

Klima & Wandel

Vortragsreihe: Ist Zukunft berechenbar?



Prof. Stefan Rahmstorf

vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung über
Ursachen der Hurrikane und Folgen der Erderwärmung

A large satellite image of a hurricane, showing a distinct eye and spiral cloud bands over a dark blue ocean. The text is overlaid on the lower half of the image.

Dem Sturm begegnen

Klimawandel ist kein Schicksal. Wir können ihn erklären – und begrenzen

Stürmischer Klima

SO VIELE HEFTIGE HURRIKANE GAB ES NOCH NIE Und die globale Erwärmung hat wahrscheinlich dazu beigetragen. Aber das Klimaproblem ist lösbar.



STEFAN RAHMSTORF forscht am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, ist Professor für Physik der Ozeane und Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung (WBGU)

Ein solches Hurrikan-Jahr hat es seit Menschengedenken nicht gegeben. Reihenweise fielen die Rekorde: Noch nie seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1851 gab es im Atlantik so viele tropische Wirbelstürme (27), nie wuchsen so viele zur vollen Hurrikanstärke heran (15) und niemals gab es gleich drei Hurrikane der schlimmsten Kategorie 5. Nie zuvor wurde ein derart intensiver Hurrikan gemessen wie Wilma, mit nur 882 mb Zentraldruck am 19. Oktober. Und mit Vince entstand erstmals ein Tropensturm nahe an Europa. Er entwickelte sich bei Madeira am 9. Oktober zum Hurrikan und traf, zum Glück in abgeschwächter Form, in Spanien auf Land.

Bereits im Jahr 2004 waren ungewöhnliche Dinge geschehen. Nicht nur suchten erstmals vier Hurrikane in einem Jahr Florida heim und wurde Japan erstmals von zehn Taifunen getroffen, wie die Hurrikane im Pazifik genannt werden. Für die Klimatologen noch interessanter war im März 2004 die Tatsache, dass erstmals im Südatlantik ein Hurrikan erschien: Catarina. Er entstand in einem Gebiet, dem vom britischen Hadley Centre die Entstehung künftiger Hurrikane durch die globale Erwärmung vorhergesagt worden war [1].

Doch Hurrikane waren nicht die einzigen Extreme des Jahres

2005. Im Juli wüteten ausgedehnte Waldbrände in Portugal und Spanien. Im August führten Rekordniederschläge in den Alpen zu Überschwemmungen – der Schweizer Wetterdienst sprach von einem „Jahrhundertereignis“. Im September meldete die NASA, dass die Eisdicke der Arktis so klein war wie nie zuvor seit die Satelliten sie beobachten [2]. Seit 1979 ist die arktische Meereisfläche um 20 % geschrumpft. Neueste Satellitenmessungen belegen auch einen globalen Anstieg des Meeresspiegels um 3 cm pro Jahrzehnt – schneller als erwartet. Und 2005 ist auf dem besten Wege, das weltweit wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen vor 150 Jahren zu werden. Die bislang wärmsten Jahre waren 1998, 2002, 2003, 2004 und 2001.

Ursachen der Erwärmung

Haben die warmen Temperaturen etwas mit den extremen Stürmen, Dürren und Überschwemmungen zu tun? Und sind die warmen Temperaturen vom Menschen verursacht?

Betrachten wir zunächst die zweite und einfachere der Fragen. Auf sie hat die Wissenschaft eine gut gesicherte Antwort: Für die derzeit ablaufende globale Erwärmung ist überwiegend der Mensch verantwortlich. Zu diesem Schluss sind alle fachlichen Gremien ge-

kommen, die sich in den letzten Jahren mit dieser Frage beschäftigt haben. Das Wichtigste ist das von den Vereinten Nationen eingerichtete Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), das alle fünf bis sieben Jahre den Stand der Fachliteratur in einem ausführlichen Bericht zusammenfasst [3]. Doch auch viele andere Organisationen, etwa die American Geophysical Union, die World Meteorological Organisation oder die wissenschaftlichen Akademien aller G8-Staaten kommen zum gleichen Schluss [4]. In der Fachwelt ist also die Diskussion um die Ursache der globalen Erwärmung vorbei – nur in den Medien versuchen noch einige Außenseiter, sie immer wieder aufzuwärmen.

Die Menschheit hat, vor allem durch Verbrennung fossiler Brennstoffe, die Menge an Kohlendioxid in der Atmosphäre bislang um ein Drittel erhöht: von 280 ppm auf 380 ppm (parts per million). Eisbohrungen aus der Antarktis belegen, dass derart hohe Werte seit mindestens 650.000 Jahren nicht aufgetreten sind. Kohlendioxid ist – neben Wasserdampf, dessen Konzentration wir nicht direkt beeinflussen können – das wichtigste Treibhausgas. Seine Wirkung auf das Klima ist seit dem 19. Jahrhundert bekannte Physik. Und sie ist vielfach belegt – durch Messungen

im Labor und auf der Erde, und nicht zuletzt durch die Klimageschichte vieler Jahrtausende, in denen Phasen hoher Kohlendioxidkonzentration mit dem Fehlen von Eismassen einhergehen.

Die Aufheizung des Klimas der letzten Jahrzehnte ist auch in ihrem Ausmaß problemlos durch die erhöhte Konzentration der Treibhausgase erklärbar. Die Temperaturen der Nordhalbkugel sind inzwischen sehr wahrscheinlich höher als je zuvor im vergangenen Jahrtausend. Dies zeigen zahlreiche Rekonstruktionen übereinstimmend. Eine halbwegs plausible alternative Erklärung für die Erwärmung gibt es nicht: Alle natürlichen Faktoren, die in der Erdgeschichte zu Klimaschwankungen geführt haben, scheiden mangels Trend in den letzten Jahrzehnten aus. Dies gilt etwa für die Sonnenaktivität, die seit 1940 nicht zugenommen hat.

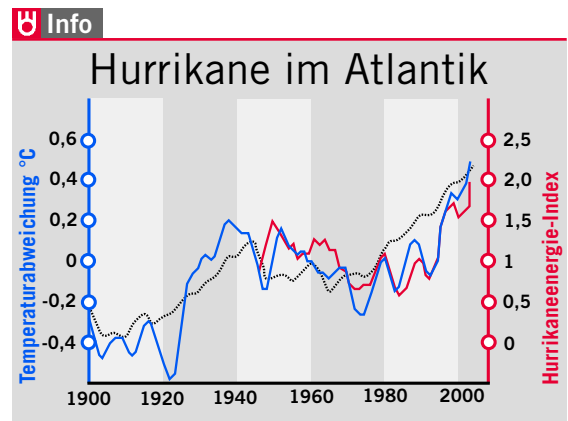
Hitze, Dürre und Fluten

Hat die zunehmende Dürre im Mittelmeerraum, die dort schon zu schweren Waldbränden führt, etwas mit der globalen Erwärmung zu tun? Solche regionalen Phänomene, besonders wenn sie Niederschläge betreffen, können wesentlich komplexere Ursachen haben und sind daher weniger leicht zu verstehen als das Verhalten der globalen Mitteltemperatur. Daher ist die Antwort hier weniger gut gesichert. Dennoch ist wachsende Tro-

ckenheit im Mittelmeerraum eine der robusten, in Simulationsrechnungen mit Klimamodellen immer wieder auftauchenden Folgen der Erderwärmung, wie kürzlich eine EU-Studie ergab [5].

Ähnliches gilt für die Niederschlagsrekorde, wie sie im Alpenraum in letzter Zeit immer häufiger auftreten – etwa vor der Elbflut vom August 2002. Es gibt einen einfachen physikalischen Grund dafür, dass ein wärmeres Klima stärkere Extremniederschläge mit sich bringt: mit jedem Grad Erwärmung kann die Luft 7 % mehr Wasser halten – und abregnen. Ähnlich wie bei der Dürre gilt hier: Ein Zusammenhang mit der globalen Erwärmung ist wissenschaftlich zwar nicht gesichert, aber zumindest wahrscheinlich.

Ein weiteres Extrem sind Hitzewellen – hier wird schon der Laie mit Recht vermuten, dass heiße Sommertemperaturen – etwa 35 °C – in einem wärmeren Klima häufiger überschritten werden. Niemand hätte jedoch bereits heute einen derart extremen Sommer wie 2003 erwartet, der in Europa etwa 30.000 Menschenleben forderte und damit hier die schwerste Naturkatastrophe seit Menschengedenken war [6]. Der bislang aufgetretene Erwärmungstrend um rund 1 °C in der betroffenen Region kann einen derartigen „Ausreißer“ nur teilweise erklären – das Beispiel ist eine Warnung, dass das Klimasys-



tem auch für Überraschungen gut ist. Nicht alle Folgen der globalen Erwärmung sind vorhersehbar. Manch ein Klimaforscher fragt sich in stillen Stunden, ob wir die Folgen bislang noch unterschätzen.

Hurrikane und Erderwärmung

Die extremen Hurrikane in diesem Sommer haben viele Menschen aufgerüttelt. Ein Zusammenhang zwischen der Stärke der Hurrikane und der globalen Erwärmung ist wahrscheinlich. Dass wärmere Meerestemperaturen zu stärkeren Hurrikanen führen, ist vielfach sehr gut belegt und wird bei der Vorhersage routinemäßig berücksichtigt – dies ist Konsens unter den Hurrikan-Experten. Dass andererseits die globale Erwärmung auch vor den Ozeanen nicht Halt macht, ist Konsens unter den Klimaforschern – die Meerestemperaturen sind im Mittel um ein halbes Grad gestiegen, in den Tropen ebenso wie im globalen Durchschnitt. Messdaten zeigen einen Anstieg der Hurrikanenergie weltweit, parallel zur Erhöhung der Meerestemperatur [7]. Und die Hurrikan-Prognosemodelle sagen in Szenarien mit globaler Erwärmung einen Anstieg der Hurrikanstärke voraus. Die Zahl der Hurrikane der Kategorie 5 verdreifacht sich dort [8].

Dennoch gibt es in den USA einige Hurrikan-Forscher, die das extreme Jahr 2005 auf einen natürlichen Zyklus zurückführen, und zwar auf eine Schwankung der Atlantikströmung. Dieser Zyklus könnte – zusätzlich zur globalen Erwärmung – in der Tat im Atlantik zum schlimmen Jahr 2005 bei-

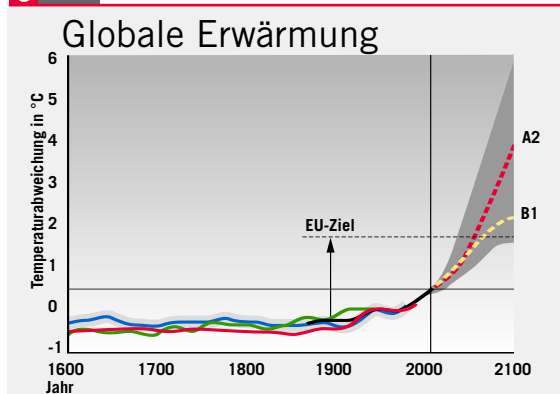
Verlauf der Hurrikanenergie (rot) und der tropischen Wassertemperaturen (blau) im Atlantik. Zum Vergleich die globale Mitteltemperatur (schwarz).

Quelle: [7]

TITELFOTO: DPA; FOTOS: NASA, S. RAHMSTORF



Der Mueller-Gletscher auf der Südünsel Neuseelands schmilzt zusammen – wie die meisten Gletscher der Erde



Temperaturverlauf aus Klimarekonstruktionen (farbige Kurven), Messdaten (schwarz) und in den Zukunftsszenarien des IPCC (grauer Bereich) [3]

getragen haben. Ein solcher Zyklus kann aber weder erklären, weshalb die Temperaturen jetzt höher sind als je zuvor seit Beginn der Messungen (und als im letzten Maximum dieses Zyklus um 1950), noch kann er den Anstieg im Pazifik erklären. Auch dort, wo die Mehrzahl der Tropenstürme auftritt, zeigt ihre Energie seit Jahrzehnten einen klaren Aufwärtstrend.

Was tun? Das 2-Grad-Ziel

Das Klimaproblem ist lösbar. Zwar lässt sich der Klimawandel nicht sofort stoppen. Realistisch und ohne größere wirtschaftliche Einbußen erreichbar ist jedoch die Begrenzung der globalen Erwärmung auf insgesamt 2 °C – also rund das Dreifache des bereits in den abgelaufenen hundert Jahren Erlebten. Damit ließe sich der Klimawandel in Grenzen halten, bei denen die Folgen bei geeigneten

Anpassungsmaßnahmen hoffentlich noch beherrschbar blieben. Dieses 2 °C-Ziel hat der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung 1995 in einem Sondergutachten begründet [9]. Es ist seit dem Luxemburger Ratstreffen vom Juni 1996 das offizielle (und seither mehrfach bekräftigte) Klimaschutzziel der EU.

Dieses Ziel ist eine Gratwanderung: Auf der einen Seite versucht es, zu rasche und drastische Einschnitte bei den Emissionen zu vermeiden. Auf der anderen Seite will es der Gefahr drastischer Klimaschäden begegnen. Der Grat ist recht schmal: Eine Begrenzung der Erwärmung auf deutlich unter 2 °C erscheint kaum noch möglich. Eine Erwärmung deutlich über 2 °C zuzulassen, birgt dagegen große Gefahren. Den Pfad zum 2 °C-Ziel jetzt konsequent zu verfolgen, erhält die Handlungsoptionen für die Zukunft: Die Anstrengungen können in 10 oder 20 Jahren im Lichte neuer Kenntnis überdacht werden. Mit jedem Jahr des Nichtstuns schließt sich dagegen die Tür zur Erreichung des 2 °C-Ziels immer weiter. Und es wächst die Gefahr, künftig entweder schlimme Klimaschäden zu erleiden oder drastische und kostspielige Gegenmaßnahmen einleiten zu müssen.

Die von manchen geführte Diskussion um „Anpassung statt Vermeidung“ erweist sich bei näherem Hinsehen rasch als Scheinalternative. In Wahrheit ist beides unerlässlich. Würde es global 3, 4 oder gar 5 °C wärmer, würden wir Temperaturen erreichen, wie sie es seit Jahrtausenden auf der Erde nicht gegeben hat. Die Grenzen der Anpassungsfähigkeit würden nicht nur für viele Ökosysteme überschritten. Im Pliozän, vor drei Millionen Jahren, war die globale Temperatur 2 bis 3 °C höher als heute – und der Meeresspiegel wegen der kleineren Eisschilde 15 bis 25 Meter höher als derzeit. Um das Grönland-Eis zu erhalten und einen Anstieg des Meeresspiegels um mehrere Meter zu verhindern (und damit unsere historisch gewachsenen Küstenstädte zu ret-

ten), müsste man vermutlich die Temperatur langfristig (im nächsten Jahrhundert) sogar wieder deutlich unter die 2 °C-Grenze absinken lassen.

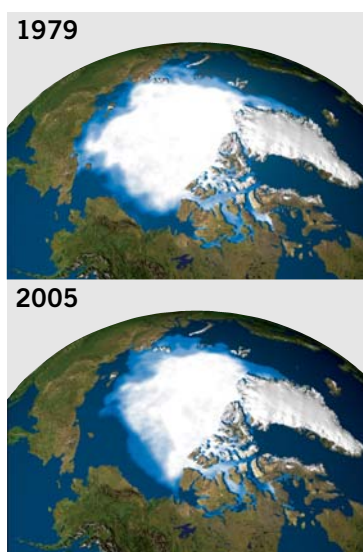
Wie kann das 2 °C-Ziel erreicht werden? Der Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre muss dazu bei etwa 450 ppm gestoppt werden. Bei einem ungebremsten „weiter so“ würde dieser Wert schon in 25 bis 30 Jahren überschritten. Um dies zu verhindern, müssen wir die Emissionen in den kommenden 50 Jahren weltweit um rund die Hälfte senken, also jedes Jahr um etwa einen Prozentpunkt [10]. Technisch-wirtschaftlich ist dies ein nicht unbedingt leicht, aber doch ohne größere Probleme erreichbares Ziel.

Schwieriger ist es allerdings, ein gemeinsames Vorgehen zum Klimaschutz politisch zu organisieren. Die größten Verursacher und Nutznießer der Kohlendioxidemissionen bekämpfen vehement die notwendigen Maßnahmen. Teile der fossilen Energiewirtschaft versuchen, eine Energiewende hin zu dezentralen, erneuerbaren Energiequellen zu verhindern. Die USA, die sowohl pro Kopf als auch absolut die höchsten Emissionen verursachen, wollen sich nicht an Vereinbarungen wie das Kyoto-Protokoll halten. Hier sollte eine „Koalition der Freiwilligen“ unter Führung der EU nicht auf Einsicht der USA warten, sondern konsequent voranschreiten. Zeit für weiteres Abwarten gibt es nicht.

Mehr zum Thema auf der Homepage des Autors: www.ozean-klima.de

Quellen

1. www.metoffice.com/sec2/sec2cyclone/catarina.html
2. www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2005/arcticeice_decline.html
3. www.ipcc.ch
4. <http://nationalacademies.org/onpi/06072005.pdf>
5. www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/mice/FINAL_VERSION_MICE_REPORT.pdf
6. Schär, C. and G. Jendritzky, Hot news from summer 2003. Nature, 2004. 432: p. 559-560
7. Emanuel, K., Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. Nature, 2005. 436: p. 686-688.
8. Knutson, T.R. and R.E. Tuleya, Impact of CO₂-induced warming on simulated hurricane intensity and precipitation. Journal of Climate, 2004. 17: p. 3477-3495.
9. www.wbgu.de
10. www.umweltbundesamt.org/fpdf-k/2962.pdf



Die Ausdehnung des arktischen Meereises ist um 20 Prozent geschrumpft.

Quelle: NASA