

# KLIMAWANDEL 2013

## Physikalische Grundlagen

### Hauptaussagen<sup>1</sup> aus der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

#### Beobachtete Änderungen im Klimasystem

Die Erwärmung des Klimasystems ist eindeutig, und viele dieser seit den 1950er Jahren beobachteten Veränderungen sind seit Jahrzehnten bis Jahrtausenden nie aufgetreten. Die Atmosphäre und der Ozean haben sich erwärmt, die Schnee- und Eismengen sind zurückgegangen, der Meeresspiegel ist angestiegen und die Konzentrationen der Treibhausgase haben zugenommen.

Jedes der letzten drei Jahrzehnte war an der Erdoberfläche sukzessive wärmer als alle vorangehenden Jahrzehnte seit 1850. In der Nordhemisphäre war 1983–2012 *wahrscheinlich*<sup>2</sup> die wärmste 30-Jahr-Periode der letzten 1400 Jahre (*mittleres Vertrauen*<sup>2</sup>).

Die Erwärmung des Ozeans dominiert den Zuwachs der im Klimasystem gespeicherten Energie und macht mehr als 90% der zwischen 1971 und 2010 akkumulierten Energie aus (*hohes Vertrauen*). Es ist *praktisch sicher*, dass sich der obere Ozean (0–700m) von 1971 bis 2010 erwärmt hat, und *wahrscheinlich*, dass er auch zwischen 1870 und 1971 wärmer geworden ist.

Während den letzten beiden Jahrzehnten haben die Eisschilder in Grönland und in der Antarktis an Masse verloren, die Gletscher sind fast überall in der Welt weiter abgeschmolzen, und die Ausdehnung des arktischen Meereises sowie der Schneebedeckung in der Nordhemisphäre im Frühjahr haben weiter abgenommen (*hohes Vertrauen*).

Die Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs seit Mitte des 19. Jahrhunderts war größer als die mittlere Geschwindigkeit in den vorangegangenen zwei Jahrtausenden (*hohes Vertrauen*). Im Zeitraum 1901 bis 2010 ist der mittlere globale Meeresspiegel um 0.19 [0.17 bis 0.21] m gestiegen.

Die atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas sind auf Werte angestiegen, die seit mindestens den letzten 800'000 Jahren noch nie vorgekommen sind. Die Kohlendioxid-Konzentrationen sind seit der vorindustriellen Zeit um 40% angestiegen, primär durch die Emissionen aus fossilen Brennstoffen und sekundär durch Netto-Emissionen aufgrund von Landnutzungsänderungen. Der Ozean hat ungefähr 30% des emittierten anthropogenen Kohlendioxids aufgenommen und dadurch eine Versauerung erfahren.

#### Treiber des Klimawandels

Der gesamte anthropogene Strahlungsantrieb ist positiv und hat zu einer Aufnahme von Energie durch das Klimasystem geführt. Der größte Beitrag zum gesamten Strahlungsantrieb wurde durch den Anstieg der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration seit 1750 verursacht.

<sup>1</sup> Hauptaussagen sind die übergreifenden hervorgehobenen Schlussfolgerungen der genehmigten Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM), die, zusammen genommen, eine prägnante Geschichte ergeben. Die vier Aussagen in den Kästen sind jene, welche den Sachstand in den Sektionen B-E des SPM zusammenfassen.

<sup>2</sup> Der in *kursiver Schrift* angegebene Grad der Verlässlichkeit von Schlüsselergebnissen basiert auf der Einschätzung des zugrundeliegenden wissenschaftlichen Verständnisses durch das Autorenteam und wird als Vertrauensniveau ausgedrückt (*sehr gering, gering, mittel, hoch und sehr hoch*), wenn möglich auch quantitativ mit einer Wahrscheinlichkeitsangabe (*praktisch sicher* 99-100% Wahrscheinlichkeit, *äußerst wahrscheinlich* 95-100%, *sehr wahrscheinlich* 90-100%, *wahrscheinlich* 66-100%, *eher wahrscheinlich als nicht* 50-100%)

## Verständnis des Klimasystems und dessen jüngsten Änderungen

Der menschliche Einfluss auf das Klimasystem ist klar. Das ist offensichtlich aufgrund der ansteigenden Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre, dem positiven Strahlungsantrieb, der beobachteten Erwärmung und des Verständnisses des Klimasystems.

Die Klimamodelle sind seit dem AR4 besser geworden. Die Modelle geben die beobachteten Muster und Trends über viele Dekaden der Erdoberflächentemperatur im kontinentalen Maßstab wieder, einschließlich der stärkeren Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts und der unmittelbar auf große Vulkaneruptionen folgenden Abkühlung (*sehr hohes Vertrauen*).

Beobachtungs- und Modellstudien der Temperaturveränderung, der klimatischen Rückkopplungen und der Veränderung der Energiebilanz der Erde zusammen geben Vertrauen in das Ausmaß der globalen Erwärmung als Folge des vergangenen und zukünftigen Antriebs.

Der menschliche Einfluss wurde in der Erwärmung der Atmosphäre und des Ozeans, in Veränderungen des globalen Wasserkreislaufs, in der Abnahme von Schnee und Eis, im Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels und in Veränderungen einiger Klimaextreme erkannt. Die Indizien für den menschlichen Einfluss haben seit dem AR4 zugenommen. Es ist *äußerst wahrscheinlich*, dass der menschliche Einfluss die Hauptursache der beobachteten Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts war.

## Zukünftiger globaler und regionaler Klimawandel

Fortgesetzte Emissionen von Treibhausgasen werden eine weitere Erwärmung und Veränderungen in allen Komponenten des Klimasystems bewirken. Die Begrenzung des Klimawandels erfordert beträchtliche und anhaltende Reduktionen der Treibhausgas-Emissionen.

Die Änderung der globalen Erdoberflächentemperatur wird am Ende des 21. Jahrhunderts, bezogen auf 1850–1900, für alle RCP-Szenarien ausser RCP2.6 *wahrscheinlich* 1.5°C übersteigen. Sie wird für RCP6.0 und RCP8.5 *wahrscheinlich* mehr als 2°C sein und für RCP4.5 *eher wahrscheinlich als nicht* 2°C übersteigen. Die Erwärmung wird unter allen RCP-Szenarien ausser RCP2.6 über 2100 hinaus weitergehen. Die Erwärmung wird weiterhin Schwankungen auf Zeitskalen von Jahren bis Jahrzehnten aufweisen und regional nicht einheitlich sein.

Änderungen im globalen Wasserkreislauf als Folge der Erwärmung im 21. Jahrhundert werden nicht einheitlich sein. Die Gegensätze in den Niederschlägen zwischen trockenen und feuchten Regionen und zwischen feuchten und trockenen Jahreszeiten werden zunehmen, auch wenn es regionale Ausnahmen geben kann.

Der globale Ozean wird sich im 21. Jahrhundert weiter erwärmen. Wärme wird von der Oberfläche in den tiefen Ozean vordringen und die Ozeanzirkulation beeinflussen.

Es ist *sehr wahrscheinlich*, dass im 21. Jahrhundert bei einem Anstieg der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur die arktische Meereisbedeckung weiter an Fläche verlieren und ausdünnen wird und die Schneebedeckung im Frühjahr auf der Nordhemisphäre abnehmen wird. Das Gletschervolumen wird weiter zurückgehen.

Der mittlere globale Meeresspiegel wird im 21. Jahrhundert weiter ansteigen. Unter allen RCP-Szenarien wird die Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs die von 1971 bis 2010 beobachtete Geschwindigkeit aufgrund der zunehmenden Ozeanerwärmung und des zunehmenden Massenverlustes von Gletschern und Eisschildern *sehr wahrscheinlich* übertreffen.

Der Klimawandel wird die Kohlenstoffkreislauf-Prozesse in einer Weise beeinflussen, welche den Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verstärken wird (*hohes Vertrauen*). Die weitere Aufnahme von Kohlenstoff durch den Ozean wird die Ozean-Versauerung erhöhen.

Die kumulativen CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmen weitgehend die mittlere globale Erwärmung der Erdoberfläche bis ins späte 21. Jahrhundert und darüber hinaus. Die meisten Aspekte des Klimawandels werden für viele Jahrhunderte bestehen bleiben, auch wenn die Emissionen von Treibhausgasen gestoppt werden. Dies bedeutet einen unabwendbaren Klimawandel von beträchtlichem Ausmaß über mehrere Jahrhunderte hinweg, der durch vergangene, gegenwärtige und zukünftige Emissionen von CO<sub>2</sub> verursacht wird.