

erst ab dem 19. Jahrhundert lieferten Sternwarten systematische Aufzeichnungen. „Direkt lässt sich die von der Sonne auf die Erde treffende Strahlung erst seit 20 Jahren mit Hilfe von Satelliten messen“, sagt Neff.

Was in der brodelnden Masse der Sonne vor sich geht, wenn plötzlich eine riesige Eruption entsteht, das „kapierten die Astronomen einfach noch nicht“ (Neff). Sie können sich außerdem keinen Reim darauf machen, warum Phasen erhöhter Aktivität in so erstaunlicher Regelmäßigkeit wiederkehren.

Alle elf Jahre beobachten die Astrophysiker einen außergewöhnlichen Erregungszustand der Sonne. 200 Jahre lang kehrt dieser Zustand von Zyklus zu Zyklus schneller wieder, die Leuchtleistung der Sonne steigt. Dann nimmt die Intensität rund 200 Jahre lang wieder ab. Die Temperaturen auf der Erde machen diese Achterbahnfahrt mit. In den letzten 120 Jahren spiegelt die Kurve der Sonnenaktivität weit besser den Temperaturanstieg wider als die des zunehmenden CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre (siehe Grafik 197)

Mittlerweile herrscht unter den Forschern weitgehend Einigkeit, dass sich die Erde auf der Achterbahnfahrt gerade bergauf bewegt. Die Anhänger der Kohlendioxid-Theorie glauben jedoch, dass die Sonne daran nur einen geringen Anteil hat.

So haben Klimamodellierer in Hamburg und Potsdam ihre Computer mit den spärlichen Daten zur Sonnenaktivität gefüttert und die Temperaturentwicklung der letzten zwei Jahrhunderte nachrechnen lassen. Am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung kam Andrey Ganopolski zu dem Ergebnis, dass bei der globalen Erwärmung von 0,6 Grad in den letzten 100 Jahren lediglich ein Drittel (also 0,2 Grad) auf das Konto der Sonne gehen: „Ohne den Menschen ist der Temperaturanstieg nicht zu erklären.“

Ähnliche Zahlen spuckten auch die Rechner des DKRZ aus. „Dennoch müssen wir unsere Modelle noch viel stärker mit Messungen zur Sonnenaktivität verfeinern“, gibt DKRZ-Forscher Cubasch zu.

An diesen Daten drohen die Großrechner allerdings zu ersticken. Momentan beziehen die Computer 19 Atmosphärenschichten ein – das reicht bis in 12 Kilometer Höhe. „Für den Sonneneinfluss müssten wir die Wechselwirkungen bis in 120 Kilometer Höhe einfließen lassen“, sagt Cubasch, „das entspricht 90 Schichten.“

Er rauft sich die Haare. Milliarden von Rechenoperationen kostet den Computer jede einzelne Schicht. Mit jeder weiteren potenzieren sich die Schritte, die der Computer leisten muss. Cubasch: „Der Fluch des Klimas ist dessen Komplexität.“

GERALD TRAUFFETTER



HARTMUT SCHWARZBACH / ARGUS

Klimaarchiv\*: „Wir haben unterschätzt, wie stark Sonnenflecken das Wetter steuern“

## „Blühende Landschaften“

Geologe Ulrich Berner über verfrühte Warnungen vor einer Klimakatastrophe, die überschätzten Wirkungen von Kohlendioxid und die Uneinigkeit der Klimaforscher

**SPiegel:** Herr Berner, in Ihrem kürzlich erschienenen Buch „Klimafakten“ behaupten Sie, das Treibhausgas Kohlendioxid habe keine Hauptschuld an der Temperaturerhöhung. Halten Sie die Warnungen vor der Klimakatastrophe etwa für Panikmache?

**Berner:** In der Tat. Natürlich fügt der Mensch der Atmosphäre CO<sub>2</sub> hinzu. Aber wie groß die Auswirkungen auf das Klima sind, das vermag im Augenblick noch niemand zu sagen. Ich bezweifle, dass

der Temperaturanstieg der letzten 150 Jahre vollständig auf CO<sub>2</sub> zurückzuführen ist. Neuere Computersimulationen zeigen, dass wir den Temperaturverlauf nur nachvollziehen können, wenn wir den Einfluss der Sonne mit einberechnen, deren abgestrahlte Energiemenge ständig schwankt.

**SPiegel:** Was sagt denn Ihr oberster Dienstherr, Bundeswirtschaftsminister Werner Müller, zu Ihren Erkenntnissen?

**Berner:** Das Ministerium hat sich sehr positiv zu unserem Buch geäußert. Wir sind eine nachgeordnete Behörde des Wirtschaftsministeriums, weshalb unsere neuen Erkenntnisse dort auch schnell landen.

**SPiegel:** Wie genau muss man sich den Einfluss der Sonne auf unser Klima vorstellen?

**Berner:** Die Sonne wirkt wie ein riesiger Motor, der unser Klimasystem antreibt. Sie brennt allerdings nicht konstant wie eine Glühbirne. In ganz bestimmten Zyklen bilden sich auf ihrer Oberfläche mal mehr und mal weniger Sonnenflecken. Wir haben bislang unterschätzt, wie stark diese Sonnenflecken das Wettergeschehen auf der Erde steuern. Denn erstaunlicherweise ändert sich mit der Zahl der Sonnenflecken auch die Wolkenbedeckung auf der Erde. Wie genau das funktioniert, wissen wir leider noch nicht. Und wenn wir mehr Wolken haben, reflektiert auch mehr Energie zurück in den Weltraum. Sind weniger Wolken da, gelangt mehr Energie in unser irdisches Klimasystem.

**SPiegel:** An welchem Punkt des Sonnenfleckenzyklus befinden wir uns gerade?

**Berner:** Im Rahmen der letzten 150 Jahre erleben wir von Zyklus zu Zyklus einen



HARTMUT SCHWARZBACH / ARGUS

### Der Geologe

Berner, 48, leitet die Klima-Abteilung an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover, einer dem Wirtschaftsministerium unterstellten Bundesbehörde. Neben der Suche nach Rohstoffen und neuen Energieträgern sowie der Erdbebenüberwachung rekonstruiert das Institut auch die Klimageschichte. Dazu ziehen die Wissenschaftler von Forschungsschiffen wie der „Sonne“ Sedimentbohrkerne. Aus diesen Fundstücken rekonstruieren sie dann historische Klimadaten der Erde.



P. HERZIG

Forschungsschiff „Sonne“

\* Sammlung von Salzkernen in der BGR.

Anstieg der Sonnenfleckenintensität, der ziemlich genau den Temperaturverlauf der letzten Zeit nachzeichnet.

**SPIEGEL:** Wollen Sie damit sagen, nicht der Mensch mit seinem massenhaften Ausstoß von Kohlendioxid ist schuld daran, dass sich die Erdatmosphäre aufheizt, sondern die Sonne?

**Berner:** Jedenfalls sind die Klimamodelle, mit denen heute die Temperaturentwicklung vorhergesagt wird, falsch, weil sie diesen wichtigen, wenn nicht gar entscheidenden Faktor einfach ausklammern.

**SPIEGEL:** Eine Arbeitsgruppe von über 600 Klimaforschern des so genannten Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) hat Treibhausgase wie Kohlendioxid und Methan als die eigentlichen Verursacher des Temperaturanstiegs identifiziert. Unterstellen Sie, dass sich alle diese Wissenschaftler irren?

**Berner:** Die Aussagen des IPCC sind überhaupt nicht eindeutig. Innerhalb der Fachgemeinde gehen die Auffassungen weit auseinander. Lediglich die so genannte Summary for Policymakers, die Zusammenfassung für die politischen Entscheidungsträger, suggeriert eine Einigkeit, die in Wahrheit nicht existiert.

**SPIEGEL:** Aber eine Kernaussage der Klimaforscher ist eindeutig: Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre war in den vergangenen 420 000 Jahren noch nie so hoch wie heute. Wagt die Menschheit nicht doch ein globales Glücksspiel mit möglicherweise katastrophalem Ausgang?

**Berner:** In der Erdgeschichte gibt es viele Beispiele dafür, dass Kohlendioxidkonzentration und Temperatur kein Zwillingenleben führten. Es kam immer wieder vor, dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt zunahm und die Temperatur zurückging. Das belegen die für Paläoklimatologen wichtigsten Archive: die Eiskerne aus Bohrungen in der Arktis und Antarktis.

**SPIEGEL:** Aber für den momentanen rasanten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration

gibt es in der jüngeren Erdgeschichte kein Vorbild. Woher nehmen Sie ihre Gelassenheit?

**Berner:** Aus der jüngsten Klimageschichte. Schauen wir uns die letzten 150 Jahre an. Der CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre stimmt nicht mit der Temperaturkurve überein. Bis 1940 hat es einen Temperaturanstieg gegeben, der vom Anstieg des Kohlendioxid überhaupt nicht mitgemacht wurde. Dann wiederum sind Anfang der fünfziger Jahre die Temperaturen gefallen, während das Kohlendioxid in der Atmosphäre zugenommen hat. Viele Klimaforscher nehmen mittlerweile Rückzugspositionen ein und betrachten nur noch die letzten 30 Jahre, in denen man tatsächlich einen gleichzeitigen An-

stieg von Kohlendioxid und Temperatur sieht.

**SPIEGEL:** Beunruhigend ist doch die Prognose des IPCC, dass es sogar in Zukunft noch schneller wärmer wird als befürchtet. Die Schätzungen für die nächsten 100 Jahre variieren zwischen 1,4 bis 5,8 Grad.

**Berner:** Es wird sicherlich schon deshalb eine Temperaturerhöhung geben, weil wir uns noch im Anstieg eines langfristigen Sonnenfleckenzyklus befinden. Nur, wie stark dieser Temperaturanstieg am Ende ausfallen wird, das wissen wir noch nicht. Sicher wird es nicht um 5,8 Grad wärmer, eine solche Vorhersage ist ganz sicher überzogen.

**SPIEGEL:** Die Klimaforscher entdecken bereits heute immer mehr Auswirkungen einer Klimaveränderung: Viele Gletscher ziehen sich zurück, die Erwärmung des Ozeanwassers schreitet voran, und die arktische Meereisdicke ist um 40 Prozent geschrumpft. Wie erklären Sie all diese Beobachtungen?

**Berner:** Die Beobachtungen sind sicherlich richtig. Allerdings ist das Klima nie stabil. Auch ohne Einfluss des Menschen pendelt es zwischen kühleren und wärmeren Zuständen. Und im Augenblick bewegen wir uns in eine wärmere Phase hinein. Wir kommen aus der letzten kleinen Eiszeit, die ungefähr ab dem Mittelalter ausbrach

**„Die Klimamodelle, mit denen heute die Temperaturentwicklung vorhergesagt wird, sind falsch“**

und ihre stärkste Phase im 17. und im 19. Jahrhundert hatte.

**SPIEGEL:** Erst vorvergangene Woche haben 17 nationale Wissenschaftsorganisationen im Magazin „Science“ bei den Politikern Maßnahmen zum Klimaschutz eingefordert. Panikmache?

**Berner:** Auch Wissenschaftler argumentieren in erschreckender Weise monokausal. Dass die Menschheit seit 20 Jahren nur vor dem Treibhausgas CO<sub>2</sub> gewarnt wird, ist eine einseitige Informationspolitik, die ein Umdenken hin zu einem vielschichtigen Klimaverständnis verhindert hat.

**SPIEGEL:** Sie hat aber auch das Bewusstsein auf die Gefahren durch den Klimawandel

gelenkt. Welche Auswirkungen würde eine Aufheizung der Atmosphäre für die Menschheit haben?

**Berner:** Die bevorstehende Temperaturerhöhung wird nichts übersteigen, was die Menschheit nicht schon in früheren Zeiten erlebt hat. Und in der Vergangenheit haben Klimaveränderungen die Menschen immer wieder dazu veranlasst, aktiv zu werden und sich anzupassen. Negatives Beispiel sind sicher die Völkerwanderungen. Aber es hat auch sehr positive Auswirkungen gegeben, beispielsweise während des mittelalterlichen Klimahochs: Damals lebten wir hier in Europa in blühenden Landschaften. Der Weinbau in

England florierte. Er war sogar ein großer Konkurrent für den Weinbau auf dem französischen Festland.

**SPIEGEL:** Mehr als eine Milliarde Menschen lebt in Regionen, wo selbst geringfügige Klimaveränderungen katastrophale Folgen haben könnten. Verhalten Sie sich nicht zynisch angesichts der Bedrohungen, denen ein Bauer in Bangladesch ausgesetzt ist?

**Berner:** Für solche gefährdeten Regionen müssen natürlich Vorkehrungen getroffen werden. In gewissem Rahmen müssten auch Umsiedlungen vorgenommen werden, wenn wirklich katastrophale Änderungen eintreten sollten. Solche erwarte ich aber nicht, denn ein moderater Temperaturanstieg lässt den Meeresspiegel um weniger als einen Meter ansteigen – wenn überhaupt.

**SPIEGEL:** US-Präsident George Bush lehnt das Kyoto-Protokoll zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ab, weil ihm die wissenschaftlichen Argumente dafür nicht reichen. Hat er demnach Recht?

**Berner:** Wenn ihm seine Berater ehrlicherweise sagen, dass sie für die Zukunft keine verlässlichen Klimaprognosen abgeben können, hat er in der Tat allen Grund für seine Zurückhaltung. Dennoch sollte er Energiesparmaßnahmen forcieren.

**SPIEGEL:** Halten Sie demnach das Protokoll von Kyoto, in dem sich die Industriestaaten auf eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes geeinigt haben, für überflüssig?

**Berner:** Nein. Kyoto bewegt schon einiges. Weniger für den Klimaschutz, mehr für Energiesparmaßnahmen.

**SPIEGEL:** Warum sollten wir nicht weiter 3,5 Milliarden Tonnen Öl jährlich verbrauchen, wenn das für das Klima keine negativen Folgen hat?

**Berner:** Weil die leicht zu erreichenden fossilen Energiereserven schon Mitte dieses Jahrhunderts knapp werden. Die Zeiten, als wir große Ölvorkommen gefunden haben, sind definitiv vorbei. Was wir jetzt noch an Erdgas und Erdöl entdecken, ist Beiwerk. Man könnte anfangen, Schweröle, wie wir sie beispielsweise im Orinoco-Becken vorfinden, zu fördern. Oder aber Lagerstätten in größeren Wassertiefen vor den Küstenzonen anzapfen. Doch der finanzielle und technische Aufwand wäre sehr groß.

**SPIEGEL:** Und andere fossile Energieträger wie Methan, das gefroren in großen Mengen unterhalb der Meeresböden lagert?

**Berner:** Für Meeres-Methan gibt es momentan noch keine sichere Fördermethode. Wir müssen einfach realistisch bleiben und regenerative Energiequellen wie zum Beispiel Geothermie erschließen. Das sind wir den nachfolgenden Generationen schuldig. ◆

„Die Temperaturerhöhung wird nichts übersteigen, was die Menschheit früher erlebte“