führungsstrukturen und eine breite Beteiligung oftmals helfen, eine iterative Entscheidungsfindung, anhaltendes Lernen und das Experimentieren zu fördern. Solche inklusiven Prozesse können außerdem an der Überwindung schwacher institutioneller Gefüge und Machtstrukturen mitwirken, die Ungleichheiten zusätzlich verschärfen könnten.



FAQ 5.2, Abbildung 1 | Klimaresiliente Entwicklungspfade (*Climate-Resilient Development Pathways, CRDPs*) stellen Entwicklungsverläufe dar, die das duale Ziel verfolgen, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen und gleichzeitig nachhaltige Entwicklung zu fördern. Eine Entscheidungsfindung, die zur Realisierung der SDGs führt, Treibhausgasemissionen verringert und die globale Erwärmung begrenzt, könnte im Rahmen der Förderung von Anpassung zu einer klimaresilienten Welt beitragen.

Ehrgeizige Maßnahmen, die bereits überall auf der Welt ergriffen werden, können Einblick in CRDPs zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C gewähren. Zum Beispiel haben einige Länder saubere Energie und nachhaltigen Verkehr eingeführt und gleichzeitig umweltfreundliche Arbeitsplätze geschaffen und Sozialprogramme gefördert, um die Armut im Land zu mindern. Andere Fallbeispiele lehren uns verschiedene Wege, wie Entwicklung durch Praktiken gefördert werden kann, die von Gemeinschaftswerten inspiriert wurden. Zum Beispiel steht *Buen Vivir* – ein lateinamerikanisches Konzept, das auf dem indigenen Prinzip des Lebens in Harmonie mit der Natur basiert – in Einklang mit Frieden, Vielfalt, Solidarität, den Rechten auf Bildung, Gesundheit und Ernährungs-, Wasser- und Energiesicherheit sowie mit Wohlergehen und Gleichberechtigung für alle. Das *Transition Movement* mit Wurzeln in Europa fördert gerechte und resiliente Gemeinschaften durch kohlendioxidarmes Leben, Nahrungsmittelselbstversorgung und Bürgerwissenschaften (*citizen science*). Solche Beispiele weisen darauf hin, dass Pfade möglich sind, die Armut und Ungleichheit mindern und gleichzeitig die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, und dass sie Orientierungshilfe bieten auf dem Weg in eine gesellschaftlich wünschenswerte, gerechte und kohlendioxidarme Zukunft.

