

Interview zu Klimawandel und Erdpolitik

# Ein Limit von zwei Grad Erwärmung ist praktisch Unsinn

Drei große deutsche Geoinstitute stellen sich quer zur internationalen Klimapolitik. Statt nur über Temperaturen und Emissionen sollte über ein Erdsystemmanagement verhandelt werden, sagen die drei Direktoren. In Kürze soll das auf der gemeinsamen Konferenz „Klima im System Erde“ in Berlin besprochen werden. Im Gespräch erläutern sie ihre Motive.

*Die Klimadiplomatie hat formuliert, die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad über das vorindustrielle Niveau steigen zu lassen. Warum kritisieren sie das in der Einladung zu Ihrer Konferenz?*

**MOSBRUGGER:** Es ist zwar sinnvoll, sich ein Ziel vorzugeben, aber niemand wird Ihnen sagen können, ob mit dessen Erreichen das Problem gelöst ist. Das ist die eine Sorge. Wir wissen zu wenig, um sagen zu können, wo die Schwellenwerte für die wichtigsten Klimatelemente liegen. Das Problem, vor dem wir stehen, ist viel komplizierter als nur ein Klimawandel. Wir müssen das gesamte System in Betracht ziehen. Wenn ich das Zwei-Grad-Ziel erreiche und alle Tropenwälder abgeholzt sind, habe ich nicht unbedingt den Planeten, den die Gesellschaft haben will.

**HÜTTL:** Das Klima ist dynamisch. Im Laufe der Erdgeschichte gab es immer wieder dramatische Veränderungen, die weit über eine solche Grenze von plusminus zwei Grad hinausgingen. Und das war allein auf natürliche Faktoren zurückzuführen. Wir haben diese Faktoren heute nicht abgeschaltet, sie wirken weiter. Keiner von uns bestreitet den menschgemachten Anteil am globalen Wandel. Aber: Obwohl die Begrenzung der anthropogenen Einflüsse unbedingt notwendig ist, erreichen wir damit keine Klimakonstanz.

**LOCHTE:** Klar ist, wir müssen handeln und die Kohlendioxidemissionen verringern. Aber wir wissen nicht, ob die angestrebte Reduktion auch tatsächlich eine Sicherung einer lebenswerten Welt auf allen Teilen dieser Erde bedeutet. Das ist regional sehr unterschiedlich. Wir haben einige Gebiete, die sich viel schneller erwärmen als andere.

*Wie gut sind denn die Belege für einen historisch engen Zusammenhang zwischen den Temperaturschwankungen und dem Kohlendioxidgehalt der Luft?*

**LOCHTE:** Wir haben Klimaarchive in Meeresedimenten, in Korallen, Baumringen, aber auch in Eiskernen, in denen kleine Luftbläschen eingeschlossen sind. Diese Luft ist Jahrtausende, sogar Hunderttausende von Jahren alt. Dort finden wir sehr gute Hinweise darauf, wie sich die Temperatur verändert hat und parallel dazu, wie sich der Kohlendioxidgehalt und eine ganze Reihe verschiedener anderer Parameter verändert haben.

**HÜTTL:** Wir untersuchen auch die Sedimente von Binnenseen. Aus den darin abgelagerten Pollen können wir Veränderungen in der Vegetation entdecken, aus Pollen- und Algenablagerungen Rückschlüsse ziehen auf Niederschläge und Temperaturveränderungen.

**LOCHTE:** Natürlich müssen die Werte kalibriert werden durch aktuelle Messungen. Außerdem verlässt man sich nie auf

**MOSBRUGGER:** Je weiter wir in die Erdgeschichte zurückgehen, desto unzuverlässiger werden sie. Die Kohlendioxidentwicklung für die letzten 60 Millionen Jahre ist schon ganz gut rekonstruierbar. Wenn man sich die anschaut, sieht man auch, dass wir unser Klimasystems eben noch nicht voll verstanden haben. Danach sieht es so aus, dass die Kohlendioxidkonzentration irgendwo ab etwa dem Miozän (Anm.: 23 bis 5 Mio Jahre vor heute) mehr oder weniger konstant war, dass wir aber trotzdem ein Wärmeoptimum und danach eine langsame Abkühlung bekommen haben, ohne dass sich beim Kohlendioxid viel getan hätte.

**LOCHTE:** Es gibt immer einen gewissen Schwankungsbereich. Aber zumindest das, was wir über die letzten paar hunderttausend Jahre sagen können, ist schon zuverlässig.

**HÜTTL:** Zumindest die Klimageschichte der letzten 130 000 Jahre ist für bestimmte Regionen inzwischen sehr gut untersucht und mit Sedimentanalytik recht gut aufgeklärt.

*Als historisch einmalig gilt der rasche Anstieg des Kohlendioxidgehalts um 38 Prozent seit Beginn des Industriezeitalters. Bedeutet das nicht, dass wir uns in einer wirklich prekären Lage befinden?*

**LOCHTE:** Es gab Zeiten, in denen der Kohlendioxidgehalt in der Luft höher war als heute. Und Veränderungen gab es auch immer wieder. Aber dass es jetzt so rasch passiert, ist tatsächlich ohne Beispiel.

*Können Sie das mit ihren paläoklimatologischen Datenreihen auch belegen?*

**LOCHTE:** In Eiskernen kann man mit sehr hoher Auflösung die zeitliche Entwicklung verfolgen. Dabei sehen wir, dass der Anstieg des Kohlendioxids immer schneller erfolgt als der Abfall. Aber kein Anstieg ist so schnell wie das, was wir zur Zeit sehen. Die Frage, die zu klären ist, lautet: Ist das Kohlendioxid zuerst angestiegen und dann die Temperatur, oder ist die Temperatur angestiegen und danach das Kohlendioxid? Was hat was ausgelöst?

*Im Klimawandel gibt es erhebliche regionale Unterschiede. Für die Atolle im Pazifik bedeutet er etwas anderes als für Mitteleuropa. Spricht man auf Ihrer Konferenz auch über positive Aspekte des Klimawandels?*

**HÜTTL:** Die regionalen Aspekte sind einer der Schwerpunkte der Konferenz. In Brandenburg wurde der Weinanbau tatsächlich revitalisiert. Die Anbaugrenze für Riesling verschiebt sich nach Norden. Wir werden irgendwann tollen Rieslinganbau in Dänemark haben, aber vielleicht nicht mehr im Rheingau. Wir müssen uns anpassen und Anpassung hat eben beides, negative wie positive Wirkungen.

**LOCHTE:** Es gibt sowohl in Kanada als auch in Russland große Pläne für die Entwicklung des hohen Nordens. In beiden Ländern wird Geld investiert, um den Klimawechsel tatsächlich zu nutzen. Der Klimawandel ist ja per se nicht schlecht. Nur hat sich der Mensch in den letzten zehntausend Jahren auf ein relativ stabiles Klima eingestellt. Er hat sich da angesiedelt, wo es passte. Wenn sich jetzt die Anbauebenen ändern, die Pflanzen schlechter wachsen oder wenn sich etwas verändert mit der Fischerei, muss sich der Mensch anpassen. Insgesamt aber wird das Negative überwiegen. Zum Beispiel in Bangladesch, in den Trockengebieten in Afrika und Mittelamerika, aber auch in Monsunregionen. Wenn sich der Monsun ändert, haben ganz viele Gebiete große Probleme.

**HÜTTL:** Wärmephasen waren nicht immer katastrophal. Sie haben auch zur Artenvielfalt beigetragen. Oder schauen Sie sich die Entwicklung von Homo sapiens seit der letzten Warmphase vor 150 000 Jahren an. Unsere Spezies hat in dieser Zeit den Klimawandel gemeistert. Wir sind außergewöhnlich anpassungsfähig. Nur haben wir zuletzt eben eine glückliche Situation mit relativ stabilem Klima gehabt. Daher kommt sicher auch die Forderung nach der Zwei-Grad-Grenze. Das ist politisch wünschenswert, aber aus geowissenschaftlicher Sicht nicht haltbar.

**MOSBRUGGER:** Ich glaube, es wird wie immer in der Evolution Gewinner und Verlierer geben, je nachdem wie drastisch das Klimasignal ausfällt. Da werden die Karten neu gemischt, und wer sich am besten adaptiert, ist langfristig Gewinner. Jetzt ausschließlich auf Emissionsreduktionen zu setzen, ist unklug. Wir müssen uns darauf einzustellen, dass sich das System immer verändert. Wenn wir die Emissionen noch fünfzig Jahre aufhalten können, wird es eben in hundert Jahren passieren. Jetzt Anpassungsmaßnahmen zu ent-



Den globalen Wandel im Blick: Wie auf dieser künstlerischen Darstellung soll Cryosat-2 ab dem Frühjahr nächsten Jahres die schmelzenden Eisschilde überwachen. Bild ESA



Karin Lochte, Direktorin am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung. Foto Michael Löwa



Volker Mosbrugger, Direktor am Senckenberg-Forschungsinstitut und Museum in Frankfurt. Foto Anna Jockisch



Reinhard Hüttel, Direktor am Deutschen Geoforschungszentrum GFZ in Potsdam. Foto Michael Löwa

wickeln, heißt, so etwas wie ein Erdsystemmanagement ernsthaft anzupacken.

*Man kann dem Weltklimabeirat IPCC kaum vorwerfen, dass er das nicht im Blick hat. Würden Sie sagen, man konzentriert sich weiterhin zu stark auf Emissionen und zu wenig auf Anpassung, auf Adaptationsmaßnahmen?*

**MOSBRUGGER:** In meiner Wahrnehmung ist das so. Mitigation, die Reduzierung der Emissionen, ist gegenwärtig das wichtigste Thema, Anpassungsstrategien werden dagegen vernachlässigt. Warum das so ist, kann ich nicht schlüssig erklären. Meine Vermutung ist, dass das System der Adaptionsmaßnahmen um ein Vielfaches komplexer ist. Es ist im globalen Kontext auch viel schwieriger zu vermitteln als ganz simple Strategien.

*Die Klimamodelle sagen ja zum Teil drastische Veränderungen vorher, auf die wir uns einzustellen haben. Halten Sie die Modelle für ausreichend realistisch, denn immerhin sind die meisten doch schon überfordert, den Übergang von der letzten Eiszeit zum Holozän exakt zu modellieren?*

**LOCHTE:** Die Auflösung der Modelle ist nicht perfekt. Je weiter man in die Vergangenheit zurückrechnet, umso problematischer wird das. Das gilt auch für Hochrechnungen in die Zukunft. Die nächsten fünfzig Jahre können wir wahrscheinlich ganz gut vorhersagen, aber wenn es weiter geht, hundert oder zweihundert Jahre, wird es immer ungenauer.

**HÜTTL:** Aus geowissenschaftlicher Sicht wird deutlich, dass wir grundsätzliche Zusammenhänge noch nicht verstehen. Nehmen Sie Veränderungen im Erdmagnetfeld, die einen Einfluss auf die Magnetosphäre und damit auf die Atmosphäre haben. Und wer hätte vor einigen Jahren noch gedacht, dass das Erdschwerefeld uns mit Klimainformationen versorgen kann? Wir verstehen auch den Gashaushalt der Erdkruste nur in Anfängen. Oder schauen Sie sich die Böden in Deutschland an. Es gibt kaum eine andere Region auf der Erde, wo die Böden besser untersucht sind als hier. Aber dennoch wissen wir noch nicht, ob diese Böden eine Quelle oder eine Senke für Kohlendioxid sind. Es gibt also eine Reihe von Prozessen und Faktoren, die wir nicht richtig einordnen können. Modelle sind notwendig, aber ihre Ergebnisse darf man immer nur mit der nötigen wissenschaftlichen Skepsis beurteilen. Wir haben noch enorme Forschungsdefizite.

**MOSBRUGGER:** Ich denke, Modelle sind die besten Werkzeuge, die wir haben, um Zukunftsszenarien zu entwickeln. Aber man muss auch die Schwachstellen erkennen, die sie haben, und ich behaupte, die Schwachstellen sind nicht immer ausreichend dokumentiert. Das sage ich als jemand, der sich in der älteren Erdgeschichte auskennt, der weiß, dass die Klimamodelle typische Treibhausklimata, wie wir sie rekonstruieren können, nicht abbilden. Eine historische Situation, die komplett eisfrei ist und wo Wälder bis in achtzig Grad nördlicher Breite vorkommen, das bekommt man in Modellen bisher nicht hin. Da können Sie das Kohlendioxid hochfahren bis auf 1000 ppm, aber sie bekommen in achtzig Grad nördlicher Breite kein frostfreies Klima hin. Dennoch wissen wir, dass es das früher gegeben hat.

**LOCHTE:** Diese Defizite in der Modellierung dürfen aber nicht dazu führen, dass wir sagen, das ist ja alles Blödsinn, was ihr modelliert, also lassen wir es sein. Die Modelle sind im Moment das einzige Werkzeug, das es uns ermöglicht, Einblicke in die Zukunft zu bekommen.

*Warum schalten Sie sich als Geowissenschaftler erst jetzt so vehement in die Diskussion um den Klimawandel ein?*

**HÜTTL:** Wir haben durchaus schon immer an der Diskussion mitgewirkt. Aber wir haben vielleicht das Thema anfangs nicht so ernst genommen, wie man es hätte ernst nehmen müssen. Wir haben nicht deutlich genug gesagt, dass man das Klima nur als Teilsystem des ständig variablen Systems Erde verstehen kann, das zudem noch durch extraterrestrische Größen wie solare Strahlung und Orbit beeinflusst wird.

*Meinen Sie, die schon sehr weit fortgeschrittene politische Diskussion ist überhaupt noch zu beeinflussen?*

**HÜTTL:** Die Politik konzentriert sich derzeit fast ausschließlich auf die Kohlendioxidreduktion. Wir wissen aber, dass das System Erde komplex ist. Es gibt natürliche Effekte, die wir so nicht einfach kontrollieren können, wie wir uns das vorgestellt haben. Zusammen führen anthropogene und natürlicher Klimawandel zu Veränderungen im Wachstum von bestimmten Pflanzen oder im Wasserhaushalt. Es ist jetzt Aufgabe der Geowissenschaften, solche regionalen Veränderungen zu erkennen und daraus in die Zukunft projizieren. Es ist eine große Aufgabe für unser Fachgebiet.

**LOCHTE:** Was wir als Geowissenschaftler gut können, ist, wissenschaftlich zu beobachten und zu modellieren. Wir sind nicht diejenigen, die Techniken entwickeln, um jetzt Kohlendioxid zu reduzieren. Wir müssen vielmehr ein Frühwarnsystem werden, das durch den Klimawandel auftretende Veränderungen und Probleme regional erfasst und entsprechende Strategien zur Anpassung entwickelt.

*Können man das Einhalten eines Temperaturkorridors von zwei Grad nicht auch als einen ersten legitimen Schritt zum Erdsystemmanagement betrachten?*

**MOSBRUGGER:** Es ist kein Erdsystemmanagement, wenn man sich nur auf einen Parameter fokussiert. Das ist ja das Problem, das ich damit habe, dass man eine Pauschalgröße herausgreift, dass man versucht, so etwas Ähnliches wie das Montreal-Protokoll zu entwickeln. Da ging es einfach um die Konzentration oder Produktion von FCKW. Jeder versteht, dass man da relativ einfach an den Schrauben drehen kann.

*Was erwarten Sie dann von dem Klimagipfel in Kopenhagen in sechs Wochen?*

**LOCHTE:** Es ist ein wichtiges Ziel, den Zwei-Grad-Korridor anzustreben. Aber dies wird nicht ausreichen. Das Erdsystem ist nicht so einfach zu kontrollieren. Bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien muss man die Veränderungen im gesamten Erdsystem und in der Gesellschaft zusammen betrachten und die Maßnahmen danach ausrichten.

**MOSBRUGGER:** Was ich erwarte und was ich erhoffe ist Zweierlei. Was ich erwarte, ist ein klares verbales Bekenntnis von vielen wichtigen Partnern inklusive der Vereinigten Staaten. Man wird sich auf Handlungsbedarf einigen und einen Schritt weitergehen beim Zertifikate-Handel. Ich glaube aber nicht, dass man es wirklich schaffen wird, substanzielle Fortschritte zu machen. Was das Ziel sein müsste, ist eine globale Governance-Struktur. Wir brauchen eine Initiative für ein Erdsystemmanagement. Ein erster Schritt hierzu ist die Stärkung der Forschung zu Geo-Engineering – hier sehe ich die Stimulation natürlicher Kreisläufe als zentral an.

Das Gespräch führten Horst Rademacher und Joachim Müller-Jung.

## Schützt Harnsäure vor Parkinson?

Ein erhöhter Harnsäuregehalt im Blut schützt offenbar vor einem raschen Fortschreiten der Parkinsonschen Krankheit. Das legen zumindest die Ergebnisse einer Studie nahe, an der 774 anfangs leicht erkrankte Betroffene mitgewirkt haben. Wie Alberto Ascheri vom Massachusetts General Hospital in Boston und seine Kollegen in den „Archives of Neurology“ schreiben, musste im Verlauf von zwei Jahren knapp die Hälfte der Teilnehmer aufgrund einer merklichen Verschlechterung ihres Zustands mit Parkinson-Mitteln behandelt werden. Das Fortschreiten beschleunigte sich umso schneller, je geringer die Konzentration an Harnsäure im Blut war. Hinweise darauf hatte man schon in früheren Untersuchungen gefunden. Unklar ist bislang noch, ob die beim Abbau von Eiweiß anfallende und mit dem Harn ausgeschiedene Harnsäure die beobachtete Schutzwirkung selbst ausübt oder die hierfür Verantwortlichen lediglich begleitet. Selbst wenn sie dem Parkinsonschen Leiden entgegenwirkt, bleibt zu prüfen, wie viel Harnsäure Betroffene tolerieren. Denn in sehr hohen Konzentrationen begünstigt die Verbindung die Entstehung von Gicht und möglicherweise arteriosklerotischer Gefäßschäden. N.v.L.

## Kaltes Quantengas nun auch aus Kalzium

Die Bose-Einstein-Kondensation, die erstmals 1995 bei Rubidiumatomen nachgewiesen wurde, ist jetzt auch bei Kalzium, einem Element aus der Gruppe der Erdalkalimetalle, beobachtet worden. Sebastian Kraft und seine Kollegen von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig haben etwa eine Milliarde Kalziumatome mit intensiven Laserstrahlen eingefangen, isoliert und schrittweise auf Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt gekühlt, wie sie in der Zeitschrift „Physical Review Letters“ (Bd. 103, Nr. 130401) berichten. Fast zwanzigttausend Atome kondensierten schließlich in dem streng geordneten Quantenzustand niedrigster Energie, in dem die Teilchen nicht mehr voneinander unterscheidbar sind, wodurch sie sich gewissermaßen wie ein Superatom verhalten. Kalzium ist damit das erste Erdalkalimetall überhaupt und neben Wasserstoff, Helium, Lithium, Natrium, Kalium, Chrom, Rubidium, Cäsium und Ytterbium das zehnte Element, mit dem man ein Bose-Einstein-Kondensat erzeugt hat. Da Kalziumatome zwei Valenzelektronen und im Grundzustand kein magnetisches Moment besitzen, konnte man zum Kühlen kein Magnetfeld verwenden. Zudem mussten weitere methodische Hürden überwunden werden. F.A.Z.

## Kunststoffmantel für Gehirnimplantate

Dank einer Beschichtung mit einem speziellen Kunststoff reagieren Gehirnimplantate noch sensibler auf Signale der sie umgebenden Nervenzellen. Das berichten Forscher der University of Michigan. Die Implantate konnten dreißig Prozent mehr an Informationen empfangen als herkömmliche Elektroden. Der Kunststoffüberzug besteht aus Pedot, einem elektrisch leitfähigen Polymer aus Abermillionen winzigen Nanoröhren. In früheren Studien hatten die Forscher bereits gezeigt, dass diesem Überzug auch Medikamente beigefügt werden können, die verhindern, dass sich Narbengewebe um die ins Gehirn implantierte Elektrode bildet. So trägt die neue Beschichtung gleich auf zwei Wegen zu der exakten Signalaufnahme der Elektroden bei. Zum einen, weil den niedrigen Nervenzellströmen kein Narbengewebe mehr den Weg versperrt. Zum anderen, weil die umhüllten Elektroden mit einem geringeren elektrischen Widerstand auskommen. Ins Gehirn implantierte Elektroden wurden bisher vor allem für die Therapie von Parkinson und von Querschnittgelähmten verwendet. voel

## Die Welt der Codes

Botschaften nur für Eingeweihte

Codes sind nicht nur aus der Welt der Geheimdienste bekannt, deren Botschaften Unbefugten nicht zugänglich sein sollen. Die frühen Christen kannten Codes, und Forscher wandelten Sätze, in denen sie eine neue Entdeckung verkündeten, in einen Buchstabensalat um. Sie brauchten auf diese Weise eine Entdeckung noch nicht sofort offenzulegen, die Priorität blieb aber gewahrt. In dem von Paul Lunde herausgegebenen Buch „Die Welt der Codes“ werden zahlreiche Beispiele für Codes aus diversen Disziplinen vorgestellt – wobei auch „Botschaften“ berücksichtigt worden sind, die wohl nicht immer gezielt geheim gehalten werden sollten, aber von Eingeweihten trotzdem nicht verstanden wurden, etwa diverse Schriften oder das Alphabet. F.A.Z.

Paul Lunde (Hrsg.): „Die Welt der Codes“, National Geographic Deutschland, Hamburg 2009, 286 S., zahlr. Abb., br., 24,95 Euro.

### ANZEIGE

Ihr Wissenschafts-Archiv für den PC:  
34.000 Berichte aus der FA.Z. auf CD-ROM,  
29,90 € zzgl. Versand.  
Bestellen Sie telefonisch (069) 75 91-10 10, auf  
www.faz-archiv.de/cdrom oder im Buchhandel.

Frankfurter Allgemeine  
ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND

einen dieser sogenannten Proxys allein, man hat immer mehrere, die auch die gleiche Geschichte erzählen müssen. Wenn es eine Veränderung in der Temperatur gegeben hat, dann muss es eine Veränderung in der Eisbedeckung gegeben haben und gleichzeitig eine Veränderung im Wasserzyklus gegeben haben. .

*Würden sie also sagen, diese Klimazeugen sind zuverlässig? Dem Laien erscheinen sie oft als rein akademische Konstrukt?*