



Klimaprognostiker Hasselmann, Klimahistoriker Miller: „Die Treibhaus-Vorhersage bleibt wolzig“

KLIMA

# Der Weltuntergang fällt aus

Kommt den Klimapropheten die Katastrophe abhanden? Bei der Konferenz in Kyoto einigten sich die Delegierten auf eine geringe Drosselung der Treibhausgase. Doch in ihrer aktuellen Vorhersage erwarten die Forscher nur noch eine langsamere Erwärmung der Erde.

Im Mai 2070 rasen tropische Wirbelstürme von nie dagewesener Wucht über Norddeutschland hinweg. Im schwülheißen Bayern stechen Malaria-Mücken zu. Weiter südlich, rings ums Mittelmeer, sieht es aus wie in der Sahelzone: Die Büsche sind verdorrt, die Brunnen versiegt. Millionen Flüchtlinge kämpfen ums Überleben.

Letzter Akt im Klimadrama: Die Eiskappen der Erdpole schmelzen ab. Der Meeresspiegel steigt um 70 Meter, die Sintflut ist da. Länder wie Dänemark oder Holland versinken im Meer.

Schon in weniger als hundert Jahren, so prophezeiten Wissenschaftler Ende der achtziger Jahre, könne es zu einem solchen Klimakollaps kommen. Ursache ist das bei der Verfeuerung fossiler Brennstoffe freigesetzte Treibhausgas Kohlendioxid, das die Erdatmosphäre mehr und mehr aufheizt. Umweltschützer, Journalisten und Politiker griffen die düsteren Katastrophenszenarien gern auf.

Zum beliebten Gesellschaftsspiel wurde es fortan, in den Wetternachrichten nach Zeichen für den Klimawandel zu suchen. Hat es je zuvor solche frühlingshafte Weihnachten gegeben wie 1989? War die brütende Sommerhitze 1994 noch normal? Sind die Überschwemmungen an Rhein und Mosel nicht verdächtig? Als drohe ein von Menschenhand geschürtes Fegefeuer, warnten Ökogruppen vor der Treibhaushölle.

Doch der Weltuntergang fällt aus. Mit verfeinerten Computermodellen zeichnen die Klimaforscher jetzt ein weit weniger apokalyptisches Bild von der Zukunft im

Treibhaus als noch vor wenigen Jahren. Von schmelzenden Polkappen oder einer Zunahme der Wirbelstürme ist nun keine Rede mehr.

„Manche meiner Kollegen haben sich in der Vergangenheit zu weit aus dem Fenster gehängt“, sagt der Frankfurter Klimaexperte Christian Schönwiese. „Jetzt kippt die Stimmung. Die Leute trauen unseren Vorhersagen nicht mehr.“

Dennoch haben die Klimaforscher auf die Weltpolitik entscheidenden Einfluß. Das Ringen um CO<sub>2</sub>-Prozente beim Klimagipfel in Kyoto fußte auf Langzeit-Prognosen über Temperatur und Niederschlag, wie sie etwa vom Supercomputer am

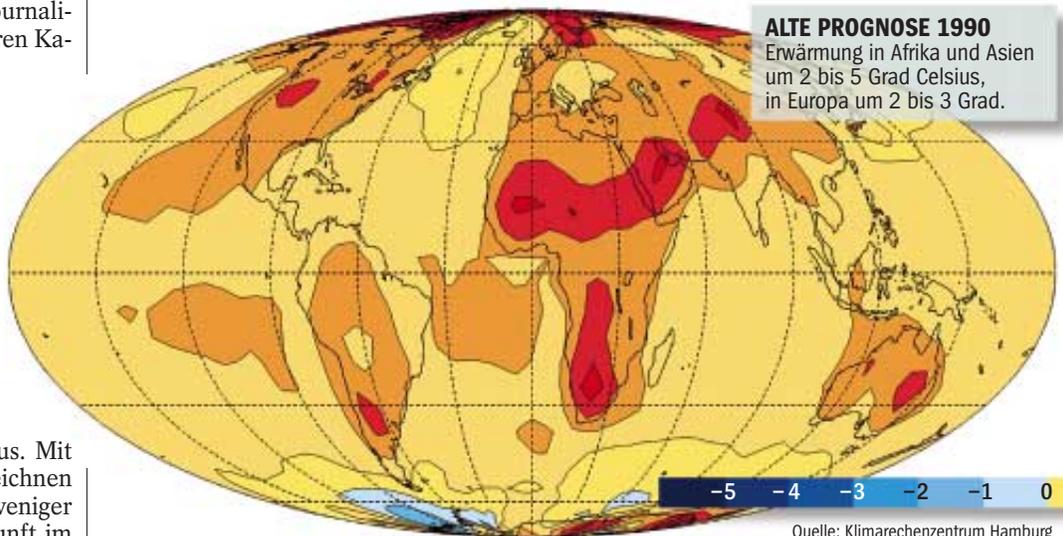
Klimarechenzentrum in Hamburg ausgespuckt wurden.

Weltweit verfügen nur vier Institute über so leistungsstarke Rechner, daß sie Vorhersagen über einen Zeitraum von 100 Jahren wagen können. Alle vier arbeiten mit ähnlichen Computermodellen. „Kritiker beschimpfen uns als Klima-Mafia“, bemerkt Klaus Hasselmann, Chef des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie. „Richtig ist, daß wir uns in den Prognosen fast immer einig sind.“

Beeindruckt von den Zahlen und Daten der Superrechner, einigten sich Diplomaten und Politiker Mitte letzter Woche doch noch auf eine bescheidene Reduzierung

## Fieber gesenkt

Geänderte Vorhersage der Erderwärmung bis Mitte des 21. Jahrhunderts



der Treibhausgase. Die Industriestaaten wollen demnach den Ausstoß von Kohlendioxid und Methan bis spätestens 2012 um 5,2 Prozent zurückfahren – wobei die USA 7 und die Europäer sogar 8 Prozent einsparen sollen. Allerdings wird, wie von den Amerikanern gefordert, auch der Handel mit Emissionsrechten erlaubt sein. Rußland, das aufgrund seiner zusammenbrechenden Industrie mehr Kohlendioxid vermeidet als vorgesehen, könnte Klima-Gutscheine an Länder wie die USA verkaufen, die ihre Emissionen nicht so leicht in den Griff bekommen.

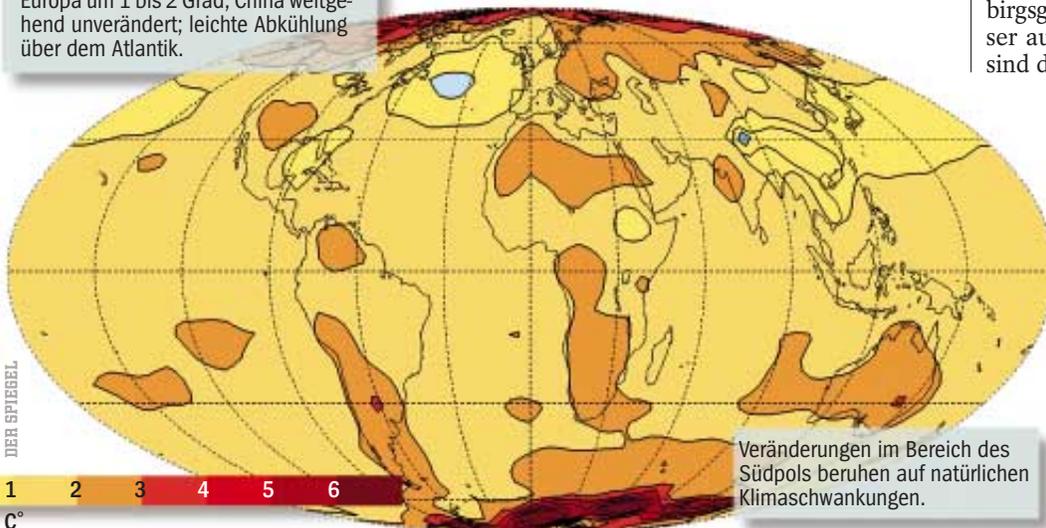
Delegierte aus Europa, die eine Verringerung der Treibhausgase um 15 Prozent angestrebt hatten, waren enttäuscht. Doch Klimaforscher beurteilten die Ergebnisse von Kyoto gar nicht so negativ, dies sei zumindest mal ein Anfang. „Der Bremsweg ist lang“, hatte Klaus Hasselmann noch vor Beginn der Klimakonferenz erklärt. „Theoretisch können wir uns mit dem Energie-sparen noch Jahrzehnte Zeit lassen. Aber je später wir reagieren, desto schwerer wird für die Volkswirtschaften die Umstellung.“

Die neue Bescheidenheit ist unter anderem damit zu erklären, daß die Klimaforscher inzwischen von einer langsameren Erwärmung der Erdatmosphäre ausgehen. Auch wird manchen von ihnen zunehmend bewußt, auf welch dünnem Eis sie sich mit ihren Computermodellen bewegen.

Für falsch halten die Klimapropheten mittlerweile frühere Vorhersagen, nach denen der Treibhauseffekt zu mehr Unwettern führen werde. „Ganz im Gegenteil“, sagt Lennart Bengtsson, Leiter des Hamburger Modelliererteams. „Wenn es wärmer wird, werden sich weniger Stürme über uns zusammenbrauen.“

#### NEUE PROGNOSE 1997

Aufgrund verbesserter Klimamodelle und nach Einbeziehung der Wirkung von Schwefelpartikeln (Aerosolen): Erwärmung in Afrika um 0 bis 3 Grad, in Europa um 1 bis 2 Grad; China weitgehend unverändert; leichte Abkühlung über dem Atlantik.



Veränderungen im Bereich des Südpols beruhen auf natürlichen Klimaschwankungen.



J. SUTCLIFFE / SIPA

Sturmflut in England (1991): Bald ruhigere Zeiten?

Daß eher ruhigere Zeiten bevorstehen, ist plausibel zu erklären: Nach den Klimamodellen heizen sich die kälteren Weltregionen stärker auf als die wärmeren. Die Temperaturunterschiede auf dem Planeten werden tendenziell geringer. Vor allem von dem Temperaturgefälle in der Atmosphäre hängt es aber ab, wie stark die irdische Windmaschine auf Touren kommt.

Gestützt wird die veränderte Deutung durch neuere Funde aus Grönland. Seit Hunderttausenden von Jahren haben Schneestürme den Grönlandgletscher mit neuen Eisschichten überzogen. Entstanden ist ein einzigartiges Klimaarchiv, das europäische Forscher in den letzten Jahren ausgegraben haben.

„Größere Mengen Staub im Eis weisen stets auf heftige Stürme hin“, erläutert der Glaziologe Heinz Miller vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, der die Eisbohrungen geleitet hat. „Nach unseren Unter-

suchungen war es demnach während warmer Zeiten eher ruhig. Besonders stürmisch wurde es hingegen während der Eiszeiten. Dann wehte Staub aus der Sahara bis nach Grönland.“

Einigkeit besteht unter den Fachleuten nunmehr auch darin, daß die Eiskappen an den Polen auf keinen Fall schmelzen werden. Die Durchschnittstemperatur in der Antarktis beträgt minus 30 Grad – so viel Öl und Kohle können die Menschen gar nicht verbrennen, daß dieser gewaltige Eisblock auftaut.

Im Gegenteil: Nach den aktuellen Klimamodellen wird die Antarktis sogar an Masse zunehmen. Denn die Erwärmung führt dazu, daß mehr Wasser verdunstet, von dem ein Teil dann in der Antarktis als zusätzlicher Schnee vom Himmel fällt – der südpolare Eispanzer wächst. „Leider steht der Quatsch von den schmelzenden Polkappen sogar schon in Schulbüchern“, klagt Schönwiese.

Strittig bleibt vorerst, ob sich bei steigenden Temperaturen tatsächlich die Gebirgsgletscher der Welt zunehmend in Wasser auflösen werden. Allein in den Alpen sind die Eismassen seit Mitte letzten Jahr-

hunderts um die Hälfte zusammengeschnitten. „Im Hochmittelalter waren die Alpengletscher allerdings schon einmal genauso stark geschrumpft“, erklärt Glaziologe Miller. „Insofern kann das ein ganz natürlicher Prozeß sein, der sich irgendwann auch wieder umkehrt.“ In den letzten Jahren seien die Alpengletscher bereits langsamer weggeschmolzen, in Norwegen wüchsen sie sogar.

Aber selbst wenn die Gebirgsgletscher weiter schwinden sollten, werde ihr Schmelzwasser den Wasserpegel der Weltmeere nur unwesentlich erhöhen, meint Mil-

ler: „Gemessen an der gesamten Eismasse der Erde liegt ihr Anteil unter einem Prozent.“

Dennoch wird der Meeresspiegel, so sagen es die aktuellen Computermodelle voraus, bis Ende nächsten Jahrhunderts um 10 bis 20 Zentimeter ansteigen – schon allein deswegen, weil sich das Wasser der Ozeane aufgrund der höheren Temperaturen ausdehnen wird.

Eine Pegelerhöhung von 20 Zentimetern dürfte aber kaum zu verheerenden Flutkatastrophen führen. Weder wird Holland unter Wasser stehen noch wird Ostfriesland von der Landkarte verschwinden. Auch bislang als besonders bedroht angesehene Tropeninseln wie die Malediven bleiben vermutlich vom Absaufen verschont; denn solche von Korallen gebildeten Atolle können pro Jahrhundert um bis zu 30 Zentimeter in die Höhe wachsen – also genauso schnell, wie der Meeresspiegel ansteigen wird.

Noch stärker heben sich, weil dort ständig neue Sedimente angeschwemmt werden, Mündungsgebiete von Flüssen – wohl kein erhöhtes Überschwemmungsrisiko also für die 125 Millionen Einwohner von Bangladesch.

Daß der Meeresspiegel weit geringer ansteigt als in den früheren Prognosen erwartet, hängt unter anderem damit zusammen, daß die Modellierer jetzt auch eine deutlich langsamere Aufheizung des Weltklimas erwarten. Nach der aktuellen Prognose wird es Ende des nächsten Jahrhunderts auf der Erde um zwei Grad wärmer sein als heute (mit einer Ungewißheit von je einem Grad nach oben oder unten). In der 1990 abgegebenen Vorhersage war der Temperaturanstieg noch um die Hälfte höher angesetzt (siehe Grafik Seite 176).

Zur Abflachung der irdischen Fieberkurve kam es, weil die Modellierer bei ihren Berechnungen nun auch sogenannte Aerosole miteinbezogen, Schwefelpartikel, wie sie bei der Verbrennung von Öl und Kohle oder bei Vulkanausbrüchen entweichen. Dieser in die Luft geschleuderte Dreck (der auch am sauren Regen beteiligt ist) wirkt wie eine getönte Brille, läßt also weniger Sonnenlicht durch; Folge: die Erdoberfläche kühlt ab.

„Wir hatten die Aerosole unterschätzt“, erklärt Hasselmann – ein Hinweis auf die prinzipiellen Schwächen der Computerhochrechnungen fürs Klima. Modelle sind nur unvollständige Abbildungen der Wirklichkeit – in der Computersimulation ist auch die A-Klasse von Mercedes nicht gekippt. „Wir sollten in der Tat von der Modellgläubigkeit wegkommen“, sagt Meteorologe Schönwiese.

„Gut, daß die Klimamodellierer endlich die Aerosole berücksichtigt haben. Aber andere Faktoren, die den Treibhauseffekt abschwächen oder verstärken können, haben sie leider immer noch verges-

sen“, bemängelt auch der Atmosphärenphysiker Ernst Augstein vom Alfred-Wegener-Institut. Ob es am Ende wirklich zu einer spürbaren Erwärmung kommen werde, sei deshalb noch „keineswegs erwiesen“:

- ▶ Um welche Fläche genau wird beispielsweise der Eispanzer der Antarktis zunehmen? Größere Eisflächen reflektieren das Sonnenlicht und kühlen auf diese Weise den Planeten ab.
- ▶ Werden die sich erwärmenden Weltmeere nach Art einer Sprudelflasche das in ihnen gespeicherte Kohlendioxid ausgasen? Dann würde sich die Erwärmung sogar beschleunigen.
- ▶ Um wieviel schneller wachsen Pflanzen und Meeresalgen in einem milderen Klima? Die Wucher-Fauna könnte mehr Kohlendioxid speichern und so den Treibhauseffekt wiederum bremsen.

Weit komplizierter noch sind die Wirkungen der Wolken. An ihrer Oberseite gleichen sie gigantischen Spiegeln am Himmel, die das Sonnenlicht zurück in den Weltraum werfen; folglich fällt die Temperatur. Mit ihrer Unterseite hingegen halten sie die vom Erdboden abgestrahlte Wärme zurück; die Temperatur steigt. Welcher Effekt überwiegt, hängt von der jeweiligen Form der Wolken ab und von der Höhe, in der sie entstehen. Zumindest im heutigen Klima kühlen alle Wolken gemeinsam den Planeten ab.

Bei steigenden Temperaturen, soviel scheint sicher, wird mehr Wasser verdunsten; folglich werden sich auch mehr Wolken bilden. Ob dieser Effekt aber die Klimaerwärmung zu mindern vermag oder sie gar noch verstärkt, ist offen. Um Einzelheiten der Wolkenentstehung zu simulieren, sind die Computermodelle zu grobmaschig.

„An den Wolken beißen wir uns noch die Zähne aus“, gibt der Hamburger Chefmodellierer Bengtsson zu. Und auch das Wissenschaftsblatt „Science“ kommentierte unlängst bissig: „Die Treibhaus-Vorhersage bleibt wolkgig.“

Noch nebulöser ist, wer beim Klimaroulette zu den Gewinnern und wer zu den Verlierern gehören wird, wenn die Erdtemperatur tatsächlich bis Ende nächsten Jahrhunderts um zwei Grad steigt.

„Genaue Antworten, wem der Treibhauseffekt nutzen und wem er schaden wird, kann noch niemand liefern“, erklärt Hans-Joachim Schellnhuber, Leiter des Instituts für Klimafolgenforschung in Potsdam.

„Ein Blick in die Klimageschichte zeigt aber, daß wir eine leichte Erwärmung nicht fürchten müssen“, spekuliert der Gletscherforscher Miller. „Als es zwischen 900 und 1350 in Europa knapp ein Grad wärmer war als heute, konnten die Wikinger auf Grönland Viehzucht betreiben. Als es später hingegen um den gleichen Betrag kälter wurde, reifte vielerorts das Getreide nicht mehr aus. Hungersnöte und Epidemien wüteten.“ ♦