

strieländer, die Entwicklungsländer sollten sich »am eigenen Schopf herausziehen«. Aber was passiert dann? Der Protektionismus feiert Urständ. Vom schwer verschuldeten Brasilien bis hin zum verarmten Bangladesch und den winzigen Malediven wurden überall dort Barrieren errichtet, wo diese Länder eine Möglichkeit entwickelt haben, sich erfolgreich am Export zu beteiligen.

Weltweite Verantwortung

Eine gerechte internationale Ordnung wird sich auch mit den Ozeanen, dem Meeresboden, der Antarktis und dem Weltraum befassen müssen. Diese nicht unter nationaler Hoheit stehenden Gebiete sind das gemeinsame Erbe der Menschheit. Gegenwärtige Trends der Völkerrechtsentwicklung berücksichtigen dies zwar, aber die Verwaltung dieser Gebiete liegt in der Hand von Staaten, denen Reichtum oder moderne Technologien einen Vorsprung geben. Die Seerechtskonvention schuf die Grundlage, auf der seefahrende Staaten ihre küstenfernen Ressourcen schützen können; kleine und schwache Staaten aber sind auch weiterhin gefährdet durch räuberisches Abfischen und die Verklappung von Abfällen im Meer. Des weiteren hat die Weigerung der Vereinigten Staaten und einer Reihe anderer Industrieländer, das Übereinkommen zu unterzeichnen beziehungsweise zu ratifizieren, Zweifel daran wachsen lassen, ob international verlässliche Regeln überhaupt akzeptiert werden.

Beim Antarktis-Vertrag sieht es etwas günstiger aus, zumindest was das Ziel des Umweltschutzes angeht. Doch die Industrieländer, die den bisherigen Antarktis-Vertrag tragen, müssen sich fragen, ob sie das Recht haben, einen ganzen Kontinent im Namen der gesamten Menschheit zu verwalten. Ähnliche Probleme ergeben sich hinsichtlich der Nutzung des Weltraums für industrielle Zwecke. Dies sind komplexe Probleme. Dauerhafte Entwicklung aber erfordert auch die Beantwortung dieser Fragen.

*

Ich habe hier nur einige Felder anreißen können, mit denen sich die Kommission auseinandergesetzt hat und bei denen gegenwärtig die Interessen von Nord und Süd, von Ost und West aufeinandertreffen. Deutlich wird dabei, daß in weiten Teilen in den Industrieländern die Verpflichtungen negiert werden, bei der Schaffung weltweiter, dauerhafter Entwicklung nicht nur Zu-

schauer zu sein, sondern aktiver Teil. Ich sehe Zeichen der Hoffnung. Sie beruhen auch auf Idealismus und der internationalen Solidarität. Dies wurde mir bewußt anlässlich der Vorstellung des Berichts der Kommission in London, als einer der jungen Leute aus Indonesien, die eingeladen waren, den Bericht von Gro Harlem Brundtland entgegenzunehmen, sagte:

»Bitte, Präsidenten, Premierminister und Generäle, hört auf die Armen, auf die Stimme der hungrigen Menschen. Hört auf den lautlosen Tod sterbender Wälder, Seen, Flüsse und der Meere, der sterbenden Böden der Erde, vergiftet und zertreten durch menschliche Gier, Armut und Ungerechtigkeit. Wir, die Jungen, hören sie laut und deutlich!«

Ich hoffe, daß vor allem in den Industrieländern endlich erkannt wird, daß die Armen der Welt, wenn ihnen nicht geholfen wird, eine dauerhafte Entwicklung zu erreichen, nicht nur ihre eigene Umwelt, sondern den ganzen Planeten zerstören könnten. Die Botschaft des Brandt-Berichts war, daß arme und reiche Länder durch gemeinsame Interessen verbunden sind. Die Weltkommission zu Umwelt und Entwicklung unterstützt diese Aussage mit allen Kräften.

Der Weg zu dauerhafter Entwicklung erfordert Weitsicht und Internationalismus. Daran mangelt es immer noch, aber beides läßt sich auf Dauer nicht ersticken mit den Gewohnheiten eines anderen Zeitalters, insbesondere durch die Mißachtung multilateraler Institutionen seitens mächtiger Nationalstaaten, durch fehlende Unterstützung für das UN-System, durch die kümmerliche Finanzierung der internationalen Finanzierungseinrichtungen und durch die Mißachtung internationaler Abkommen. Ich bin überzeugt, daß unsere Vorstellungen von der Zukunft immer weniger von überwiegend nationalen Ideen geprägt sein werden, je mehr wir uns dem nächsten Jahrtausend nähern. Verschwindende Wälder betreffen nicht nur Indonesien oder Brasilien; die Beschädigung der Ozonschicht der Erde, die Verbreitung des sauren Regens und atomare Niederschläge beunruhigen keineswegs nur die Verursacher. Die Dauerhaftigkeit des Fortschritts der Menschheit hängt zu einem ganz wesentlichen Teil davon ab, daß wir erkennen, daß wir Nachbarn sind auf einem kleinen und verwundbaren Planeten, und daß unsere Pflicht, füreinander zu sorgen, eine Verpflichtung auf Gegenseitigkeit ist.

Letztlich fordern Brandt, Palme und nun auch Brundtland das gleiche: Wir brauchen eine neue Ethik des menschlichen Überlebens – und wir brauchen sie bald.

Mensch und Klima

Das Weltklimaforschungsprogramm der Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

HERMANN FLOHN

Das Wetter: alltägliches Ereignis, banaler Gesprächsstoff, vom Walten der Naturkräfte geprägt und somit scheinbar vom Menschen unabhängiges Geschehen – und doch von menschlichem Tun und Lassen beeinflusst. Wie allerdings die Zusammenhänge genau beschaffen sind, ist in vielem noch ungeklärt. Hier erfüllt ein Teil des UN-Systems eine wesentliche Aufgabe: die aus der 1873 gegründeten »Internationalen Meteorologischen Organisation« hervorgegangene »Weltorganisation für Meteorologie« (WMO), Sonderorganisation seit 1951, die im Mai in Genf ihren 10. Weltkongreß abhielt, leistet auf ihrem spezifischen Gebiet einen Beitrag zur Lösung der Weltprobleme durch die Vereinten Nationen. War sie zunächst im wesentlichen mit Aufgaben wie der Standardisierung der nationalen Wetterdienste beschäftigt, so ist sie heute führend bei der weltweiten Koordinierung der Wetterbeobachtung und der Klimaforschung. Berührungspunkte ergeben sich bei ihren Aktivitäten auch zu anderen Einrichtungen im UN-System, etwa zur Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) mit ihrem Programm »Der Mensch und die Biosphäre« und zum

Umweltprogramm (UNEP). Über die Weltklimakonferenz von 1979 hat der Autor des folgenden Beitrags bereits in VN 3/1979 S.108ff. berichtet. Genannt seien an dieser Stelle auch die früheren Artikel über die WMO in dieser Zeitschrift: Hermann Sebastian, Zwanzig Jahre Entwicklungshilfe der Weltorganisation für Meteorologie, VN 3/1973 S.78ff.; Ernst Lingelbach, Die Welt-Wetter-Wacht der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), VN 6/1971 S.165ff.; Erich Süßenberger, Wetterdienst als weltweite Aufgabe, VN 3/1963 S.94ff.

Das Weltklimaforschungsprogramm

Als im Februar 1979 die Weltklimakonferenz in Genf zu Ende ging, war ihr wichtigstes Ergebnis – ein Weltklimaforschungsprogramm (WCRP) – in den Grundzügen umrissen. In welchem Umfang es realisiert werden könnte, war wohl keinem der Beteiligten klar. Dieses Programm schloß sich unmittelbar an ein großes internationales Unternehmen an, das Globale Atmosphärenforschungsprogramm (GARP), das letzten Endes auf die Resolu-

tion 1721 C der Generalversammlung der Vereinten Nationen von 1961 zurückging, in der Fortschritte in den atmosphärischen Wissenschaften gefordert worden waren, um die Wettervorhersage zu verbessern und um die Untersuchung der physikalischen Prozesse zu fördern, die das Klima beeinflussen. Derartige Aufgaben — die nur im Weltmaßstab in Angriff genommen werden können — fordern ein Zusammenwirken der WMO, die für die Koordinierung meteorologischer Beobachtungen aller Art verantwortlich ist, mit der Dachorganisation der internationalen naturwissenschaftlichen Vereinigungen (International Council of Scientific Unions, ICSU). 1967 kam es zu einem Übereinkommen; ein gemeinsamer Organisationsausschuß wurde errichtet. Dieser veranstaltete 1974 ein internationales Experiment mit Schiffen und Flugzeugen im tropischen Atlantik und vor allem (vom Dezember 1978 bis November 1979) ein erstes globales Experiment (FGGE). In letzterem wurde mit den klassischen Beobachtungen zum ersten Mal die ganze Fülle der Satellitendaten kombiniert, die nunmehr allen Wissenschaftlern zur Verfügung gestellt werden können. Aus den Serien der in 30 Minuten Abstand erfolgenden Bildern von ortsfesten Satelliten lassen sich anhand der Feststellung der Zugrichtung der Wolken Aussagen über die Winde machen. Hinzu treten Messungen der Oberflächentemperatur des Meeres und der Wolkenoberfläche, die in den Tropen ein Maß für Intensität des Niederschlages liefern.

Dem ICSU gehören die großen internationalen »Unionen« (zum Beispiel für reine und angewandte Physik, für reine und angewandte Chemie, für Geodäsie und Geophysik) an. Sie umfassen wieder jeweils mehrere spezialisierte »Assoziationen«, so die zuletzt genannte unter anderem solche für Meteorologie und Physik der Atmosphäre, für physikalische Ozeanographie oder für hydrologische Wissenschaften. WMO und ICSU gründeten nach der Weltklimakonferenz von Genf einen gemeinsamen wissenschaftlichen Ausschuß (JSC) zur Vorbereitung und Koordination des Weltklimaprogramms mit seinen vielen Teilprojekten. Zu diesen gehören zunächst

> das *Programm zu Tropischen Ozeanen und Atmosphäre* (TOGA) zum Studium der Wechselwirkung zwischen tropischen Ozeanen und der globalen Atmosphäre, besonders zu intensivem Studium der Ereignisse im Zusammenhang mit der El-Niño-Störung über dem äquatorialen Pazifik, ihrer Vorgeschichte und ihrer Auswirkungen,

> das *Internationale Satelliten-Wolken-Klimatologieprojekt* (ISCCP) zur Auswertung der ungeheuer umfangreichen Wolkenbeobachtungen der verschiedenen Satelliten — vier quasi-stationärer Satelliten (in 36 000 km Höhe über dem Äquator stehend) und zweier Satelliten in einer polaren Umlaufbahn, die täglich zweimal in etwa 1 300 km Höhe die gesamte Erdoberfläche erfassen;

> das *Kohlendioxid-Klimaprogramm*, gemeinsam mit dem UNEP, das die wissenschaftliche Überwachung des Einflusses der Zunahme von Kohlendioxid und anderen Spurenstoffen auf das globale Klima und die Auswertung der Modellrechnungen und Meßdaten zur Aufgabe hat.

Hinzu treten regionale Programme wie eine Pilot-Untersuchung des hydrologischen Zyklus und der Wasserbilanz in einem begrenzten Landgebiet (hier in Südwestfrankreich) zur exakten Erfassung von Verdunstung, Wasserspeicherung im Boden und Abfluß. Ein für die Klimamodelle wichtiges Teilprogramm befaßt sich mit der Bildung und dem Abschmelzen der Treibeisdecke in den polaren Ozeanen, die die Wärmeflüsse und die Verdunstung der Ozeanoberfläche drastisch beeinflusst.

Aktuelle Klimaprogramme

Was sind eigentlich die Gründe, die in den letzten 20 Jahren die Klimatologie von einem (scheinbar prinzipiell abgeschlossenen) Teilgebiet der Geographie (so im letzten Jahrhundert Alexander von Humboldt) und Meteorologie mit deskriptiver Zielsetzung zu einem bedeutenden Rang in dem Komplex der Erdwissenschaften mit hoher Priorität und Forschungsintensität gehoben

haben? Hier müssen wir einige empirische Befunde nennen, die die frühere Überzeugung von einem weitgehend stabilen, sich höchstens ganz allmählich, im Zeitraum von 1 000 oder 10 000 Jahren ändernden Klimazustand erschüttert haben.

Einmal ändert sich die Zusammensetzung der Atmosphäre, von der die Energieumsätze an der Erdoberfläche abhängen. Hierfür charakteristisch ist das Kohlendioxid (CO_2), dessen Anteil von rund 280 auf fast 350 ppm (= Millionstel Volumenanteil) zugenommen hat (mittlere Wachstumsrate 1,6 ppm pro Jahr), aber auch andere Spurengase wie Methan (Hauptbestandteil des Erdgases) und Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffe (verwendet in Kühlaggregaten, Spraydosen und bei der Herstellung von Schaumstoffen). Diese Gase erzeugen in ihrer Gesamtheit einen Treibhauseffekt: sie lassen die Sonnenstrahlung ungehindert durch, absorbieren aber einen Teil der Wärmestrahlung des Erdbodens und erhöhen so die Lufttemperatur. Besonders bedeutsam erscheint der jüngste Befund einer Zunahme des Wasserdampfgehalts über dem äquatorialen Pazifik, zugleich mit einer signifikanten Erwärmung der ganzen Troposphäre (bis 12 km Höhe) in den Tropen. Nach den neuesten und vollständigsten Modellrechnungen wird sich bei einer Verdoppelung des kombinierten Treibhauseffektes — das entspricht einem Anstieg des Kohlendioxidgehalts auf etwa 450 ppm, die auch unter konservativen Annahmen schon vor der Mitte des nächsten Jahrhunderts erreicht werden kann — die Mitteltemperatur der Erde um 3 bis 4 Grad Celsius erhöhen. Das gliche einem Klimazustand, der zuletzt vor drei bis vier Millionen Jahren herrschte. Damals war zwar die Antarktis eisbedeckt, aber die Arktis (mindestens in der warmen Jahreszeit) eisfrei, und am Niederrhein wuchsen in Sümpfen üppige Mischwälder, aus denen die heutige Braunkohle entstand.

Zweitens treten in den letzten Jahren Anomalien im Klimaablauf auf, die intensiver sind und/oder länger andauern als alle ähnlichen seit dem Beginn instrumenteller Beobachtungen. Dazu zählt vor allem die Dürre im Sahelgürtel am Südrand der Sahara; hier ist (im Gegensatz zu allen anderen Dürregebieten) seit 1968, also seit 19 Jahren, kein Jahr mit weiträumig übernormalen Niederschlägen aufgetreten. Ihre Ursache liegt, nach heutigem Wissensstand, in erster Linie in der durch die Bevölkerungszunahme veranlaßten Umwandlung der Naturvegetation in Acker- und Weideland und der damit eingeleiteten Ausweitung der Wüsten (Desertifikation). Andererseits liegt seit 1962 der jährliche Abfluß des Weißen Nils aus dem Viktorias-See um fast 100 Prozent über dem 63jährigen Mittel vorher.

In unregelmäßigen Abständen treten über dem äquatorialen Pazifik großräumige Witterungsanomalien auf, von denen 1982/83 ganz enorme, in dieser Intensität und Ausdehnung noch nie beobachtete Abweichungen zeugten, die sich fast auf der ganzen Erde auswirkten. Diese Witterungsanomalie hat sich inzwischen im Winter 1986/87 wiederholt, wenn auch wohl kaum ganz so intensiv wie 1982/83. Wiederum kam es zu enormen Niederschlägen an der Westküste von Peru/Ecuador sowie auf den äquatorialen Inseln von den Galapagos jenseits der Datums-grenze, aber zugleich zu Dürren in Indonesien, auf den Philippinen, im Nordosten Brasiliens sowie in weiten Teilen Australiens und des Südlichen Afrika. Diese Anomalien hängen zusammen mit großräumigen Umstellungen der Zirkulation der Atmosphäre; sie werden hervorgerufen durch eine Verlagerung des intensivsten aller Wärmezentren der Tropen von Indonesien bis zum zentralen Pazifik, jeweils mit Wassertemperaturen von 29 bis 30 °. In solchen Fällen kann es zu einer Verstärkung der Zirkulation auf der Nordhalbkugel kommen, die (wegen des geringeren Austausch der Luftmassen) die Kaltluft der Arktis in ihren Kerngebieten festhält und den Temperaturgegensatz Äquator-Pol erhöht. Diese Effekte werden durch die oben erwähnte Zunahme des Wasserdampfgehaltes weiter intensiviert; tatsächlich haben sich die hier bestehenden Rückkoppelungseffekte als besonders wirkungsvoll erwiesen.

Drittens haben sowohl zahlreiche Bohrkerne vom Ozeanboden (wie vor allem die Tiefbohrungen im Inlandeis von Grönland und

der Antarktis) Daten geliefert, die eine Rekonstruktion des Klimaablaufs der letzten 150 000 bis 400 000 Jahre mit hoher zeitlicher Auflösung erlauben. Das wichtigste Resultat ist der parallele Verlauf von Temperatur und Kohlendioxydgehalt im Eis, der (jedenfalls in Grönland) eine ganze Reihe abrupter Änderungen beider Maßgrößen (um etwa 5° beziehungsweise 70 ppm in rund 100 Jahren) zeigt, die unter rein natürlichen Bedingungen, das heißt ohne Eingreifen des Menschen, stattfanden. Auch heute kommt es im Raum um Grönland/Island zu raschen Temperaturänderungen (so um 1921 mit einer Erwärmung um 2 bis 4°). Ihre Ursache ist noch nicht geklärt; wahrscheinlich sind hier Änderungen im Vertikalaustausch zwischen Oberflächenwasser und Tiefenwasser im Ozean beteiligt, die vom Wind ausgelöst und von Änderungen der Treibeis-Verteilung begleitet werden. Wenn das aber unter natürlichen Bedingungen vor sich geht – was geschieht, wenn heute der Mensch in dem »größten geophysikalischen Experiment aller Zeiten« (so Revelle-Sueß 1956) in wenigen Jahrhunderten die fossilen Brennstoffe verbrennt, die die Natur über die Photosynthese in 400 Millionen Jahren aufgebaut hat?

Modelle und Daten

Das Problem einer Vorhersage der künftigen Entwicklung des Klimas wird damit unmittelbar aktuell. Die intensive Forschungstätigkeit, die mit dem von der Genfer Konferenz 1979 vorgeschlagenen Weltklimaforschungsprogramm in Gang gesetzt wurde, hat sich in erster Linie auf die Simulation der Klimaentwicklung in mathematischen Klimamodellen konzentriert; hierzu werden die leistungsfähigsten Computer benötigt, ja man erwartet mit Ungeduld noch schnellere der nächsten Generation. Ein weiteres wichtiges Problem liegt hier in der Notwendigkeit, die zahlreichen Vorgänge unterhalb der großräumigen Skala der großen Modelle (zum Beispiel 400 km) mittels empirisch-statistisch unterbauten Beziehungen in diese Skala einzubeziehen.

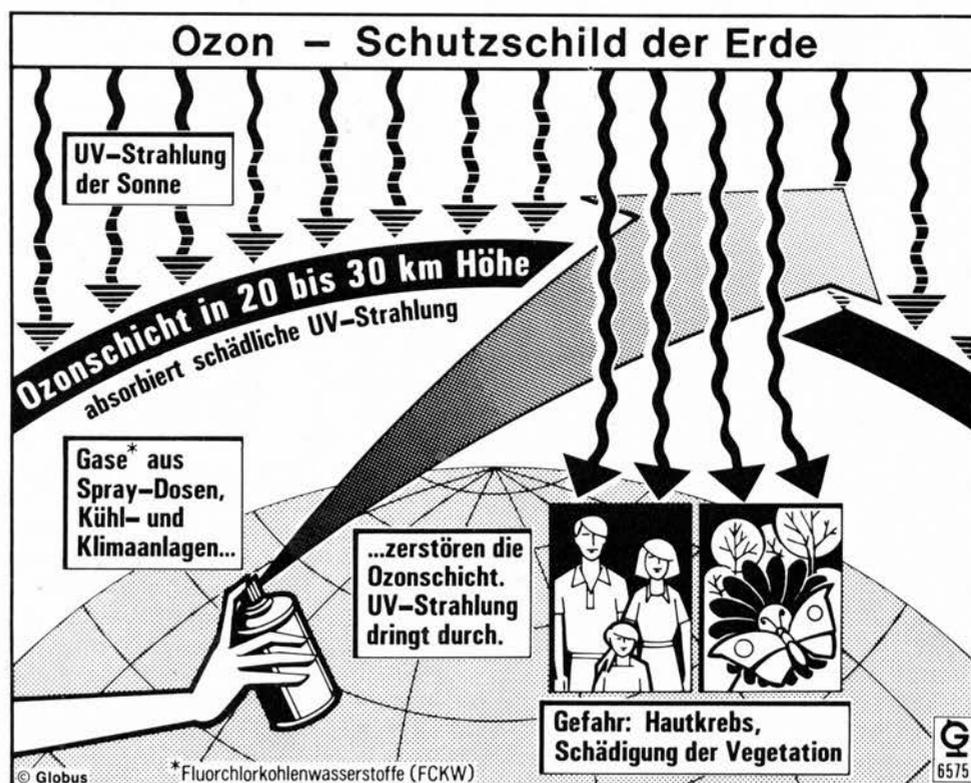
Aber alle Modelle – es gibt etwa ein Dutzend globaler Modelle, die jedoch wesentliche physikalische Prozesse (etwa Bewölkung oder Ozeantransporte) nur ungenügend erfassen – müssen an der Wirklichkeit (am heutigen Klima und, soweit möglich, an dem der Vergangenheit) überprüft werden; hierzu werden Daten benötigt, die zum Teil erst mühsam aus dem Schlummer der

Archive gehoben werden müssen. Eines der größten Hindernisse ist, daß beispielsweise in vielen Gebieten Afrikas trotz aller Bemühungen der WMO Quantität und Qualität der Daten zurückgehen, und zwar im Zusammenhang mit der politischen Instabilität mancher Länder.

Die Beschaffung von Daten etwa zur Untersuchung der Klimaschwankungen größerer Gebiete stößt nicht selten auf fast unüberwindliche technische Schwierigkeiten. So enthält ein Katalog der verfügbaren Datensätze aus dem Jahr 1985 zwar solche von 97 Datenzentralen in 69 Ländern; das bedeutet aber, daß von vielen der 160 der WMO angehörigen Ländern Klimadaten überhaupt nicht oder nur mit größten Mühen erhältlich sind. Der Verfasser verfügt über Erfahrungen aus verschiedenen Ländern der Dritten Welt, wo die nur in Manuskriptform vorliegenden Daten etwa durch Termitenfraß zerstört werden. (Auch in der Bundesrepublik Deutschland sind unersetzliche frühe Ozeanbeobachtungen einem Feuerschaden zum Opfer gefallen.) Die Umsetzung dieser Daten in eine maschinell zu bearbeitende Form (zum Beispiel Magnetband) erfordert vielfach zusätzliche Mittel und nimmt viele Jahre in Anspruch.

Besondere Schwierigkeiten bereitete dies bei den grundlegend wichtigen Ozeanbeobachtungen. In den sechziger Jahren begann auf Initiative der WMO hin die Bearbeitung der »Historischen Meeresoberflächentemperatur-Daten« durch die Zusammenarbeit der wichtigsten seefahrttreibenden Länder (Bundesrepublik Deutschland, Großbritannien, Japan, Niederlande, Vereinigte Staaten). Die endgültige Aufarbeitung des riesigen Materials (über 45 Mill Beobachtungssätze aus allen Weltmeeren) erfolgte unabhängig voneinander in den USA in Gestalt des COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) und in Großbritannien. Die COADS-Daten sind nunmehr greifbar in Form von Mittelwerten der wichtigsten Maßgrößen für jeden Einzelmonat (1860–1976) für alle $2^\circ \times 2^\circ$ Felder (in den Tropen rund 49 000 Quadratkilometer), wobei natürlich große Gebiete abseits der großen Schifffahrtsrouten meist beobachtungsleer sind. Dieses Material erlaubt nunmehr erstmals eine Bearbeitung der klimabildenden Vorgänge an der Meeresoberfläche mit ihren räumlich-zeitlichen Schwankungen. Die Bedeutung dieser Ozeandaten erhellt aus zwei Fakten: 71 vH der Erdoberfläche sind von Meeren bedeckt, und das statistische »Gedächtnis« des Ozeans ist um ein Vielfaches höher (drei bis sechs Monate für die

Das Universum ist lebensfeindlich. Denn weder bei Weltraumkälte noch bei ungemildeter Sonnenstrahlung kann Leben existieren. Erst die irdische Atmosphäre macht Leben möglich, denn sie speichert einerseits Wärme und hält andererseits einen großen Teil der Strahlung von der Erdoberfläche fern. Hierbei spielt die Ozonschicht, die in 20 bis 30 Kilometer Höhe die Erde umschließt, eine besondere Rolle. Ozon ist Sauerstoff, dessen Moleküle anders als der Sauerstoff der Atemluft nicht aus zwei, sondern aus je drei Atomen bestehen. Dieses Ozon absorbiert einen Teil der gefährlichen ultravioletten Strahlung (UV-Licht).



oberen Meeresschichten, 500 bis 1 000 Jahre für den tiefen Ozean) als das der Atmosphäre (fünf bis zehn Tage). Daß Satellitendaten an die Stelle der konventionellen Beobachtungen treten können, war und ist heute noch eine kühne Hoffnung. Sie läßt sich bis heute nur teilweise erfüllen, etwa für den Wind im Bereich der tiefen und der hohen Wolken (entsprechend einer mittleren Höhenlage von 1,5 und 10 km). Aber eine genügend genaue Bestimmung beispielsweise des Niederschlags auf dem Ozean — die in den Tropen bei den dort üblichen geringen Temperaturänderungen im Wolkenbereich theoretisch möglich wäre — ist bisher noch nicht gelungen. So kann in absehbarer Zeit niemand auf die konventionellen Bodenbeobachtungen verzichten, ganz abgesehen davon, daß vergleichbare Satellitendaten erst seit etwa 10 bis 15 Jahren vorliegen.

Zwei Fakten sind jedenfalls inzwischen gesichert:

- ein globaler Anstieg der mittleren Lufttemperatur (gemittelt über Land und Meer und über die ganze Erde) um etwa $0,6^\circ$ seit dem Ende des 19. Jahrhunderts, sowie
- ein global gemittelter Anstieg des Meeresspiegels um 15 bis 20 cm im gleichen Zeitraum.

Temperaturdifferenz

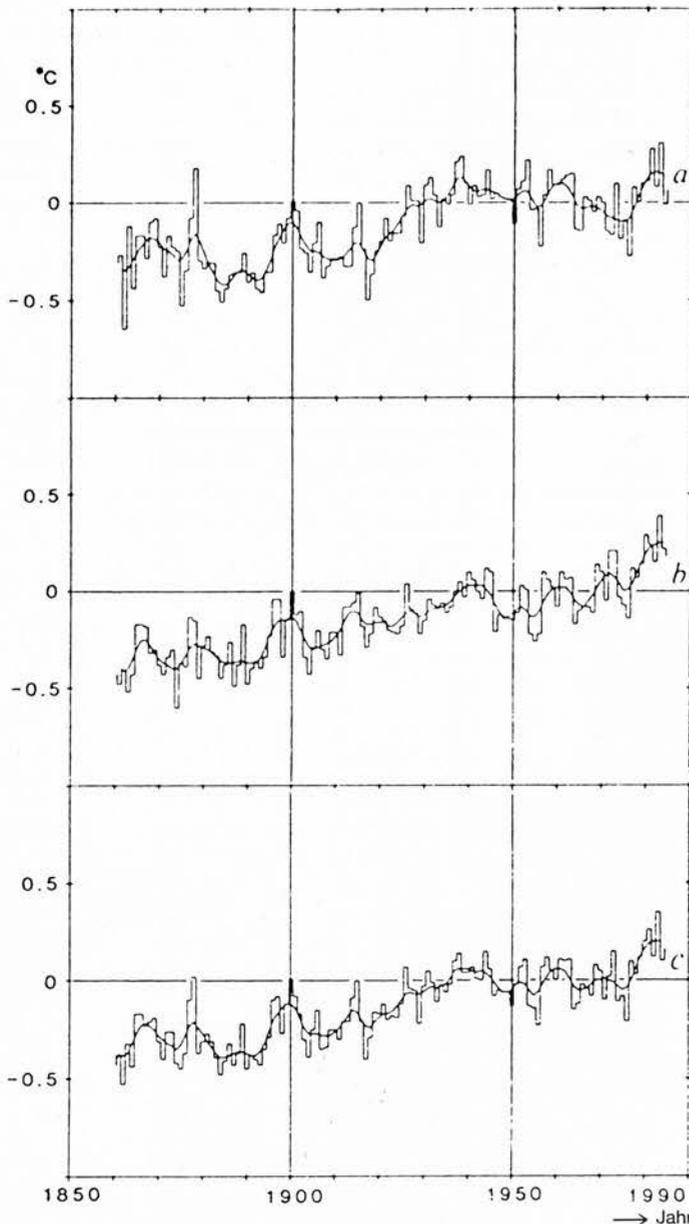


Schaubild 1 zeigt die mittels der maritimen Daten korrigierten Jahresmittelwerte für die Temperatur für a) Nordhalbkugel, b) Südhalbkugel, c) gesamte Erde, wobei die Daten vor 1900 noch als unsicher betrachtet werden müssen.

Änderung des Meeresspiegels

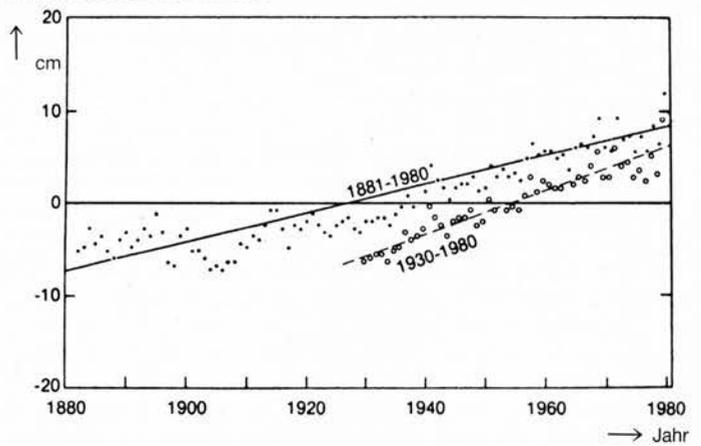


Schaubild 2 zeigt — als Folge der Erwärmung der obersten Ozeanschichten und des Abschmelzens der Hochgebirgsgletscher in mittleren Breiten — das Ansteigen des Weltmeeresspiegels; die Daten der Serie 1930 bis 1980 sind besser gesichert als die hundertjährige Reihe. Es wird heute kaum mehr bezweifelt, daß diese Vorgänge sich in naher Zukunft verstärken; in etwa hundert Jahren wird das zu einem Anstieg des Meeresspiegels von mindestens 30 cm, unter Umständen aber bis 120 cm führen. Ohne auf diese Ursachen und die Details näher eingehen zu können, zeigen diese Daten doch eindeutig, daß unter unseren Augen weltweite Prozesse im Gange sind, die das Weltklima verändern.

Das Ozonproblem

Ein anderes Problem, das verschiedene Arbeitsgruppen der WMO schon seit Jahren beschäftigt, befaßt sich mit den vermuteten und beobachteten Änderungen des Ozongehaltes der Atmosphäre. In Wahrheit handelt es sich um zwei Vorgänge, die in verschiedenen Stockwerken und aus verschiedenen Ursachen ablaufen und in ihrem Effekt gegenläufig sind.

Ozon wird gebildet und zerstört in der Stratosphäre (von 20 bis 50 km Höhe) durch einen Komplex chemischer, teils unter Mitwirkung der Sonnenstrahlung ablaufender Prozesse, die in der Polarnacht beider Halbkugeln jeweils eine Abnahme hervorgerufen, die dann im Frühjahr durch erneute Produktion wieder ausgeglichen wird. Es filtert dabei einen erheblichen Anteil der Ultraviolettstrahlung aus — hierauf hat sich seit Beginn der Erdgeschichte das Leben (die ›Biosphäre‹) eingestellt, und bei Verlust dieses Schutzschildes wären unabsehbare Schäden die Folge. In den letzten Jahren hat sich über der Antarktis im Frühjahr ein immer tiefer und größer werdendes ›Ozonloch‹ gebildet, in dem in 20 bis 25 km Höhe bis zu 40vH des Ozons verloren ging, auf einer Fläche, die inzwischen den antarktischen Kontinent übertrifft. Hieran sind offenbar verschiedene Prozesse beteiligt — die schon immer sehr kalten Temperaturen dieser Schicht in der antarktischen Polarnacht (unter -80°), die Zufuhr von ozonzerstörenden Chlorverbindungen, deren Quelle hauptsächlich in den überaus beständigen Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffen (verwendbar als Treibgas in Spraydosen, beim Aufschäumen von Kunststoffen und in Kühlschränken) der Industrieländer zu suchen ist. Noch wird dieses Loch in den Sommermonaten immer wieder beseitigt, aber seine von Jahr zu Jahr fortschreitende Intensität wirkt alarmierend. Inzwischen mehren sich die Anzeichen, daß auch in der Arktis, deren winterliche Stratosphäre nie so extrem kalt ist, ähnliche Vorgänge auftreten. Noch ist die wissenschaftliche Diskussion in vollem Gange — eine weltweite Abnahme ist noch nicht gesichert (auf jeden Fall noch gering), aber das Problem muß ernst genommen werden, zumal es sich bereits im Temperatur- und Windfeld auswirkt. Inzwischen haben sich im Rahmen des UNEP Experten aus 31 Ländern auf eine Grundsatzvereinbarung mit dem Ziel einer Einschränkung der Produktion von Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffen geeinigt.

In der Troposphäre (unterhalb etwa 10 km Höhe) wird umgekehrt — auch das ist eine Erkenntnis der letzten Jahre — Ozon neu gebildet, und zwar im Sommer durch photochemische Prozesse aus verschmutzter Luft, im wesentlichen aus Kohlenmonoxyd und den Stickoxyden, den Produkten unvollständiger Verbrennung. Dies geschieht in Bodennähe, zuerst beobachtet in Los Angeles mit seinem »Smog« — wo hohe Ozonwerte giftig werden können —, neuerdings aber auch in vielen anderen Industriegebieten. Lange Beobachtungsreihen (rund 20 Jahre) liegen nur von Observatorien auf dem Hohenpeißenberg im Alpenvorland und bei Dresden vor. Die dort hohen Zuwachsraten werden allerdings von anderen Beobachtungsreihen (beispielsweise bei Garmisch) nicht bestätigt. Eine weltweite Untersuchung aller Beobachtungsreihen für das Gesamt Ozon der ganzen Luftsäule hat bis 1984 keinen Trend ergeben. Eine Abschätzung der beiden Prozesse — Neubildung unten, Zerstörung oben — für die künftige Entwicklung des Gesamt Ozons ist zur Zeit kaum möglich. Maßnahmen gegen die Schadgase der unvollständigen Verbrennung (so die partielle Einführung von Katalysatoren für Kraftfahrzeugmotoren) sind ja in vielen Industrieländern im Gang und haben schon deutliche Folgen gezeitigt.

Zukunftsaufgaben

Die Ergebnisse der intensiven Klimaforschung seit 1979 haben uns zweifellos erhebliche Fortschritte gebracht, aber auch (wie immer) viele neue offene Fragen aufgezeigt. Hierzu gehören vor allem die Rolle der Wolken, die der chemischen Prozesse in der Atmosphäre, aber auch die der großen Klimaschwankungen (wie der Eiszeiten und Warmzeiten der Erdgeschichte), die Rolle des tiefen Ozeans, seines Stoffhaushaltes und seiner internen Dynamik. Wir sind uns längst darüber klar, daß chemische und biologische Prozesse eine große Rolle spielen; sie haben offenbar auch die vor 20 000 Jahren und mehr abgelaufenen raschen Änderungen des Kohlendioxydgehalts und der Temperatur entscheidend beeinflußt. Waldzerstörung und Bodenerosion, Verschmutzung der Luft und des Wassers auf Festland und Meer — das alles ist wechselseitig miteinander gekoppelt. Das von der WMO betreute Stationsnetz zur Überwachung der Luftverschmutzung (BAP-MoN) liefert hierzu als Hintergrund Daten aus ungestörten Reinluftgebieten.

Die Organisationen der Vereinten Nationen (WMO, UNEP, UNESCO mit der Internationalen Kommission für Ozeanographie) und die wissenschaftlichen Organisationen sind daher dabei, das Weltklimaforschungsprogramm noch zu erweitern zu einem Internationalen Geosphären- und Biosphären-Programm, das in der letzten Dekade dieses Jahrhunderts durchgeführt werden soll. Aber hierzu ist noch viel (generalstabsmäßige) Vorarbeit zu leisten. Nimmt man zu viele Ziele zugleich in Angriff, dann läuft man Gefahr, die noch zu definierenden Prioritäten nicht in den Griff zu bekommen. Wie heute schon sichtbar, genügt es nicht, immer neue, umfassendere Modelle zu konstruieren (ihre Ergebnisse sind beim Vergleich für den Außenstehenden nicht selten verwirrend) — deduktive und induktive Verfahren müssen Hand in Hand gehen, und nüchternes, kritisches

Abwägen ist insbesondere bei der Umsetzung der Ergebnisse in praktisches Handeln vonnöten.

Daß dieses Klimaproblem — die Wahrscheinlichkeit tiefgreifender Änderungen des globalen Klimas im Laufe des nächsten halben Jahrhunderts — als Ganzes in den Bereich politischen Handelns auf internationaler Ebene einbezogen werden muß, wird weiblickenden Politikern immer deutlicher. In den Sektoren Energiepolitik und Umweltpolitik stehen heute Entscheidungen an, deren Auswirkungen sich auf Jahrzehnte, ja auf die nächsten Generationen erstrecken; dieser Verantwortung kann sich niemand entziehen. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft und die Deutsche Meteorologische Gesellschaft haben ebenfalls in diesem Sinne Stellung bezogen. Die beiden Gesellschaften wenden sich mit einer Warnung vor drohenden weltweiten Klimaänderungen an die Öffentlichkeit, verbunden mit der Aufforderung, ein wirksames Programm zu deren Eindämmung jetzt zu beginnen. Hierzu gehört in erster Linie eine Einschränkung der Emission der oben genannten Spurengase auf ein tolerierbares Maß. Insbesondere werden die Politiker in der Bundesrepublik Deutschland aufgerufen, die diesbezüglichen Entscheidungen über die künftige Energieversorgung, den Gebrauch von Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffen und Kunstdünger voranzutreiben sowie in weltweiter Koordinierung die Entscheidungen für eine Einschränkung der Emission zu treffen. In dem Zusammenhang muß aber auch die fortschreitende Zerstörung der Waldflächen der Erde (geschätzt auf 36vH der Erdoberfläche vor 5 000 Jahren, auf 28vH um 1860 und auf höchstens 23vH heute), in den Tropen jährlich um über 100 000 Quadratkilometer, beachtet werden. Die Abnahme verstärkt die Zunahme des Kohlendioxydgehalts und wirkt sich hauptsächlich im Wasserhaushalt aus. Neben den Industrieländern sind also auch die Entwicklungsländer (jedenfalls in den feuchten Tropen) zum Handeln aufgerufen — über die enormen Schwierigkeiten, ein solches Programm durchzusetzen, wird sich keiner der Verantwortlichen Illusionen hingeben.

Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Biogas, Sonnenenergie, Wind, Gezeiten und Wasserkraft) ist zwar nur in begrenztem Ausmaß möglich; aber auch ein Beitrag in der Größenordnung von 10vH des Energiebedarfs ist wichtig. Die Risiken bei der Verwendung der Kernenergie ließen sich somit in den westlichen Ländern weiter einschränken. Ein Ersatz der Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, die wegen ihrer Reaktionsträgheit und langen Lebensdauer in Kürze für ein Fünftel bis ein Viertel des sogenannten Treibhauseffekts verantwortlich sein werden, sollte sich wohl finden lassen. Das ist nur eine Auswahl von Möglichkeiten, die sich in wenigen Jahrzehnten realisieren lassen; aber die Zeit ist reif, die ersten Planungsschritte zu einem globalen Programm zu diskutieren. Wenige große Länder (oder Ländergruppen wie die EG) repräsentieren zusammen mehr als die Hälfte der Vorräte und des Verbrauchs fossiler Brennstoffe; bei ihnen liegt das Hauptgewicht der Verantwortung.

Der Weltorganisation für Meteorologie gebührt das Verdienst, als erste internationale Organisation auf zwischenstaatlicher Ebene dieses Problem aufgegriffen und seine Erforschung mit Nachdruck vorwärtsgetrieben zu haben.

Ausgleich zwischen Beweglichkeit und Starrheit

Die Verfassungsreform der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO)

GISBERT BRINKMANN

Die Verfassung der 1919 durch Teil XIII des Versailler Vertrages gegründeten Internationalen Arbeitsorganisation (International Labour Organisation, ILO; da Deutsch Arbeitssprache ist, auch bekannt unter der Abkürzung IAO) soll nach dem Beschluß der 72. Internationalen Arbeitskonferenz vom 24. Juni 1986 geändert werden. Damit wurde die seit mehr als zwei Jahrzehnten geführte Diskussion über die Struktur der Organisation abgeschlossen.

Die vier durch die Konferenz angenommenen Änderungen betreffen die Zusammensetzung des Verwaltungsrats, das Verfahren der Wahl des Generaldirektors, die Beschlußfähigkeit der Konferenz und das Verfahren der Verfassungsänderung. Nach der Überarbeitung der Verfassung der ILO nach dem Zweiten Weltkrieg sind diese Änderungen die seit dem Bestehen der Organisation zweite bedeutendere Neugestaltung der Struktur