

# Der Klimaprophet

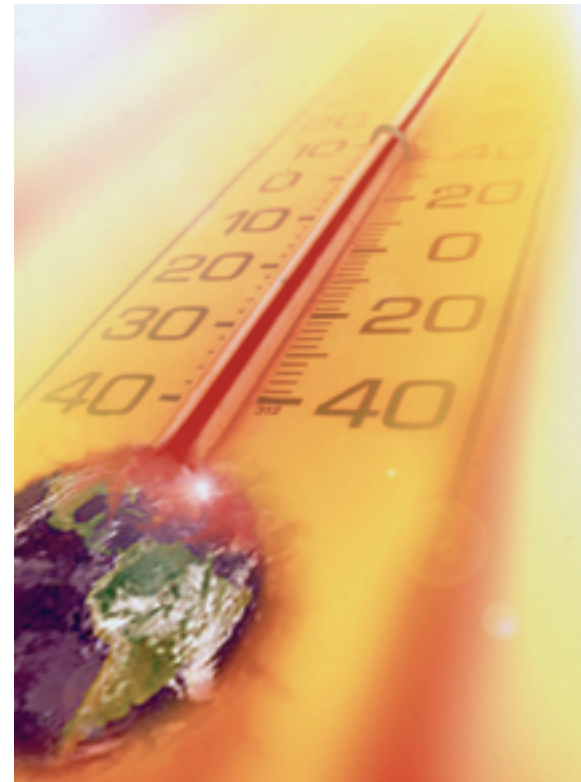
Am 16. Februar 2005 trat das Kyoto-Protokoll in Kraft. In diesem Abkommen hat sich die Staatengemeinschaft zum ersten Mal auf verbindliche Ziele und Maßnahmen für den Klimaschutz geeinigt. Es schreibt eine Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen fest, die als Auslöser einer globalen Erwärmung angesehen werden. Max-Planck-Forscher hatten diese Problematik schon vor 30 Jahren erkannt: Im Juni 1975 beschrieb Christian Junge, wie der Mensch das Klima verändert.

Seit den 1970er-Jahren arbeitet die Max-Planck-Gesellschaft intensiv auf dem Gebiet der Klimaforschung. Damals gab es einen grundlegenden Wandel: Aus der traditionellen Klimatologie, die sich vor allem mit unterschiedlichen klimatischen Verhältnissen der Erde befasste, wurde eine Wissenschaft, die das Klima als ein komplexes dynamisches System mit vielfältigen physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen zu untersuchen begann. Auf dieses Umdenken reagierte die Max-Planck-Gesellschaft 1975 mit der Gründung eines Instituts für Meteorologie in Hamburg. Als Gründungsdirektor wurde Klaus Hasselmann berufen – ein Physiker, der sich bis dahin mit Problemen der Ozeanografie und Geophysik beschäftigt hatte. „Man dachte wohl“, so Hasselmann später, „wer in das noch ungeformte Gebiet der Klimaforschung einsteigen wollte, musste als wichtigstes Rüstzeug nicht so sehr Spezialwissen als allgemeine Kenntnisse der physikalischen Systemanalyse mitbringen.“

Im selben Jahr wies auf einer Veranstaltung erstmals ein Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft öffentlich auf die Dringlichkeit des Klimaschutzes hin: Am 18. Juni 1975 hielt Christian Junge, Leiter der Abteilung Atmosphärenchemie am Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie, auf der Hauptversammlung der Gesellschaft in Hamburg einen Vortrag mit dem Titel „Die Entstehung der Erdatmosphäre und ihre Beeinflussung durch den Menschen“.

Zunächst schilderte Junge, wie sich Geochemiker die Entwicklung der Ozeane und der Atmosphäre vorstellen, beschrieb die Prozesse, die zur Anreicherung bestimmter Gase in unserer Atmosphäre führten, und erläuterte, wie deren Konzentration durch das dynamische Gleichgewicht ihrer Kreisläufe bestimmt wird. „In diesen zum Teil sehr komplexen Chemismus greift nun der Mensch in zunehmendem Maße ein und führt globale Veränderungen der Zusammensetzung unserer Atmosphäre herbei, die unter Umständen wichtige Konsequenzen haben können“, sagte Junge.

Schon Anfang der 1940er-Jahre betonte ein britischer Wissenschaftler, dass seit Beginn des 20. Jahrhunderts der Gehalt der Atmosphäre an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) anzusteigen scheine – allerdings waren die vorliegenden Daten noch sehr unsicher. 1957 wurde in einer von Menschen ungestörten



Die Erwärmung der Erde schreitet voran – und ist von den Menschen „hausgemacht“.

Umgebung auf Hawaii am Observatorium Mauna Loa mit genauen Messungen begonnen. Die seither kontinuierlich fortgeführten Aufzeichnungen ließen eine vegetationsbedingte jährliche Schwankung erkennen, die offenbar von einem langsamen Anstieg überlagert wird. Dieser ist durch den Menschen verursacht und zeigt global kaum Unterschiede – eine Folge der recht langen atmosphärischen Lebenszeit des CO<sub>2</sub>.

Hier drängte sich die Frage auf, wie der voraussichtliche CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Zukunft aussehen und welche möglichen Konsequenzen er für das Klima haben wird. Anhand damals vorliegender Abschätzungen des künftigen Verbrauchs an fossilen Brennstoffen vermutete Christian Junge, dass bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts mit einer Verzehnfachung der CO<sub>2</sub>-Produktionsrate zu rechnen sei. Man müsse deshalb bis 2050 von einem CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre zwischen 100 und 300 Prozent ausgehen.

Der Gehalt der Atmosphäre an gasförmigem CO<sub>2</sub> (und H<sub>2</sub>O) führt dazu, dass die Temperatur der Erdoberfläche erheblich höher ist, als sie ohne diese Gase wäre. Ursache dafür ist der Treibhauseffekt: Die von der Erdatmosphäre durchgelassenen kurzwelligen Sonnenstrahlen heizen die

Erdoberfläche auf, die ihre Wärme in Form langwelliger Strahlung wieder abgibt. Diese wird von den in der Atmosphäre enthaltenen Gasen absorbiert. Daher erhöht sich mit zunehmender Gaskonzentration in unserer Atmosphäre die Oberflächentemperatur. Erste Berechnungen hatten ergeben, dass die mittlere Temperatur der Erdoberfläche bei einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehalts von damals 320 ppm auf 640 ppm um mehr als 2 Grad Celsius ansteigt.

Christian Junge war sich der Unsicherheit derartiger Abschätzungen allerdings bewusst: „Leider ist der Aussagewert solcher Rechnungen sehr beschränkt, da das CO<sub>2</sub>-Klima-Modell wichtige meteorologische Rückkopplungsvorgänge gar nicht berücksichtigt.“ Diese Effekte, die teils verstärkend, teils abschwächend wirken, ließen sich damals noch nicht einmal qualitativ überschauen. Die berechneten Temperaturveränderungen könnten deshalb noch erheblichen Änderungen nach beiden Seiten hin unterworfen sein.

Die Unsicherheit des zu erwartenden Effekts sei zweifellos ein Element, das nicht zur Beruhigung beitrage. Es komme noch der wichtige Umstand hinzu, dass eine einmal eingetretene Störung des CO<sub>2</sub>-Systems Jahrzehnte benötige, ehe sie sich wieder ausgleicht. Daher bestehe kaum ein Zweifel, so Junge zusammenfassend, dass die Menschheit in etwa zwei Generationen bezüglich des CO<sub>2</sub> einem sehr ernststen Problem gegenüber stehen werde.

Auch auf das Thema Chlorfluormethane und deren möglichem Einfluss auf das atmosphärische Ozon ging der Max-Planck-Wissenschaftler ein. Die amerikanischen Chemiker M. J. Molina und F. S. Rowland hatten 1974 nachgewiesen, dass die – überwiegend als Kühlmittel in Kälteanlagen und Treibmittel in Sprühdosen genutzten – CFM die stratosphärische Ozonschicht abbauen und

## Die WELT, 18. Juni 1975

Professor Christian Junge, Direktor der Abteilung Chemie der Atmosphäre am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz, hat auf der Hauptversammlung der Max-Planck-Gesellschaft in Hamburg gewarnt, Kohle und Öl in immer noch steigenden Mengen zu verbrennen. Wenn es hier nicht eines Tages eine Begrenzung gebe, sagte er, dann seien Auswirkungen auf die oberen Schichten der Atmosphäre nicht auszuschließen. Zwar ist, so Junge, die Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Luft einstweilen noch zu gering, als dass es solche Auswirkungen geben könnte, bei einem stetigen Mehr an Verbrennungsrückständen aber müsse es zu Veränderungen in der Atmosphäre kommen und dann, so zeigten es die Modellrechnungen, könnten etwa Mitte des nächsten Jahrhunderts die mittleren Temperaturwerte durchaus um einige Grad (das heißt: erheblich) steigen.

damit deren UV-Schutzwirkung verringern. Das könne laut Junge eine allgemeine Zunahme des Hautkrebses mit sich bringen. (Seit Ende der 1970er-Jahre wird jeweils im Frühjahr über der Antarktis ein Ozonloch beobachtet – Folge einer drastischen Abnahme des Gesamtozons in der Stratosphäre).

„Alle diese meist plötzlich auftretenden Umweltprobleme zeigen“, so Junges Fazit, „wie un-

send wir über den Spurenstoffmechanismus unserer Umwelt, insbesondere des Mediums, in dem wir leben, nämlich unserer Atmosphäre, tatsächlich sind. Hier ist noch viel Grundlagenforschung notwendig, um zunächst das Verhalten der noch unbeeinflussten Atmosphäre zu verstehen. Erst wenn dieses Verständnis vorliegt, können wir die globalen und regionalen Auswirkungen unserer industriellen Zivilisation mit einiger Sicherheit beurteilen und brauchen nicht zu warten, bis wir per Zufall über die Probleme stolpern und dann in der Eile falsche, voreilige oder verspätete Alarme geben.“

Diese Grundlagenforschung hat seither zu einer Vielzahl neuer Erkenntnisse geführt, die ihrerseits politische Entscheidungen nach sich zogen. So legte Paul Crutzen, Junges Nachfolger am Mainzer Max-Planck-Institut, im Jahr 1986 eine detaillierte Theorie über die Ursachen des rapiden antarktischen Ozonverlustes vor – für die er gemeinsam mit Molina und Rowland 1995 den Chemie-Nobelpreis erhielt. Weltweit nahm man diese Warnungen ernst und verabschiedete 1987 das Montrealer Protokoll, das die Herstellung und Verwendung von CFM – heute Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) genannt – und anderen die Ozonschicht angreifenden Treibgasen stark einschränkt. Inzwischen zeigt dieses Abkommen Wirkung: Der alljährliche antarktische Ozonabbau, der ursprünglich 7 Prozent betrug, ist auf 3,5 Prozent gesunken.

Auch die Klimamodelle sind seither erweitert und entscheidend verbessert worden; in ihnen wird jeweils das aktuelle Wissen über Klimaprozesse zusammengefasst. Hartmut Grassl vom Max-Planck-Institut für Meteorologie – einer der führenden Klimaforscher, der von 1994 bis 1999 das Weltklimaprogramm der Vereinten Nationen geleitet hat – hob in einem Interview die Bedeutung solcher Modelle hervor: „Sie haben, getestet mit Beobachtungsdaten, geholfen, viele Prozesse aufzuklären. Gefüttert mit dem erwarteten Verhalten der Menschheit erlauben sie Szenarienrechnungen (was wäre, wenn ...?) der Klimaentwicklung für etwa 100 Jahre.“ Allerdings haben die Modelle eine entscheidende Schwäche: „Die Unkenntnis über das wirkliche Verhalten der Menschheit.“ Dieser Mangel könnte zum Teil behoben werden, wenn das Kyoto-Protokoll und sein bis zum Jahr 2012 zu beschließendes Nachfolgeabkommen greifen. MICHAEL GLOBIG



Foto: Corbis / MPG