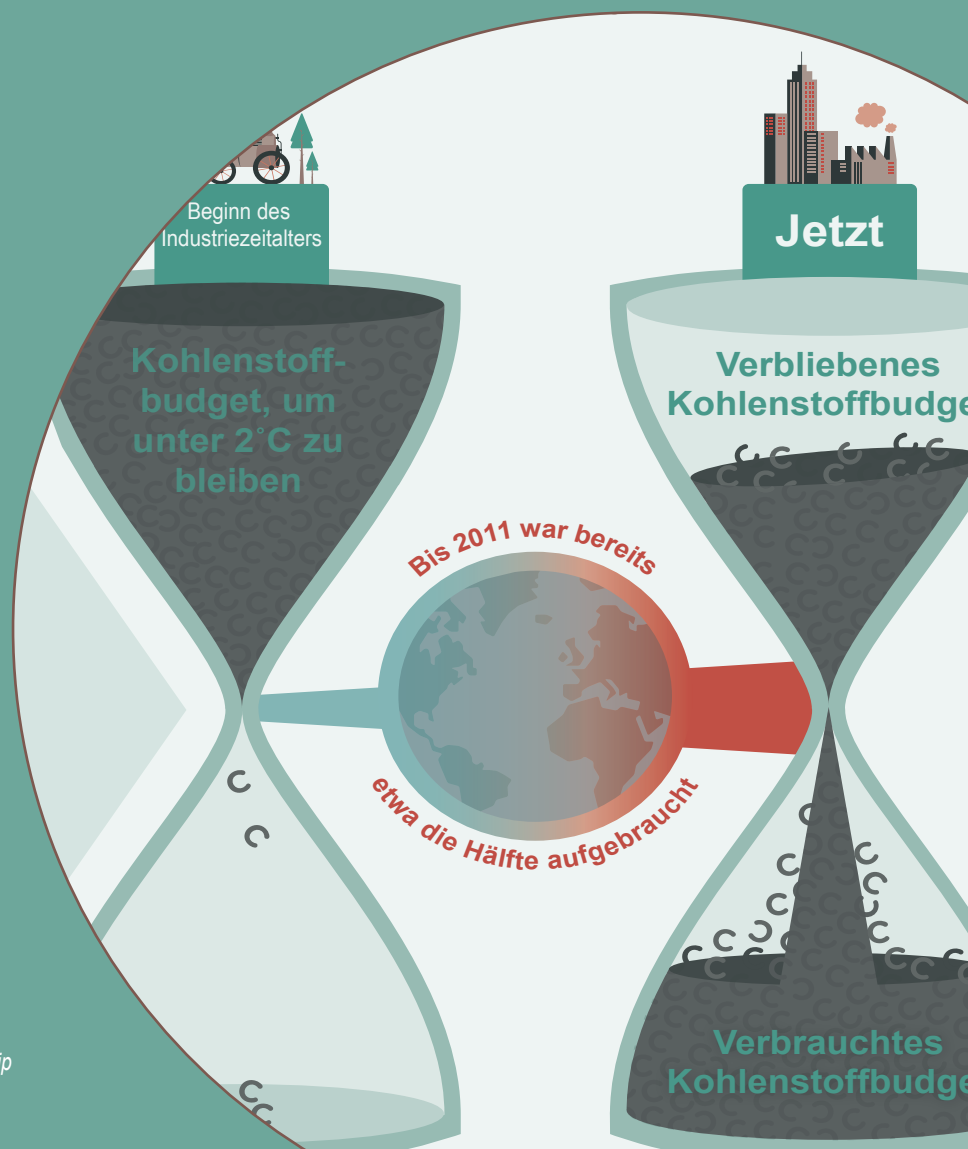


KLIMAWANDEL: WAS FOLGT DARAUS FÜR WIRTSCHAFT UND UNTERNEHMEN?

Der Fünfte Sachstandsbericht des IPCC,
Band 1: Naturwissenschaftliche Grundlagen



**UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE**

Cambridge Judge Business School
Cambridge Programme for Sustainability Leadership

ÜBER DIESES DOKUMENT

Der Fünfte Sachstandsbericht (AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der UN (IPCC) ist die aktuellste, umfassendste und bedeutendste Analyse der momentanen Klimaveränderungen.

Die vorliegende Broschüre ist die zweite in einer Serie, in der die wichtigsten Erkenntnisse des AR5 speziell für bestimmte Wirtschaftsbereiche zusammengefasst werden sollen. Der gesamten Reihe liegt die Annahme zugrunde, dass Unternehmen die Erkenntnisse des äußerst umfangreichen und fachsprachlichen AR5 besser nutzen können, wenn sie in Form leicht verständlicher (und trotzdem akkurater) Zusammenfassungen vorliegen.

Der folgende Text ist also eine Art „Übersetzung“ von Band 1 des AR5 zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels, erfüllt jedoch denselben hohen wissenschaftlichen Standard wie der Originaltext.

Basis der vorliegenden Zusammenfassung sind die wissenschaftlich mehrfach geprüften und mit allen Quellenverweisen versehenen Veröffentlichungen des IPCC. Diese finden Sie unter: www.climatechange2013.org, www.ipcc.ch (in Englisch) und www.de-ipcc.de (in Deutsch)

Veröffentlichungsdatum: September 2013

Weitere Informationen:

E-Mail: AR5@europeanclimate.org

www.cpsl.cam.ac.uk/ipcc

www.europeanclimate.org

AUTORIN: CAROLYN SYMON

PROJEKTLEITER: TIM NUTHALL

REDAKTIONSLEITERIN: JOANNA BENN

LAYOUT: LUCIE BASSET

INFOGRAFIKEN: INFORMATION IS BEAUTIFUL STUDIO



Haftungsausschluss:

Dieses Projekt wurde von der European Climate Foundation initiiert und finanziert. Es wird von der Judge Business School (CJBS) der Universität Cambridge und deren Programme for Sustainability Leadership (CPSL) unterstützt.

Die Broschüre spiegelt nicht den AR5 in seiner Gesamtheit wider und ist keine offizielle IPCC-Veröffentlichung. Die Texte wurden von Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft geprüft. Maßgeblich für den Inhalt ist jeweils die englischsprachige Version.

Vervielfältigung und Verwendung:

Die Materialien stehen zur allgemeinen Verfügung, um damit die Diskussion über den Fünften IPCC-Sachstandsbericht und seine Folgen für die Wirtschaft zu fördern. Sie werden unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

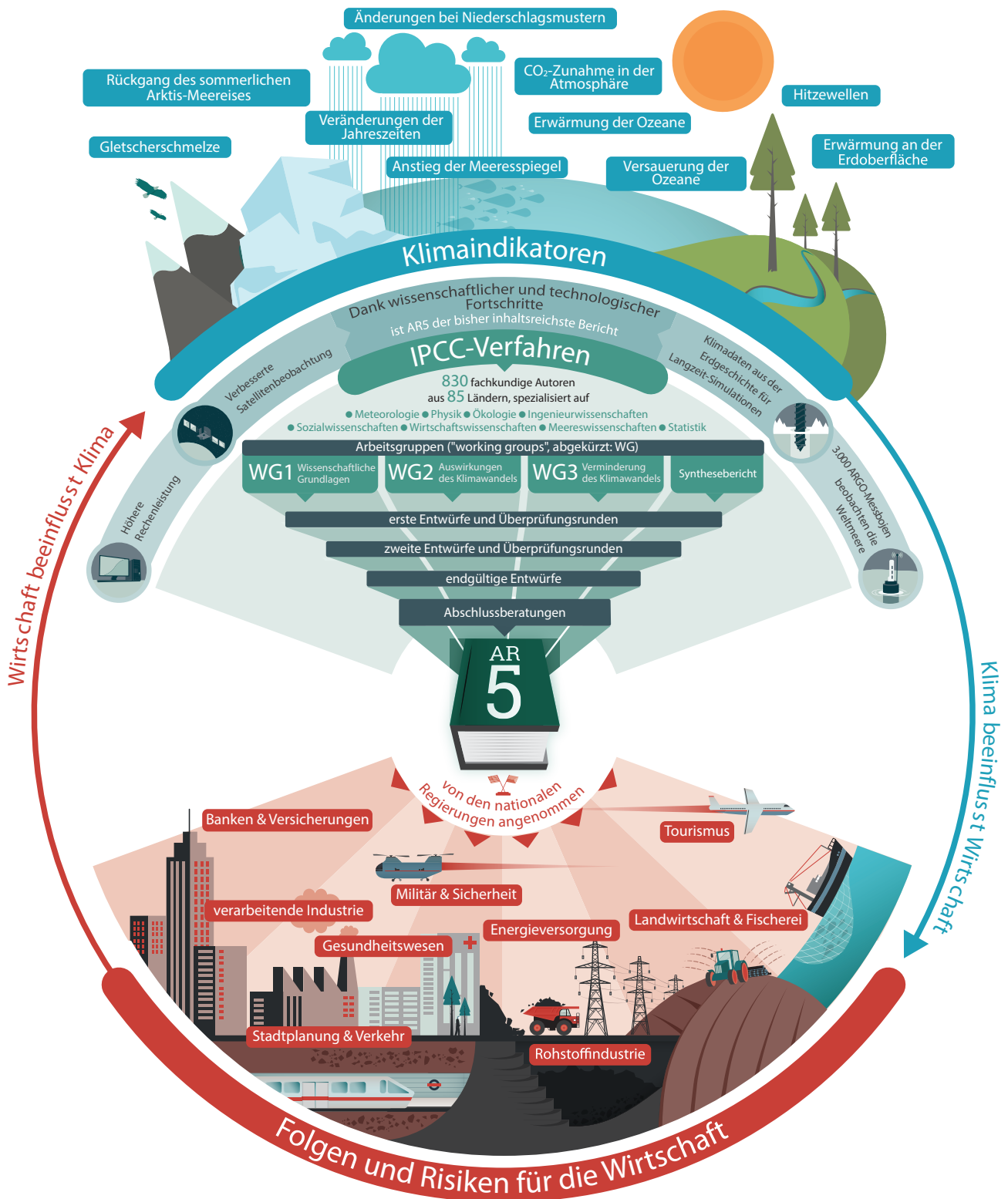
Das Dokument kann auf der CPSL-Webseite heruntergeladen werden: www.cpsl.cam.ac.uk/ipcc

Diese Publikation wurde von der European Climate Foundation in Zusammenarbeit mit der Judge Business School (CJBS) und dem Programme for Sustainability Leadership (CPSL) der Universität Cambridge erstellt und herausgegeben.

Inhalt

Über den AR5_____	3
Kernaussagen_____	4
Was der Klimawandel für die Wirtschaft bedeutet_____	7
Vergangene und gegenwärtige Klimaveränderungen_____	8
Künftige Klimaveränderungen_____	10
Glossar_____	16

Der Weg zum Fünften Sachstandsbericht (AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses der UN zu Klimaänderungen (IPCC)



Dieses Material kann frei verwendet werden, um die Bedeutung des Fünften Sachstandsberichts des IPCC und entsprechende Folgen für die Wirtschaftstätigkeit zu diskutieren.

Dieses Dokument wird unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

ÜBER DEN AR5

Der Fünfte Sachstandsbericht (englisch: *Fifth Assessment Report*, kurz: AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses der UN für Klimaänderungen (englisch: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, kurz: IPCC) ist die bisher detaillierteste Bewertung des Klimawandels. Er stützt sich auf eine breitere Datenbasis, beinhaltet genauere regionale Klimaprognosen und zieht seine Schlussfolgerungen mit größerer Sicherheit als alle vorherigen Veröffentlichungen dieser Art.

Der Report ist für die Wirtschaft aus zweierlei Gründen von Belang: Erstens weist er Unternehmen auf Einschränkungen hin, mit denen in Zukunft wahrscheinlich zu rechnen ist, beispielweise bei der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen wie Wasser. Zweitens werden die Informationen aus dem Bericht Grundlage von Regierungsentscheidungen zum Klimaschutz sein, die sich weltweit auf Unternehmen und ihre Geschäfte auswirken.

Der gesamte Bericht wird 2013 und 2014 in mehreren Teilen veröffentlicht. Der erste Band (Titel: „Klimawandel 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen“) beschäftigt sich mit Veränderungen in der physischen Umwelt und den wahrscheinlichen Ursachen. Daneben untersucht er auf der Basis unterschiedlicher Szenarien der künftigen Treibhausgasemissionen, welche Klimaveränderungen bis Ende des Jahrhunderts zu erwarten sind.

Der wissenschaftliche Erkenntnisstand hat sich seit dem Vierten IPCC-Sachstandsbericht (AR4) von 2007 deutlich verbessert – verlässlicher als je zuvor konnten deshalb menschliche Aktivitäten als Hauptgrund der gegenwärtigen Klimaveränderungen ausgemacht werden.

KERNAUSSAGEN

- > Menschliche Aktivitäten, insbesondere der Ausstoß von Kohlendioxid, verursachen eine **eindeutige und anhaltende Erwärmung der Erde**. Daran ändert auch eine Verlangsamung des Temperaturanstiegs in den vergangenen Jahren nichts, die der IPCC auf Schwankungen natürlicher Klimafaktoren zurückführt.
- > Der globale Temperaturanstieg führt überall auf der Welt zu Veränderungen: **Atmosphäre und Ozeane erwärmen sich, Ausdehnung und Menge von Schnee und Eis gehen zurück, die Meeresspiegel steigen, und Wettermuster ändern sich**. Viele dieser Veränderungen sind beispiellos für die vergangenen Jahrzehnte bis Jahrtausende.
- > Auf der Basis verschiedener Szenarien für den künftigen Ausstoß an Treibhausgasen **projizieren Klimamodellrechnungen für das 21. Jahrhundert weitergehende Veränderungen**. Steigen die Emissionen wie bisher, werden bis Ende des Jahrhunderts unter anderem (gegenüber aktuellen Werten¹) ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 2,6

„In jedem der vergangenen drei Jahrzehnte war es an der Erdoberfläche jeweils wärmer als in allen vorhergehenden Jahrzehnten seit 1850.“
IPCC, 2013



bis 4,8 Grad Celsius (°C) erwartet, sowie ein Anstieg der Meeresspiegel um 0,45 bis 0,82 Meter und gravierende Störungen der Wettermuster. Zudem wird mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens zwei Dritteln der Arktische Ozean spätestens 2050 in den Sommermonaten beinahe eisfrei sein.

- > Um mit mehr als 66-prozentiger Wahrscheinlichkeit die **Erwärmung unter zwei Grad Celsius** gegenüber den vorindustriellen Werten zu halten (siehe Kasten zum 2 °C-Limit), darf der gesamte seit Beginn des Industriezeitalters vom Menschen verursachte Kohlendioxidausstoß einen Richtwert von **1.000 Gigatonnen Kohlenstoff nicht überschreiten**. Etwa die Hälfte dieser Menge war bis zum Jahr 2011 bereits ausgeschöpft.
- > Frühere, aktuelle und künftige Kohlendioxidemissionen stellen eine langfristige Klimalast dar. **Selbst wenn es gelänge, alle Emissionen schlagartig einzustellen, würden die Temperaturen noch jahrhundertlang erhöht bleiben**, weil die bereits in die Atmosphäre gebrachten menschengemachten Treibhausgase nachwirken.
- > Die Begrenzung des Temperaturanstiegs erfordert eine **erhebliche und dauerhafte Minderung des Treibhausgasausstoßes**.



DAS 2 °C-LIMIT

Um die schwerwiegendsten Folgen des Klimawandels abzuwenden, einigten sich die Vertragsstaaten der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) im Dezember 2010 beim Klimagipfel in Cancún darauf, die Temperaturen auf der Erde um nicht mehr als 2 °C gegenüber den vorindustriellen Werten ansteigen zu lassen – und dieses Limit in naher Zukunft eventuell noch auf 1,5 °C zu senken.

Die Erkenntnisse des AR5 bedeuten, dass eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf jene 2 °C eine erhebliche und kontinuierliche Minderung der globalen Treibhausgasemissionen erfordert.

¹ In diesem Zusammenhang bedeuten 'aktuelle Werte' die Durchschnittswerte für 1986–2005.



KLIMAWANDEL

Sowohl natürliche, als auch vom Menschen beeinflusste Faktoren verändern die Energiebilanz der Erde und führen so zu Klimaänderungen. Gegenwärtig nimmt die Erde zusätzliche Sonnenergie auf, weil sie wegen einer erhöhten Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre weniger Energie ins Weltall abstrahlen kann. Dieses Ungleichgewicht führt zu einem globalen Temperaturanstieg. Laut AR5 werden mehr als 90 Prozent der zusätzlich absorbierten Wärmeenergie von den Ozeanen aufgenommen.



BEGRENZUNG DER ERDERWÄRMUNG

Wenn die Erde sich um höchstens zwei Grad Celsius gegenüber vorindustriellen Werten erwärmen soll (siehe Kasten zum 2 °C-Limit auf Seite 5), dann dürfen – so AR5 – die gesamten seit Beginn des Industriezeitalters vom Menschen verursachten Kohlendioxidemissionen einen Richtwert von 1.000 Gigatonnen Kohlenstoff nicht überschreiten. Da 2011 bereits rund die Hälfte dieser Menge ausgestoßen war, ist ein beträchtlicher Teil des Klimawandels wohl unumkehrbar (jedenfalls innerhalb menschlicher Zeithorizonte).

Die Erkenntnisse des AR5 machen klar: Je später mit Emissionssenkungen begonnen wird, desto drastischer sind die danach erforderlichen Minderungen, die zum wahrscheinlichen Einhalten des Erwärmungslimits von 2 °C nötig sind. In der Praxis können Emissionsminderungen jedoch nicht beliebig schnell vollzogen werden, aus technischen, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Gründen benötigen sie meist eine gewisse Zeit. Jede Verzögerung bei der Emissionsreduktion birgt daher das Risiko, dass das internationale 2 °C-Limit unerreichbar wird.

WAS DER KLIMAWANDEL FÜR DIE WIRTSCHAFT BEDEUTET

Zunehmende Temperaturen, steigende Meeresspiegel, veränderte Niederschlagsmuster, schmelzende Gletscher, die Versauerung der Meere und andere Veränderungen, wie sie der erste Band des AR5 beschreibt, werden **direkte Folgen für eine Reihe von Wirtschaftssektoren** haben. In mehreren unterschiedlichen RCP-Klimaszenarien (siehe Kasten auf Seite 11) schätzt der IPCC ab, wie die Zukunft aussehen kann, abhängig von den jeweiligen Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen. Die Folgen fürs Klima werden jedenfalls umso größer sein, je weniger sich die Politik ändert. Doch auch deutliche politische Kurswechsel werden Unternehmen vor verschiedene Herausforderungen stellen.

Die **beiden nächsten Bände** des AR5 sollen im März und April 2014 veröffentlicht werden. Sie werden Detailinformationen enthalten, die Unternehmen benötigen, um angemessen auf die Kosten und Chancen

eines veränderten Klimas reagieren zu können. Der Berichtsteil der Arbeitsgruppe 2 (englisch: *Working Group II*, kurz: *WG II*) bewertet unter dem Titel „**Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeiten**“ die Folgen der Klimaänderungen für die Wirtschaft, die Umwelt und die Weltbevölkerung. Der von WG III des IPCC erstellte Band des AR5 („**Begrenzung des Klimawandels**“) befasst sich mit Möglichkeiten, die Klimaveränderungen zu minimieren – sowohl durch eine Reduktion von Treibhausgasemissionen als auch durch verstärkte Maßnahmen zur Entfernung solcher Gase aus der Atmosphäre.



*„Zur Eindämmung des Klimawandels bedarf es erheblicher und dauerhafter Minderungen der Treibhausgasemissionen.“
IPCC, 2013*

VERGANGENE UND GEGENWÄRTIGE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Beobachtungen, theoretische Studien und Modellsimulationen zeigen eine allgemeine Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts. Und es ist zu mindestens 95 Prozent² sicher, dass **menschliche Aktivitäten für mehr als die Hälfte des Temperaturanstiegs seit den 1950er Jahren verantwortlich** sind. Diese Erwärmung verursacht weltweit zu beobachtende Klimafolgen. Es gibt starke Belege dafür, dass viele der Veränderungen in der Atmosphäre, an Land, in den Meeren und bei Schnee- und Eisdecken (siehe Seite 9) über einen Zeitraum von Jahrzehnten bis Jahrtausenden so nicht aufgetreten sind.

Die zunehmende Konzentration von Treibhausgasen (insbesondere Kohlendioxid) in der Atmosphäre aus der Verbrennung fossiler Energieträger und aufgrund von Landnutzungsänderungen (z. B. Entwaldung) ist ein Hauptgrund für die Erwärmung. **Natürliche Faktoren (etwa Änderungen der Sonnenaktivität) sind nur für einen sehr kleinen Teil der jüngsten Temperaturänderungen verantwortlich.**

Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems verstärken die anthropogene Klimaänderung vermutlich. Dies lässt sich insbesondere in der Arktis beobachten, wo die Temperaturen schneller steigen als in allen anderen Weltregionen.

„Es ist äusserst wahrscheinlich, dass der menschliche Einfluss die Hauptursache der beobachteten Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts gewesen ist.“ IPCC, 2013

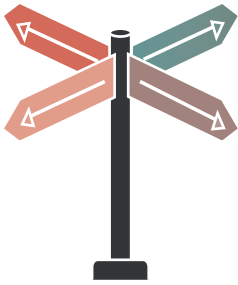
² Seit dem Vierten IPCC-Sachstandsbericht (AR4) von 2007 ist die Sicherheit von mindestens 90 auf mindestens 95 Prozent gestiegen.

BEOBACHTETE VERÄNDERUNGEN

- > Die **Lufttemperaturen** über der Land- und der Meeresoberfläche liegen nun beinahe weltweit über jenen von vor hundert Jahren, und die vergangenen drei Jahrzehnte waren wärmer als jede andere Dekade seit 1850. Zwischen 1880 und 2012 ist die weltweite Durchschnittstemperatur um 0,85 °C gestiegen.
- > Die obere Schicht der **Weltmeere** ist heute sehr viel wärmer als vor hundert Jahren, und die Erwärmung ist nahe der Wasseroberfläche am stärksten. Die obersten 75 Meter der Ozeane erwärmen sich pro Dekade um etwa 0,1 °C.
- > Während der vergangenen 50 Jahre gab es Veränderungen bei vielen **extremen Wetter- und Klimaereignissen**. Einige Gegenden leiden unter häufigeren Hitzewellen und/oder stärkeren Niederschlagsereignissen. Die Entwicklungen variieren sehr stark zwischen den Regionen.
- > Mit wenigen Ausnahmen schrumpfen die **Gletscher** weltweit. Dasselbe gilt für die massiven Eisschilde Grönlands und der Antarktis, die insbesondere während der letzten beiden Jahrzehnte stark an Masse verloren. Der Eisschwund beschleunigt sich.
- > Sowohl Ausdehnung als auch Dicke des arktischen Meereises sind in den vergangenen drei Jahrzehnten zurückgegangen. Mit mindestens 90-prozentiger Sicherheit lässt sich sagen, dass die **eisbedeckte Meeresfläche** rund um den Nordpol zwischen 1979 und 2012 um 3,5 bis 4,1 Prozent pro Jahrzehnt schrumpfte. Der besonders schnelle Rückgang des sommerlichen Meereises (9,4 bis 13,6 Prozent pro Jahrzehnt) ist wohl für die letzten ca. 1.500 Jahre einzigartig. Rings um die Antarktis hingegen hat sich die Fläche des Meereises leicht erhöht.
- > Das alljährlich mit **Schnee** bedeckte Gebiet auf der Nordhalbkugel ist in den vergangenen 50 Jahren kleiner geworden, vor allem im Frühling. Die Permafrostböden tauen in den meisten Gegenden auf.
- > Die **Arktis** hat sich in den vergangenen 50 Jahren erheblich erwärmt.
- > Der globale mittlere **Meeresspiegel** ist zwischen 1901 und 2010 um 19 Zentimeter gestiegen. Die Hauptgründe für den Meeresspiegelanstieg der vergangenen 50 Jahre sind die Erwärmung der Meere (Wasser dehnt sich bei Erwärmung aus) sowie das Abschmelzen der Gletscher und Eisschilde. Der Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels hat sich in den vergangenen 200 Jahren beschleunigt.
- > Die Konzentration der wichtigsten **Treibhausgase** (Kohlendioxid, Methan, Lachgas) in der Erdatmosphäre hat seit Beginn des Industriezeitalters (ca. 1750) zugenommen. Im Jahr 2011 überstiegen diese Treibhausgase die vorindustriellen Werte um 40 Prozent (CO₂), 150 Prozent (Methan) bzw. 20 Prozent (Lachgas). Die derzeitigen Werte sind mindestens für die letzten 800.000 Jahre beispiellos.
- > Etwa 30 Prozent des durch menschliche Aktivitäten ausgestoßenen Kohlendioxids ist bis dato von den Ozeanen absorbiert worden. Dies führt zu einer **Versauerung** der Meere.

KÜNFTIGE KLIMA- VERÄNDERUNGEN

Der erste Band von AR5 legt eine Reihe kurz- und langfristiger **Projektionen zum menschengemachten Klimawandel** vor. Diese basieren auf den Ergebnissen komplexer Computermodelle, die in zahlreichen



Forschungszentren auf der ganzen Welt unabhängig voneinander entwickelt und angewendet wurden und werden. Anhand von vier Szenarien zeigt der Bericht auf, wie sich das Klima im

Laufe des Jahrhunderts voraussichtlich verändern wird – je nachdem, wie sich der Ausstoß von Treibhausgasen in der Zukunft entwickelt (siehe Kasten zu den RCP-Szenarien auf Seite 11). Diese Projektionen betrachten Veränderungen auf globaler und regionaler Ebene und schätzen deren Wahrscheinlichkeit ab.

Was für die kommenden Jahrzehnte an Klimaänderungen zu erwarten ist, wird hauptsächlich von jenen Treibhausgasen bestimmt, die sich bereits in der Atmosphäre befinden. Die kurzfristigen Auswirkungen von Emissionsminderungen in den Szenarien sind deshalb gering. Auf die langfristig, also etwa ab Mitte des Jahrhunderts projizierten Klimaänderungen hingegen hat die Entwicklung der Treibhausgasemissionen (die vornehmlich von politischen Entscheidungen abhängt) einen beträchtlichen Einfluss.

Ogleich die einzelnen Ergebnisse der Klimamodelle variieren, deuten sie alle darauf hin, dass Emissionen auf heutigem oder noch gestiegenem Niveau für Veränderungen in allen Bereichen des Klimasystems sorgen würden, wie es sie teils seit Jahrtausenden nicht gegeben hat. Diese Veränderungen würden alle geografi-

schen Regionen betreffen, und viele von ihnen wären auch nach Hunderten oder Tausenden von Jahren noch zu spüren, selbst wenn sämtliche Emissionen auf Null sanken.

Ob menschliche Aktivitäten abrupte Änderungen des Klimas hervorrufen oder gar Teile des Klimasystems an kritische Schwellen bzw. **“Kipp-Punkte“** bringen und so unumkehrbare Veränderungen auslösen können, wird noch diskutiert. Zwar legen wissenschaftliche Studien nahe, dass solche Ereignisse möglich sind – doch herrscht wenig Einigkeit darüber, wie wahrscheinlich sie im 21. Jahrhundert sind und welche Folgen sie für den Menschen hätten.



ERWÄRMUNGSSZENARIEN

In allen RCP-Szenarien außer RCP2.6 wird die durchschnittliche globale Oberflächentemperatur über der Land- und der Meeresoberfläche bis Ende des 21. Jahrhunderts voraussichtlich um mehr als 1,5 °C gegenüber vorindustriellen Werten steigen. Ein Anstieg von mehr als 2 °C ist in den Szenarien RCP8.5 und RCP6.0 wahrscheinlich und in RCP4.5 ziemlich wahrscheinlich; **nur in RCP2.6 ist ein Anstieg auf über 2°C unwahrscheinlich.** Mit Ausnahme des Szenarios RCP2.6 wird sich die Erwärmung in allen anderen Szenarien über das Jahr 2100 hinaus fortsetzen.



RCP-SZENARIEN

Die Szenarien zum menschlichen Einfluss, die den Klimaprojektionen des AR5 zugrunde liegen, werden „RCP“ genannt – das Kürzel steht für Representative Concentration Pathways, zu deutsch: **Repräsentative Konzentrationspfade**. Der Name deutet darauf hin, dass ihr Kern nicht bestimmte Emissionswerte sind, sondern vielmehr die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre (also die Folge bestimmter Emissionen). Jedes RCP unterstellt eine unterschiedlich starke menschengemachte Klimaänderung (d. h. jedes RCP geht von einer anderen Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre aus und daraus folgend von unterschiedlichen Mengen zusätzlicher Wärmeenergie, die von der Erde absorbiert wird). Bei der Entwicklung der Szenarien wurden eine Reihe von Annahmen bezüglich Wirtschaftswachstum, eingesetzter Technologien und Landnutzung usw. getroffen. Die Szenarien reflektieren auch eine breite Palette möglicher Maßnahmen zur Emissionsminderung.

RCP8.5 geht von einem *Business-as-usual*-Ansatz aus, d. h. die Entwicklung verläuft weiter wie bisher. Bis zum Jahr 2100 befindet sich dann drei- bis viermal so viel Kohlendioxid in der Erdatmosphäre wie vor Beginn der Industrialisierung.

RCP6.0 (mäßig hoch) und **RCP4.5** (mäßig niedrig) gehen von einigen Maßnahmen zur Emissionsminderung aus. Bei ihnen handelt es sich um Stabilisierungsszenarien. In RCP4.5 fallen die CO₂-Emissionen spätestens bis 2070 wieder unter das heutige Niveau, und die atmosphärischen Konzentrationen stabilisieren sich bis Ende des Jahrhunderts auf etwa der doppelten Höhe der vorindustriellen Werte. In RCP6.0 hingegen steigen die Emissionen länger an, bis etwa 2080; der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre stabilisiert sich daher erst später und liegt Ende des Jahrhunderts um ca. 25 Prozent höher als in Szenario RCP4.5.

RCP2.6 geht von „aggressiven“ Maßnahmen zur Emissionsminderung (engl.: *mitigation*) aus, in deren Folge der Treibhausgasausstoß weltweit nach rund einem Jahrzehnt zu sinken beginnt und in etwa 60 Jahren beinahe auf Null fällt. In diesem Szenario ist ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um mehr als 2 °C über den vorindustriellen Werten unwahrscheinlich.

Die **Zahl** im Namen des jeweiligen Szenarios steht für die zusätzliche Wärmeaufnahme des Klimasystems im Jahr 2100 verglichen mit vorindustriellen Werten, bei RCP4.5 zum Beispiel liegt dieser sogenannte Strahlungsantrieb (englisch: *radiative forcing*) bei circa 4,5 Watt pro Quadratmeter (W/m²).

VORAUSSICHTLICHE VERÄNDERUNGEN IM 21. JAHRHUNDERT

- > Je nach Entwicklung der Treibhausgasemissionen wird sich der Anstieg der mittleren **globalen Oberflächentemperatur** über der Land- und Meeresoberfläche Ende des 21. Jahrhunderts³ mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als zwei Dritteln in folgenden Bereichen bewegen: 2,6 bis 4,8 °C (**RCP8.5**), 1,4 bis 3,1 °C (**RCP6.0**), 1,1 bis 2,6 °C (**RCP4.5**), 0,3 bis 1,7 °C (**RCP2.6**).
- > Die mittlere **Erwärmung** über Land wird stärker sein als über dem Meer, die Erwärmung in der Arktis viel schneller voranschreiten als im weltweiten Durchschnitt.
- > Es ist praktisch sicher, dass es Ende des 21. Jahrhunderts fast überall auf der Welt mehr ungewöhnlich **heiße Tage** und weniger ungewöhnlich kalte Tage gibt. Mit mehr als 90-prozentiger Sicherheit treten längere und häufigere Hitzewellen auf, auch wenn ab und an noch ungewöhnlich kalte Winter vorkommen mögen.
- > Grob gesagt werden trockene Regionen trockener, feuchte Gegenden feuchter. **Starkregenereignisse** werden in den mittleren Breiten und feuchten Tropengebieten mit über 90-prozentiger Sicherheit heftiger und häufiger. Mit mehr als 66-prozentiger Sicherheit werden sich die von Monsunsystemen betroffenen Gebiete ausdehnen; zudem wird der Monsunregen heftiger und die Monsunzeit länger werden. Aussagen zu künftigen Dürren sind noch unsicher.
- > In allen RCP-Szenarien erwärmen sich die **Ozeane**. Die stärkste Erwärmung wird für die oberen Meeresschichten in tropischen Regionen und den subtropischen Regionen der Nordhalbkugel erwartet. In einigen Regionen könnten sich die obersten hundert Meter des Ozeans um mehr als 2 °C (im Szenario RCP8.5) oder um lediglich 0,6 °C (RCP2.6) erwärmen.

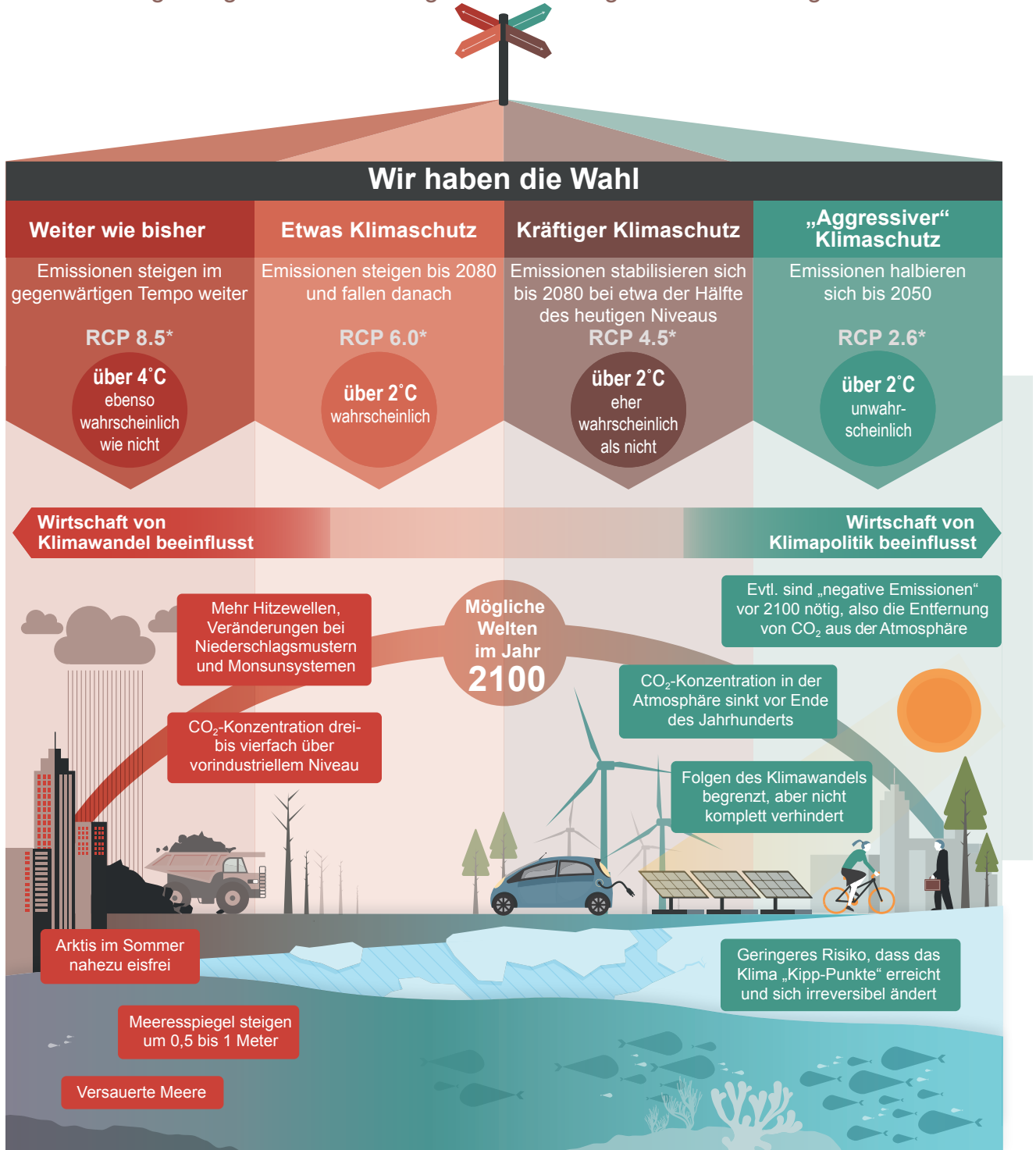
³ Projizierte Temperaturveränderungen für den Durchschnitt des Zeitraums 2081-2100 verglichen mit 1986-2005.

VORAUSSICHTLICHE VERÄNDERUNGEN IM 21. JAHRHUNDERT

- > Das **arktische Meereis** wird mit über 90-prozentiger Sicherheit noch weniger und dünner. Je nach Emissionsentwicklung könnte seine sommerliche Ausdehnung bis Ende des 21. Jahrhunderts um durchschnittlich 94 Prozent (RCP8.5) bis 43 Prozent (RCP2.6) zurückgehen. Der Rückgang im Winter wird mit 34 Prozent (RCP8.5) bis 8 Prozent (RCP2.6) niedriger angesetzt. Im RCP8.5 besteht eine Wahrscheinlichkeit von mindestens zwei Dritteln, dass der Arktische Ozean spätestens vor Mitte des 21. Jahrhunderts in den Sommermonaten beinahe eisfrei ist.
- > In allen Szenarien wird ein Schwund der **Gletscher** projiziert. Der tatsächliche Verlust an Eismasse könnte im Jahr 2100 bei 35 bis 85 Prozent (RCP8.5) oder aber bei 15 bis 55 Prozent (RCP2.6) liegen.
- > Die von **Schnee** bedeckten Gebiete auf der Nordhalbkugel werden weiter schrumpfen. Bis Ende des 21. Jahrhunderts geht die Frühjahrsschneedecke um 25 Prozent (RCP8.5) bis 7 Prozent (RCP2.6) zurück, die Gebiete mit oberflächennahem Permafrost werden um 81 Prozent (RCP8.5) bis 37 Prozent (RCP2.6) weniger.
- > Weltweit werden die **Meeresspiegel** in den nächsten hundert Jahren weiter steigen, aber regional in ungleichem Maße. Je nach Emissionsentwicklung bewegt sich der Anstieg Ende des 21. Jahrhunderts mit mindestens 66-prozentiger Sicherheit in folgenden Spannen: 0,45 bis 0,82 m (RCP8.5), 0,33 bis 0,63 m (RCP6.0), 0,32 bis 0,63 m (RCP4.5), 0,26 bis 0,55 m (RCP2.6). Ein Kollaps von Teilen des antarktischen Eisschildes könnte den Meeresspiegelanstieg höher ausfallen lassen.
- > Die weitere Aufnahme von Kohlendioxid durch die Weltmeere führt zu einer noch stärkeren **Versauerung** der Ozeane. In allen RCP-Szenarien wird eine anhaltende Versauerung projiziert, wobei sie bei hohen Emissionen heftiger ausfällt.

Scheideweg für den Klimaschutz

In seinem Fünften Sachstandsbericht umreißt der IPCC vier verschiedene Zukunftsvarianten – je nachdem, welche politischen Maßnahmen die Regierungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen ergreifen

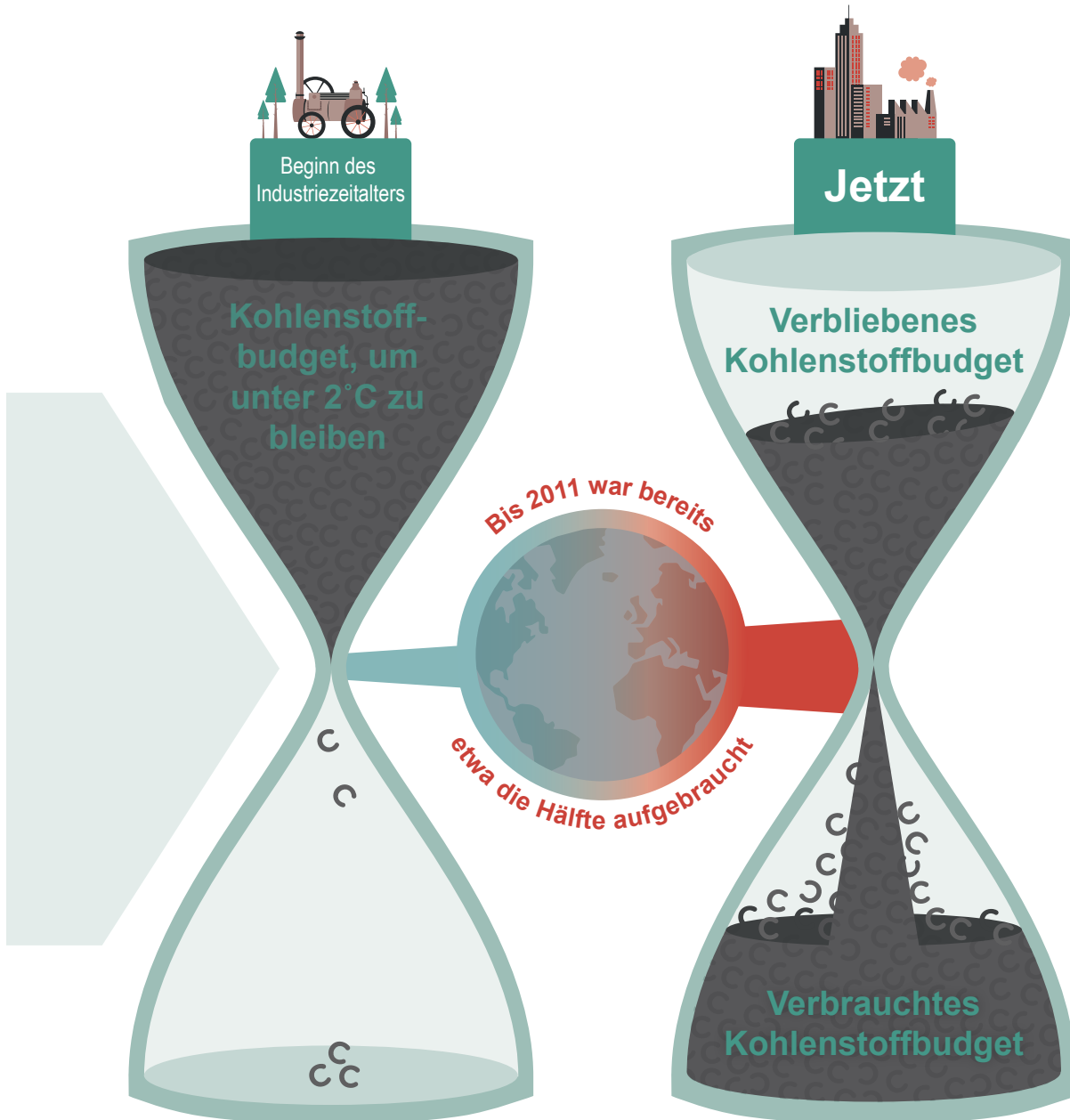


* Die vier RCP-Szenarien (*Representative Concentration Pathways*, zu deutsch: Repräsentative Konzentrationspfade) nehmen jeweils einen bestimmten Ausstoß an Treibhausgasen bis 2100 an und gelangen daher zu unterschiedlichen Ergebnissen, was das Maß des menschengemachten Klimawandels angeht. Doch egal was in der Zukunft passiert: Wegen der Emissionen der Vergangenheit ist ein Klimawandel nicht mehr komplett vermeidbar, und er wird sich auch nach 2100 fortsetzen; jedenfalls werden die Temperaturen auf der Erde noch jahrhundertlang erhöht sein.

Dieses Material kann frei verwendet werden, um die Diskussion über den Fünften IPCC-Sachstandsbericht und seine Folgen für die Wirtschaft zu fördern. Es wird unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

Wie bleiben wir unter zwei Grad?

Um das international vereinbarte Limit von höchstens 2 °C Erderwärmung nicht zu überschreiten, muss sich die Menschheit ihr verbliebenes Kohlenstoffbudget klug einteilen *



Unser Budget wird zwischen 2050 und 2070 aufgebraucht sein, wenn wir nicht dem RCP2.6-Pfad des IPCC folgen

*Um die Erderwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens zwei Dritteln auf unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten zu beschränken, dürfen die gesamten Kohlendioxid-Emissionen seit Beginn des Industriezeitalters einen Richtwert von 1.000 Gigatonnen Kohlenstoff nicht überschreiten. Etwa die Hälfte dieser Summe war 2011 bereits erreicht. Die noch erlaubte Menge an Kohlendioxid verringert sich, wenn die Menge weiterer Treibhausgase (z.B. Methan oder Lachgas) zunimmt. Auch andere Faktoren (etwa unerwartete Emissionen aus tauendem Permafrost) könnten Kürzungen an diesem Kohlenstoffbudget erfordern.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.cpsl.cam.ac.uk

Information is Beautiful Studio

GLOSSAR

Gigatonne

Maßeinheit der Masse, entspricht einer Milliarde (1.000.000.000) Tonnen.

Industrielle Revolution

Periode raschen industriellen Wachstums mit tiefgreifenden sozialen und wirtschaftlichen Umwälzungen der Gesellschaft, die um 1750 in Großbritannien begann und sich danach auf Europa und später auch andere Länder ausbreitete.

Klima

Das durchschnittliche Wetter an einem bestimmten Ort, gemittelt über einen längeren Zeitraum hinweg (30 Jahre bis Tausende von Jahren). Im weiteren Sinne bezeichnet der Begriff Klima auch den Zustand des Klimasystems.

Klimamodell

Mathematische Darstellung des Klimasystems, üblicherweise am Computer. Grundlage sind die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der verschiedenen Bestandteile des Klimasystems sowie deren Wechselwirkungen. Klimamodelle dienen zur Untersuchung und Simulation des historischen, gegenwärtigen und/oder künftigen Klimas.

Klimasystem

Das hochkomplexe System aus Erdatmosphäre, Hydrosphäre (Meere, Flüsse, Seen), Kryosphäre (Schnee, Eis, gefrorener Boden), Erdoberfläche und Biosphäre (lebende Organismen). Es entwickelt sich mit der Zeit als Reaktion auf Ereignisse wie Vulkanausbrüche, Sonnenaktivität oder Veränderungen der Atmosphärenzusammensetzung durch menschengemachte Treibhausgase.

Klimawandel

Jede wesentliche Veränderung des Klimas, die über einen längeren Zeitraum hinweg anhält, in der Regel mehrere Jahrzehnte oder länger.

Kohlendioxid

Natürlich vorkommendes Gas, außerdem das am häufigsten durch menschliche Aktivitäten freigesetzte Treibhausgas. Kohlendioxid entsteht als Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Erdöl, Erdgas und Kohle), bei der Verbrennung von Biomasse, bei anderen Industrieprozessen (zum Beispiel der Stahl- oder Zementproduktion) und Änderungen der Landnutzung (zum Beispiel Rodung von Wäldern).

Mitigation

Engl. für „Minderung“, „Begrenzung“, „Herabsetzung“;

klimawissenschaftlicher Fachbegriff für Bemühungen zur Senkung bzw. Verhinderung von Treibhausgasemissionen. Er wird sowohl für technologische Maßnahmen verwendet als auch für die Schaffung sogenannter Kohlenstoffsenken (beispielsweise von Wäldern), die Kohlendioxid absorbieren und speichern können.

Permafrost

Boden, der mindestens zwei Jahre in Folge gefroren ist. Ein Auftauen ist einerseits ein Indikator der Erderwärmung, andererseits könnten dabei große Mengen zusätzlicher Treibhausgase (Kohlendioxid und Methan) freiwerden, die die Erwärmung weiter antreiben.

Projektion

Mögliche künftige Entwicklung einer Größe oder mehrerer Größen, häufig berechnet mithilfe eines Modells. Projektionen beinhalten Annahmen, deren Eintreten nicht sicher vorausgesagt werden kann, und gehen daher mit einem erheblichen Maß an Unsicherheit einher. Es handelt sich bei ihnen deshalb nicht um Prognosen.

Szenario

Eine plausible, häufig vereinfachte Beschreibung künftiger Ereignisse, basierend auf einer Reihe von Annahmen u. a. über Antriebskräfte und wichtige Wechselbeziehungen.

Treibhausgase

Gase natürlichen oder menschlichen Ursprungs in der Erdatmosphäre, die Infrarot-Wärmestrahlung absorbieren und wieder abgeben. Die wichtigsten Treibhausgase in der Atmosphäre sind Wasserdampf, Kohlendioxid, Lachgas, Methan und Ozon. In der Gesamtentwicklung fangen sie die Wärme im Klimasystem ein.

Treibhausgasemissionspfad

Projizierte Entwicklung des durch menschliche Aktivitäten verursachten Ausstoßes an Treibhausgasen über einen gewissen Zeitraum.

Treibhausgasemissionsszenario

Plausible Darstellung des künftigen Verlaufs des durch menschliche Aktivitäten verursachten Ausstoßes an Treibhausgasen, basierend auf einer Reihe von Annahmen bezüglich des Wirtschaftswachstums, politischer Entscheidungen, eingesetzter Technologien, Landnutzungsänderungen usw.

Versauerung der Meere

Die Abnahme des pH-Werts von Meerwasser (d. h. Zunahme des Säuregehalts) aufgrund der Aufnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre.

„Die sich in der Atmosphäre ansammelnden Kohlendioxid-Emissionen bestimmen weitgehend einen Anstieg der mittleren Temperatur an der Erdoberfläche bis ins späte 21. Jahrhundert und darüber hinaus. Selbst wenn alle Emissionen gestoppt würden, werden die meisten Aspekte des Klimawandels für viele Jahrhunderte bestehen bleiben. Frühere, aktuelle und künftige CO₂-Emissionen bedeuten daher einen unabwendbaren, beträchtlichen und jahrhundertelangen Klimawandel.“ IPCC, 2013

Wenden Sie sich für weitere Informationen bitte an:

Tim Nuthall, Projektleiter

Joanna Benn, Redaktionsleiterin

E-Mail: AR5@europeanclimate.org

www.cpsl.cam.ac.uk/ipcc

www.europeanclimate.org