

Was wir *mit hoher Sicherheit* über den Klimawandel wissen

Neben allen offenen Fragen: Worüber herrscht schon wissenschaftlicher Konsens?

„Die Wissenschaft ist sich noch uneins“, heißt es oft in Debatten um den Klimawandel. In der Tat gibt es rund ums Klima noch eine ganze Reihe offener Fragen – nicht umsonst forschen weltweit tausende Wissenschaftler am Thema. Und nicht umsonst wird der Fünfte Sachstandsbericht des IPCC, der ab September in mehreren Teilen veröffentlicht wird, mehr als 3.000 Seiten dick sein.

Doch Fakt ist: Über viele grundlegende Punkte ist sich die Klimaforschung längst einig, da genügend und robuste Hinweise dazu vorliegen. Dies betrifft vor allem den Einfluss des Menschen auf das Erdklima als *Gesamtsystem*. Die Unsicherheiten beziehen sich auf damit verbundene Details, etwa auf den genauen Umfang oder die exakten Folgen der Erderwärmung, hauptsächlich jedoch auf die Auswirkungen des Klimawandels *innerhalb* des Klimasystems – etwa die unterschiedliche Verteilung der Erwärmung, Auswirkungen auf die Strömungen in Atmosphäre und Ozean und Veränderungen des *regionalen* Klimas (die extrem komplex und damit sehr schwierig zu erfassen sind). Man könnte das Klima mit einem Wassertopf auf dem Herd vergleichen: Während mit großer Sicherheit voraussehbar ist, was beim Heizen der Herdplatte geschieht (bei 100 Grad Celsius beginnt das Wasser zu kochen), ist kaum vorhersehbar, wann und wo wie viele Blasen aufsteigen werden. Die Projektion regionaler Klimaänderungen wird auch in Zukunft große Unsicherheiten enthalten.

Weil aber hinter den (spannenden) Debatten um offene Forschungsfragen häufig verblasst, was bereits geklärt ist bzw. wo robuste Resultate vorliegen, haben wir hier einige jener Punkte zusammengestellt, über die es in der Klimaforschung praktisch keine Kontroverse mehr gibt:

Kohlendioxid und andere Treibhausgase in der Atmosphäre werden mehr

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts hat der Gehalt von Kohlendioxid in der Erdatmosphäre von etwa 280 ppm auf rund 395 ppm (parts per million, Teilchen pro Million Luftmoleküle) zugenommen. Allein seit 1958, als systematische Messungen begannen, stieg der Wert um 24 Prozent. So hoch wie heute lag die CO₂-Konzentration niemals in den zurückliegenden 800.000 Jahren. Es gibt mehrere Belege dafür, dass der Anstieg auf die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Erdöl zurückgeht – so lässt sich mittels Isotopenanalyse nachweisen, dass im atmosphärischen CO₂ der Anteil prähistorischen Kohlenstoffes zunimmt.

Auch die Konzentration anderer Treibhausgase steigt. Jene von Methan zum Beispiel hat sich in den vergangenen 150 Jahren mehr als verdoppelt. Einen solch starken Anstieg in derart kurzer Zeit gab es nie in den letzten 800.000 Jahren, und es gibt starke Belege, dass er das Ergebnis menschlicher Aktivitäten ist.

Der Mensch ist seit einigen Jahrzehnten der wichtigste Einflussfaktor für das Klima

Diese menschengemachten Veränderungen der Atmosphäre verstärken den natürlichen Treibhauseffekt. Andere menschengemachte Klimafaktoren (zum Beispiel Luftpartikel in der Atmosphäre) mildern diesen zusätzlichen Treibhauseffekt aber etwas, deren genaue Wirkung lässt sich aber noch nicht exakt beziffern.

Vor allem die Erwärmung in den letzten 60 Jahren lässt sich nur durch den menschlichen Einfluss erklären. Natürliche Klimafaktoren (etwa Schwankungen der Sonnenaktivität) hatten in dieser Zeit kaum einen Einfluss auf die Erderwärmung, weil sie sich kaum verändert haben. Zudem entsprechen beobachtete Veränderungen genau dem Muster, das durch einen erhöhten Treibhauseffekt zu erwarten ist, z.B. die Abkühlung der oberen Atmosphärenschichten.

Die Erde hat sich in den letzten 150 Jahren deutlich erwärmt

Die Temperaturen an der Erdoberfläche zeigen eine deutliche Erwärmung. Seit 1850 – dem Zeitpunkt, ab dem verlässliche Daten existieren – sind sie im weltweiten Durchschnitt um etwa 0,8 Grad Celsius gestiegen (mit einer Unsicherheitsspanne von plus/minus 0,2 Grad Celsius).

Die Erwärmung fand nicht linear statt, sondern wurde durch vorübergehende Perioden mit leichter Abkühlung unterbrochen und enthält relativ starke Schwankungen von Jahr zu Jahr. Natürliche Einflussfaktoren (Sonne, Vulkane) und interne Schwankungen (El Niño und andere ozeanische Strömungen) können die Trends der globalen Temperatur auch über zehn oder mehr Jahre merkbar beeinflussen. Die Erwärmung passierte außerdem nicht geografisch gleichförmig. Einige Regionen, vor allem in den nördlichen Breiten, haben sich stärker erwärmt; es gibt auf der Welt aber auch Gegenden, die sich nur schwach erwärmt oder gar leicht abgekühlt haben.

Seit 1970 war jedes Jahrzehnt wärmer als das vorhergegangene

Mittelt man die Oberflächentemperaturen für die einzelnen Jahrzehnte, um kurzfristige, natürliche Schwankungen des Klimas herauszufiltern, so zeigt sich: Jede Dekade seit den 1970er Jahren war deutlich wärmer als die Dekade vor ihr. Bei der Analyse von Klimadaten aus Baumringen, Tropfsteinhöhlen u.ä. ergibt sich, dass der Zeitraum von 1981 bis 2010 auf der Nordhalbkugel mit mindestens 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit wärmer war als jede andere 30-Jahres-Periode in den letzten 800 Jahren.

Viele weitere Indikatoren belegen eine anhaltende Erderwärmung

Ein Großteil der Gletscher weltweit verliert an Masse. Das grönländische Festlandeis schmilzt mit zunehmender Geschwindigkeit. Die Meeresspiegel steigen. Die winterliche Schneebedeckung auf der Nordhalbkugel hat in den letzten 90 Jahren deutlich abgenommen. Die Dauerfrostgebiete schmelzen in ungewöhnlichem Ausmaß. Die Ausdehnung des Meereises rund um den Nordpol geht seit 30 Jahren stark zurück. Die oberen Schichten der Weltmeere haben sich in den vergangenen vier Jahrzehnten deutlich erwärmt. Insgesamt haben die Wassermassen der Ozeane mehr als 90 Prozent der Energie absorbiert, die zwischen 1971 und 2010 zusätzlich von der Erde aufgenommen wurde.

Einige Folgen des Klimawandels zeichnen sich bereits deutlich ab

Seit den 1950er Jahren sind Tage mit Hitzerekorden häufiger geworden und solche mit Kälterekorden seltener. Die Subtropen beginnen sich polwärts auszudehnen, die Zugbahnen außertropischer Stürme haben sich verändert. Die Weltmeere nehmen nicht nur Wärme auf, sondern auch einen Gutteil des menschengemachten Kohlendioxids. Dies führt zu einem Sinken des pH-Wertes, die Ozeane versauern. Für Korallen und andere Meereslebewesen ist dies lebensbedrohlich.

Die Erde wird sich weiter erwärmen, der Meeresspiegel ansteigen

Mit weiteren Treibhausgasemissionen wird die globale Temperatur weiter steigen, und die entsprechenden Folgen werden sich verstärken. Weltweit werden warme Tage und Nächte noch häufiger und kalte Tage und Nächte noch seltener werden. Es wird mit großer Sicherheit zu einem weiteren Abschmelzen von Eismassen und einem Anstieg des Meeresspiegels kommen. Auch wenn die Treibhausgasemissionen gebremst werden, wird diese Entwicklung noch mehr als hundert Jahre oder länger weitergehen. Die Landoberflächen werden sich stärker erwärmen als die Ozeane und die Arktis stärker als andere Regionen.

Die Niederschläge werden mehr, ihre Verteilung wird extremer

Wärmere Luft kann mehr Wasser aufnehmen, weshalb die Erderwärmung zu einer Zunahme der gesamten weltweiten Niederschläge führt. Zugleich wird die räumliche und zeitliche Verteilung

extremer: Dort und dann, wo es bereits heute häufig regnet, wird es noch häufiger und noch stärker regnen, während an Orten und zu Zeiten geringen Niederschlags der Regen noch spärlicher wird. Damit steigt automatisch auch das Risiko von Hochwässern und Fluten in bereits heute von solchen Ereignissen betroffenen Regionen. Ebenfalls ziemlich verlässlich ist die Vorhersage, dass die Niederschläge im Sommer und Herbst in den Subtropen und nördlich angrenzenden Gebieten (z.B. Mittelmeerraum) abnehmen, während in hohen nördlichen Breiten die Niederschläge allgemein zunehmen.

Stand: September 2013

Zum Weiterlesen:

<http://royalsociety.org/policy/publications/2010/climate-change-summary-science/>



*vermittelt Basiswissen zum Klimawandel und kontert wissenschaftlich nicht haltbare Behauptungen.
Die Website ist ein Projekt der European Climate Foundation*