

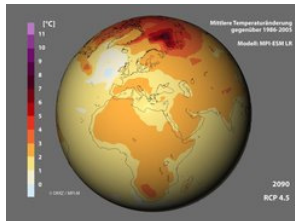


Der Klimawandel macht nur Pause

Die Erderwärmung geht weiter, auch wenn die schlimmsten Prognosen weniger wahrscheinlich werden

22. Mai 2013

Die Erderwärmung stellt Klimaforscher immer wieder vor Rätsel, aber eines steht so gut wie fest: In den nächsten Jahrzehnten wird sich die Durchschnittstemperatur auf der Erde weiter erhöhen, auch wenn sie in den Jahren von 2001 bis 2010 deutlich langsamer gestiegen ist als im Jahrzehnt zuvor. Das belegt die neue Prognose eines internationalen Forscherteams, das von Wissenschaftlern der Universität Oxford geleitet wurde und an dem auch die beiden Direktoren Jochem Marotzke und Björn Stevens des Max-Planck-Instituts für Meteorologie beteiligt waren. Die Wissenschaftler haben anhand aktueller Klimadaten neu berechnet, wie stark sich die Luft an der Erdoberfläche erwärmt haben wird, sobald sich der Kohlendioxid-Gehalt der Luft verdoppelt hat. Das wird etwa in der Mitte des Jahrhunderts der Fall sein, wenn die Konzentration des Treibhausgases weiter unvermindert wächst. Dann wird die Durchschnittstemperatur im Vergleich zu vorindustriellen Werten wahrscheinlich um 0,9 bis 2,0 Grad Celsius angestiegen sein. Bis zum Ende des Jahrhunderts würde sich die Atmosphäre deutlich stärker aufheizen als um zwei Grad, auf die die UN-Klimakonferenz die Erwärmung begrenzen will.



Keine Entwarnung bei der Erwärmung: Die Temperatur an der Erdoberfläche wird weiter steigen, besonders drastisch an den Polen. Die Simulation des Max-Planck-Instituts für Meteorologie zeigt, wie stark sich verglichen mit der Durchschnittstemperatur von 1986 bis 2005 die Temperatur in verschiedenen Regionen bis zum Jahr 2090 wahrscheinlich erhöhen wird. Diese Prognosen der Klimamodelle bleiben aktuell, auch wenn sich die Erde zwischen 2001 und 2010 langsamer erwärmte als im Jahrzehnt zuvor.

© DKRZ/MPI für Meteorologie

In den vergangenen beiden Jahrzehnten zeigte sich der Klimawandel wechselhaft. Während die globale Durchschnittstemperatur in den 1990er-Jahren schneller stieg als jemals zuvor, nämlich um 0,24 Grad Celsius, erhöhte sie sich im darauffolgenden Jahrzehnt nur noch um etwa 0,03 Grad Celsius. „Diese Abschwächung der Temperaturerhöhung an der Erdoberfläche können wir mit unseren Modellen bisher nicht erklären“, sagt Jochem Marotzke. „Insgesamt hat sich die Erde allerdings weiter erwärmt, aber diese Erwärmung hat vor allem in tieferen Schichten der Ozeane stattgefunden.“

Jochem Marotzke gehört zu einem Team der weltweit renommiertesten Klimaforscher, das die jüngste Entwicklung der Oberflächentemperatur nun in einer neuen Vorhersage berücksichtigt, wie die Erde durch den Treibhauseffekt vor allem von Kohlendioxid (CO₂) aufgeheizt wird. Diese Prognose bestätigt, dass die Klimamodelle den Trend der Erderwärmung über mehrere Jahrzehnte, also etwa bis zur Mitte oder bis zum Ende des 21. Jahrhunderts, richtig vorhersagen. Es gibt also in keiner Weise Grund zur Entwarnung.

Die Endgültige Erwärmung nach einer CO₂-Verdopplung braucht hunderte Jahre

Das Team um Alexander Otto und Myles R. Allen von der Universität Oxford unterscheidet dabei zwischen einer mittelfristigen und einer langfristigen Reaktion des Klimas auf eine Verdopplung des Kohlendioxid-Gehaltes in der Luft, die voraussichtlich um das Jahr 2050 erreicht sein wird. Der dadurch verursachte Treibhauseffekt macht sich schon unmittelbar bemerkbar, sobald die Kohlendioxid-Konzentration so weit zugenommen hat. Wie stark, drücken Klimaforscher in der vorübergehenden Klimaantwort aus (TCR für englisch: transient climate response).

Da das Klimasystem sehr träge ist und etwa die Ozeane sich nur sehr langsam aufheizen, dauert es jedoch bis sich die Wirkung der Treibhausgase voll entfaltet: Eine Erwärmung durch den Treibhauseffekt wird durch zahlreiche Rückkopplungen verstärkt, durch einige Prozesse aber auch abgeschwächt. Erst wenn dieses komplizierte Wechselspiel zur Ruhe gekommen ist, erreicht das Klima wieder einen stabilen Zustand. Diese langfristige Reaktion des Klimas berechnen Klimaforscher in der Gleichgewichts-Klimasensitivität (ESC für equilibrium climate sensitivity). Sie entspricht der endgültigen Temperaturerhöhung durch eine verdoppelte CO₂-Konzentration, die sich vermutlich erst nach einigen 100 Jahren einstellt.

Sowohl die mittelfristige Klima-Antwort als auch die langfristigen Reaktion sagen etwas über die Stärke der Rückkopplungen zwischen CO₂-Anstieg und Erderwärmung aus. Beide Werte hat das internationale Team nun neu berechnet.

In die Rechnung gehen neben den Messdaten zur Temperaturerhöhung im vergangenen Jahrzehnt die wesentlichen Faktoren ein, die für den Wärmehaushalt der Erde entscheidend sind: Das ist vor allem die Energie, die von der Sonne eingestrahlt wird. Dazu gehört aber auch die Wärme, die wegen des Treibhauseffektes von Kohlendioxid nicht wieder ins Weltall abgestrahlt werden kann. Diese beträgt bei einer Verdopplung der CO₂-Konzentration ziemlich genau 3,44 Watt pro Quadratmeter. Ferner fließen in die Rechnungen die Effekte von Vulkanausbrüchen und von Aerosolen ein. Bei letzteren handelt es sich um Schwebeteilchen in der Luft, die zum einen Sonnenstrahlung abschirmen und zum anderen als Kondensationskeime für Wolkentröpfchen dienen. Die langfristige Klimareaktion berücksichtigt zudem die Wärme, die Ozeane mit der Zeit aufnehmen.

Am Ende des Jahrhunderts droht eine Erwärmung von weit mehr als zwei Grad

Anhand dieser Werte berechnen die Forscher, dass sich die bodennahe Atmosphäre bei einer Verdopplung des CO₂-Gehaltes mit 90prozentiger Wahrscheinlichkeit um 0,9 bis 2,0 Grad Celsius erwärmt haben wird; am wahrscheinlichsten ist eine Temperaturerhöhung um 1,3 Grad. „Die vorübergehende Klimaantwort, die wir anhand der neuesten Messdaten berechnet haben, liegt im Rahmen der Vorhersagen der Klimamodelle, wenn auch nicht an deren oberen Rand“, sagt Alexander Otto, der die Rechnungen an der Universität von Oxford machte.

Sollte nach einer Verdopplung der Kohlendioxid-Konzentration kein zusätzliches Treibhausgas in die Atmosphäre geblasen werden, heizte sich die Erde in den folgenden Jahrhunderten verglichen mit vorindustriellen Werten mit 90prozentiger Wahrscheinlichkeit um 1,2 bis 3,9 Grad auf. Am wahrscheinlichsten für die langfristige Klimareaktion ist ein Anstieg um zwei Grad. „Wie stark die langfristige Erwärmung ausfallen wird, ist jedoch noch ziemlich unsicher“, sagt Otto. „Für die meisten politischen Entscheidungen ist aber ohnehin entscheidend, wie stark die Erwärmung in den nächsten 50 bis 100 Jahren ausfällt.“

Die Erde wird sich also vielleicht nicht so stark aufheizen, wie die schlimmsten Prognosen fürchten ließen. „Das ist zwar eine gute Nachricht“, sagt Reto Knutti, einer der beteiligten Forscher von der ETH Zürich. „Aber wenn der Ausstoß der Treibhausgase unvermindert weitergeht, werden wir am Ende des Jahrhunderts trotzdem eine Temperaturerhöhung von weit über zwei Grad haben.“

Wie Aerosole und Wolken im Klima mitmischen, ist nicht völlig klar

Ob sich die Erde tatsächlich etwas langsamer erwärmt, als viele Klimamodelle bisher nahelegten, bleibt zudem unsicher – trotz der Messdaten aus den 2000er-Jahren. „In Anbetracht dessen, was wir über Klimavariabilität wissen und nicht wissen, sollten wir ein einzelnes Jahrzehnt nicht überinterpretieren“, sagt Jochem Marotzke. Denn die Forscher müssen immer noch einige Details klären, wie das Klima auf die Zunahme der Treibhausgase reagiert. „Derzeit gehen wir zum Beispiel davon aus, dass die Stärke der Rückkopplungen über die Zeit konstant bleibt“, sagt Jochem Marotzke. „Aber wir wissen nicht, ob das tatsächlich so ist.“

Unsicher ist zudem die Rolle der Aerosole: Wie viel Sonnenlicht reflektieren die Schwebeteilchen in oberen Atmosphärenschicht? Und wie beeinflussen sie die Bildung von Wolken und Niederschlag? Überhaupt die Wolken. Sie mischen auf vielfältige Weise im Klima mit: Sie bringen nicht nur Niederschlag, sie schirmen auch das Licht der Sonne ab. Unsicher ist aber, wie sie auf eine Erderwärmung reagieren: Bilden sich mehr Wolken, wenn es auf der Erde wärmer wird, weil dann mehr Wasser verdunstet? Oder bilden sich weniger Wolken, weil sich auch die Luftströmungen ändern?

Viele Fragen sind also noch offen, aber die Lücken schließen sich: „Klimaforschung ist gerade besonders spannend“, sagt Björn Stevens. „Die Messungen des globalen Wärmeaustauschs und der Luftzusammensetzung haben in den letzten zwei Jahrzehnten enorme Fortschritte gemacht“, sagt Björn Stevens. „Da wir außerdem die Modelle weiterentwickelt haben und sie besser prüfen können, sind wir rapide vorangekommen, vor allem in der Frage, wie die Erde auf den Anstieg der Treibhausgase reagieren wird.“

PH

ANSPRECHPARTNER



Prof. Dr. Jochem Marotzke
Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
 Telefon: +49 40 41173-440
 Fax: +49 40 41173-366
 E-Mail: jochem.marotzke@zmaw.de



Prof. Dr. Bjorn Stevens
Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
 Telefon: +49 40 41173421
 Fax: +49 40 41173430
 E-Mail: bjorn.stevens@mpimet.mpg.de

ORIGINALPUBLIKATION

Alexander Otto, Friederike E. L. Otto, Olivier Boucher, John Church, Gabi Hegerl, Piers M. Forster, Nathan P. Gillett, Jonathan Gregory, Gregory C. Johnson, Reto Knutti, Nicholas Lewis, Ulrike Lohmann, Jochem Marotzke, Gunnar Myhre, Drew Shindell, Bjorn Stevens und Myles R. Allen
Energy budget constraints on climate response
 Nature Geoscience, 19. Mai 2013; doi:10.1038/ngeo1836

VERWANDTE ARTIKEL

Per Zeitmaschine in die Klimaforschung

Klimaforscher rekonstruieren den Zusammenhang von atmosphärischer Kohlendioxid-Konzentration und mittlerer Erdtemperatur in der Vergangenheit, um Klima-Prognosen zu verbessern.

"Klimaschutz als Mitnahmeeffekt"

Ein Interview mit Jochem Marotzke zur UN-Klimakonferenz in Durban

Adresse: <http://www.mpg.de>

© 2003-2013, Max-Planck-Gesellschaft, München