Wissenschaft

Klima ist immer, aber wehe, wenn es sich zu drastisch ändert – wie auf diesem Sojafeld in Argentinien, das von einer Dürre infolge der La-Niña-Episode 2011/2012 verheert wurde. Foto Bloomberg

Warum macht der Klimawandel Pause?

Die globale Erderwärmung stagniert. Für mache Klimaforscher wird das langsam zum Problem.

Von Andreas Frey

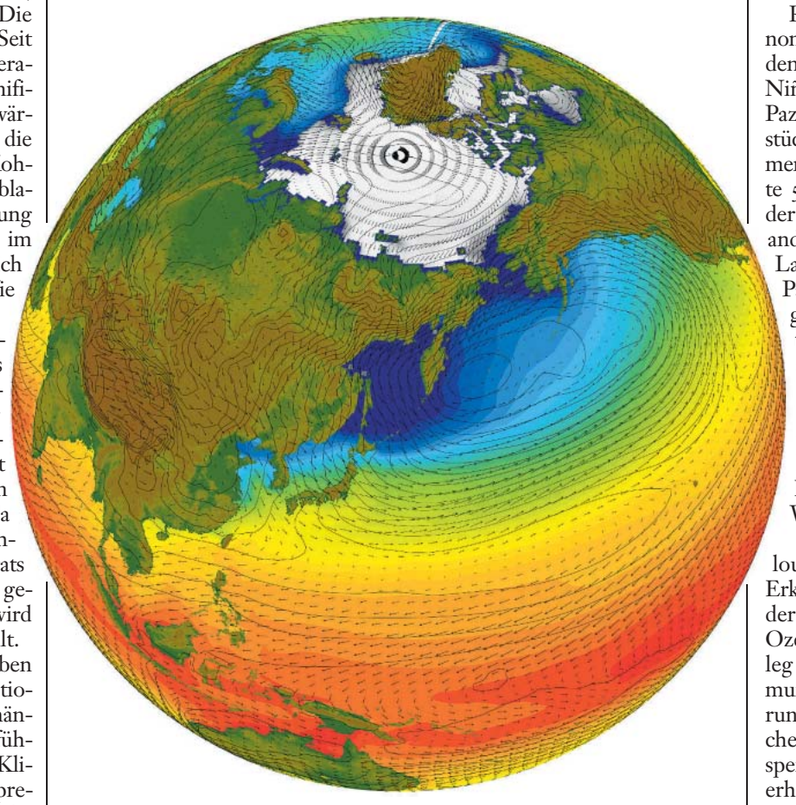
Eigentlich sind Pausen doch was Schönes. Man kommt zur Ruhe, atmet durch, lässt den Stress hinter sich. Und je länger die Pause, desto größer die Erholung.

Für die Pause, mit der es die Klimaforscher zu tun haben, gilt eher das Gegenteil. Je länger sie dauert, desto unruhiger werden sie. Die Pause wird zum Problem. Seit fünfzehn Jahren ist die Temperatur auf der Erde nicht mehr signifikant gestiegen. Die Erderwärmung stagniert – obwohl die Menschheit noch nie so viel Kohlendioxid in die Atmosphäre geblasen hat, das dort die Abstrahlung langwelliger Wärmestrahlung im All behindert. Da fragen sich nicht nur Wissenschaftler: Wie kann das sein?

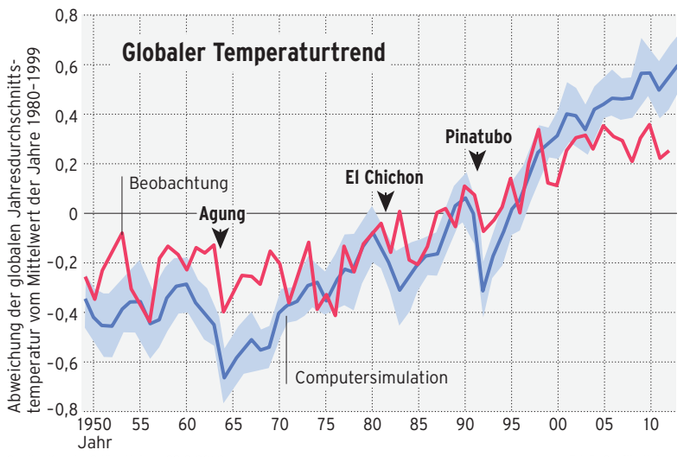
Auf der Suche nach Antworten lernt man nicht nur etwas über das komplexe System Klima, sondern auch einiges über die Menschen, die es erforschen. Die Lager dieser recht jungen Disziplin bringen sich in Stellung – erst recht jetzt, da Entwürfe für den neuesten Sachstandbericht des Weltklimarats IPCC an die Öffentlichkeit gelangt sind. Ende September wird der erste Teil offiziell vorgestellt.

In der aktuellen Debatte haben sich zwei entgegengesetzte Positionen herausgebildet, deren Anhänger man bereits an den Anführungszeichen erkennt. Es gibt Klimaforscher, die von „Pause“ sprechen, weil sie angeblich nicht existiert, und solche, die darin ein ernstzunehmendes Problem sehen. Es gibt jene, die sich Fragen stellen, und solche, die Antworten parat haben. Einzig gemein ist beiden: Mit den „Skeptiker“ genannten Leugnern des menschengemachten Klimawandels, welche die pausierende Erderwärmung als Bestätigung ihrer kruden Thesen deuten, verbindet sie nichts.

Einer, der ungerechtfertigterweise trotzdem immer wieder in deren Nähe verortet wird, ist der Klimastatistiker Hans von Storch, Leiter des Instituts für Küstenforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht. Er sagt: „Die Klimaforschung steht vor einem Rätsel.“ Die von den Klimamodellen entwickelten Szenarien stimmten nicht mit der aktuellen Entwicklung überein, irgendwo in den Modellen fehle etwas. Stefan Rahmstorf vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung sieht das anders: „Aus meiner Sicht gibt es eine fortschreitende globale Erwärmung, der sich kurzfristige natürliche Schwankungen überlagern – das entspricht den Erwartungen und ist nicht rätselhaft, auch wenn man natürlich die Details noch besser verstehen möchte.“



Computerklima. *Die rechnerische Vorhersage der weltweiten Temperaturen (farbig) ist diffizil.* Foto NCAR



Quelle: Kosaka & Xie, Nature 29.8.2013 F.A.Z.-Grafik: Kaiser

Bis vor 15 Jahren *bildeten die Klimamodelle (blau ein Beispiel mit Unsicherheit) die Temperaturen gut ab, inklusive großer Vulkanausbrüche (Pfeile).*

Rahmstorf erklärt sich das Phänomen hauptsächlich mit den in den letzten Jahren häufigeren La-Niña-Ereignissen im tropischen Pazifik. La Niña ist das Gegenstück zu dem bekannteren Phänomen El Niño (siehe Kasten auf Seite 59). Beide bringen das Muster der Meerestemperaturen durcheinander und verändern das Wetter. La Niña facht die äquatorialen Passatwinde an und führt im Gegensatz zu El Niño zu einer kalten Phase. Die Folge: Der Ozean schluckt die überflüssige Wärme und speichert sie. Das Wasser erwärmt sich also weiter, die Luft hingegen nicht. Erst während der warmen El-Niño-Phase gibt der Ozean die Wärme wieder frei.

In seinem Blog „Klimalounge“ stützt Rahmstorf diesen Erklärungsansatz auf den ungehindert steigenden Wärmegehalt der Ozeane. Dieser dient ihm als Beleg dafür, dass die globale Erwärmung keineswegs pausiert, da rund neunzig Prozent der zusätzlichen Wärme in den Ozeanen gespeichert werden. Unterstützung erhält er von dem Klimatologen und La-Niña-Experten Gerald Meehl vom National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado. Vor zwei Jahren zeigte er in einer Arbeit in *Nature*, dass während eines La-Niña-Ereignisses Wärme in tiefere Meeresschichten geleitet wird. Demnach haben sich Tiefen bis 2000 Meter in den vergangenen Jahren besonders stark erwärmt, während der Anstieg in der oberen Ozeanschicht bis 300 Meter Tiefe moderat ausfiel. „Die globale Erwärmung hat nicht gestoppt, sie hält in Schichten unterhalb der Meeresoberfläche unvermittelt an“, sagt Meehl. Das würden Messungen im Meer ebenso belegen wie Klimasimulationen. Bereits zwischen den Vierzigern und Mitte der siebziger Jahre habe es, so Meehl, eine Erwärmungspause gegeben, die wahrscheinlich teilweise auf eine jahrzehntelange Schwankung zurückzuführen sei.

Zudem argumentieren die Vertreter der La-Niña-These, dass das 15-Jahre-Intervall deshalb vielen als Pause vorkomme, weil im Jahr 1998 ein außergewöhnlich starker El Niño die Erde aufheizte. Der Startpunkt sei also ein Ausreißer gewesen. Zum damaligen Zeitpunkt allerdings, und das sagen die Verfechter dieser These nicht, kam dieser Ausreißer gelegen, um die Gefahr des menschengemachten Klimawandels zu untermauern.

In einer Studie, die diese Woche in *Nature* erschien, bestätigen nun die Ozeanographen Yu Kosaka und Shang-Ping Xie von der University of California in San Diego den Pazifik als Ursache hinter der ausbleibenden Erderwärmung. Sie hatten ein Klimamodell nicht nur mit Daten über Strahlungsinput der Sonne gefüttert, sondern auch die Oberflächentemperatur des tropischen Pazifiks berücksichtigt, um zu sehen, wie sich die globale Durchschnittstemperatur verhielt. Das Ergebnis überraschte die Autoren: Das Klimamodell reproduzierte die globale Temperatur von 1970 bis heute mit frappierender Genauigkeit. Offenbar bestimmte ein schmaler Streifen im Pazifik die globalen Temperaturen. Schwankungen in der Sonnenaktivität hingegen hatten demnach höchstens einen geringen Einfluss.

Die Autoren fanden zudem Hinweise auf Fernwirkungen des Phänomens. So könnte der kühlende Pazifik die nordamerikanischen Winter beeinflussen sowie für Dürre in Texas und Kälte im Nordwesten sorgen. Insgesamt gehen die Autoren dabei davon aus, dass es sich bei dem Vorgang um eine natürliche Schwankung handelt. „In diesem Fall wäre die Pause nur vorübergehend und die Erderwärmung kehrt zurück, wenn der tropische Pazifik wieder in eine Warmphase übergeht“, schreiben sie. Wann dies geschieht, weiß allerdings niemand.

Allzu lange dauern darf es bis dahin allerdings nicht. Seit Jahren predigt Stefan Rahmstorf, dass man solche kurzfristigen Launen der Atmosphäre nicht mit dem langfristigen Klimatrend verwechseln dürfe. Und da gebe es eben den vom Menschen verursachten Klimawandel. Der sei nach wie vor Fakt, der Treibhauseffekt lasse nicht nach. Wer Zweifel anmeldet oder das Gegenteil behauptet, muss mit einer mitunter bissigen Reaktion Rahmstorfs rechnen.

Fortsetzung auf Seite 59

Mögliche Erklärungen für die Pause in der Erderwärmung

La Niña (siehe auch S. 59) sorgt für eine Abkühlung der Erde, da Wärme in den Ozean geleitet wird. Die Stagnation betrifft also nur die Luft, das Meer erwärmt sich weiter. La Niña ist eine natürliche Schwankung des Klimasystems und nach Einschätzung vieler Experten die Hauptursache der gegenwärtigen Stagnation. Die Forscher erwarten, dass während der nächsten El-Niño-Phase die im Ozean gespeicherte Wärme wieder frei wird und die Luft sich wieder erwärmt.

Multidekaden-Oszillationen: Atlantik und Pazifik haben wärmere und kältere Phasen, die teilweise jahrzehntelang andauern. Ihr Einfluss ist noch nicht gut erforscht. Generell könnten alle natürlichen Schwankungen bisher unterschätzt worden sein.

Klimasensitivität: Die globalen Temperaturen könnten weniger stark auf Treibhausgase reagieren als angenommen. Die Klimasensitivität wäre also überschätzt. Sie gibt an, um wie viel Grad sich die Erde erwärmt, wenn sich der CO_2-Gehalt der Luft relativ zum vorindustriellen Zeitalter verdoppelt. Die möglichen Werte rangieren im aktuellen IPCC-Bericht zwischen 1,5 und 4,5 Grad und wurden damit etwas heruntergestuft.

Die Sonne schwankt, doch die damit verbundenen Änderungen im Energieausstoß sind zu klein, um entscheidend zu den globalen Temperaturänderungen beizutragen. Denkbar ist ein indirekter Effekt: Höhere Aktivität senkt den Zustrom kosmischer Teilchen. Einer umstrittenen Hypothese zufolge vermindert sich damit die Wolkenbedeckung der Erde. Die vergleichsweise geringe Sonnenaktivität der letzten Jahre könnte damit zu mehr kühlenden Wolken geführt haben. Allerdings fehlen bis heute belastbare empirische Belege für einen Zusammenhang von Wolken und kosmischer Strahlung.

Vulkanausbrüche und trockene Stratosphäre: Vulkanische Aerosole reflektieren das Sonnenlicht und wirken damit der Erderwärmung entgegen. Ihr globaler Einfluss ist derzeit aber eher gering. Auch die Theorie, dass weniger Wasser in der Stratosphäre die Pause ausgelöst habe, steht auf wackligen Füßen, weil Messwerte fehlen.

afrey/UvR

Popper für das Klima

VON ULF VON RAUCHHAUPT

Sir Karl Popper, der 1994 verstorbene englische Philosoph österreichischer Herkunft, hätte gefallen müssen, wovon nebenstehender Artikel berichtet. Da gibt es eine Frage: Warum stagniert die globale Erwärmung seit mehr als einem Jahrzehnt trotz stetig weitergestiegener CO_2-Konzentrationen in der Atmosphäre?. Und es gibt eine Hypothese dazu, die ein Kriterium dafür bereitstellt, das es erlaubt zu entscheiden, wann sie falsch ist: Wenn die nächsten El-Niño-Ereignisse aufgetreten sind und der Klimawandel trotzdem nicht weitergeht, dann ist die Hypothese falsifiziert, wie das bei Popper heißt.

Karl Popper war zu der Auffassung gelangt, wissenschaftlich sei eine Theorie nur dann, wenn man angeben könne, wann sie falsch sei. Diese Ansicht ist heute nicht mehr so populär, vor allem seit der amerikanische Philosoph Willard van Orman Quine (1908 bis 2000) auf die Allgemeingültigkeit einer Feststellung des französischen Physikers Pierre Duhem (1861 bis 1916) hinwies: dass ein Satz von Beobachtungen immer zu mehreren alternativen Theorien passt.

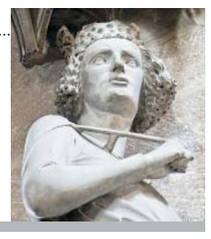
Man kann eine Hypothese, etwa die von dem Klimawandel infolge menschlicher CO_2-Emissionen, daher nie durch Verifikation beweisen oder durch Falsifikation widerlegen. Daher ist auch nicht damit zu rechnen, dass die sogenannten Klimaskeptiker, welche besagte Hypothese leugnen, umzustimmen sein werden, wenn die globalen Temperaturen in ein paar Jahren wieder anziehen. Wer nicht an den menschengemachten Klimawandel glauben will, der muss es – rein logisch gesehen – nicht. Allerdings muss er, will er sich auf Quine/Duhem berufen, alternative Hypothese vorstellen und unabhängige empirische Belege dafür beibringen. Daran aber hapert es zumeist. Stattdessen betätigen sich Klimaskeptiker oft genug als Vugär-Popperianer, die im primitivsten Fall den lausigen Sommer 2011 für eine Falsifikation des Klimawandels halten oder im durchdachteren auf die Stagnation in den globalen Temperaturen seit Ende der 1990er Jahre verweisen. Insofern ist es eine schöne Ironie, dass ausgerechnet diese Stagnation einen Fall zeigt, wo der klimatologische Mainstream dem popperschen Ideal entspricht.

Aber vielleicht kann sich die Klimaforschung getrost damit begnügen. Denn sie sucht nicht nach der Weltformel, sondern nur nach einem Verständnis dessen, was mit dem Klima passiert, wenn sich diese oder jene Bedingungen ändern. Die heutigen Klimamodelle entstanden meist aus Vorläufern, die sich als zu einfach erwiesen, um das komplexe Klimageschehen beschreiben zu können. Sie wurden also falsifiziert, und das war gerade ihr Zweck: an der Empirie zu testen, ob und inwiefern sie zu einfach sind. Der Vorbehalt der Klimamodelle und der damit durchgeführten Computersimulationen, stets offen für Korrekturen, Verfeinerungen, Anstückelungen zu sein, ist gerade ihre Stärke und der Komplexität des Gegenstandes angemessen. Klimamodellierung arbeitet zwar auf der Grundlage fundamentaler Naturgesetze wie den Hauptsätzen der Thermodynamik, doch sie sucht nicht selbst nach solchen Gesetzen, sondern nach der angemessenen Beschreibung eines komplizierten Systems, entspricht also im gewissen Sinn eher der Biochemie als der Teilchenphysik.

Vielleicht verehrt unsere Wissenschaftskultur die Theoretiker des Grundsätzlichen, Figuren wie Einstein und Darwin, ein wenig zu sehr und unterschätzt daher ein wenig die Stückwerk-Wissenschaft an Gegenständen wie dem Klima – obgleich dort die poppersche Forderung eigentlich erst fruchtbar wird.

DIE NEUEN ALTEN

Auch mit 100 kann man noch etwas aus seinem Leben machen. Sind es nur die Gene oder ein Geheimrezept? *Seiten 58 und 61*

DER ALTE UNBEKANNTE

Der Bamberger Reiter ist heute das Wahrzeichen der Stadt. Doch wer war dieser Mann? *Seite 62*