

## SYMPOSIEN ÜBER KLIMASCHWANKUNGEN

H. FLOHN

Das Thema der Klimaschwankungen — im allgemeinen Sinne des Wortes, mit Zeitmaßstäben von  $10^1$ — $10^8$  Jahren — ist in den letzten Jahren immer aktueller geworden. Das hat die verschiedensten Gründe: die rasch zunehmende Kenntnis der rezenten Klimaschwankungen in der Arktis, ihre praktische Rolle im Bereich der Trockengrenze (z. B. im mittleren Westen Nordamerikas, NW-Indien, Nordost-Brasilien oder im Sudan) sind nur einige davon. Dazu kommen die Möglichkeiten genauer Datierung auf radioaktiver Grundlage sowie der Temperaturbestimmung mit Hilfe von Isotopen, die für die Erforschung des Pleistozäns und der Postglazialzeit neue Möglichkeiten geschaffen haben, die überraschenden paläomagnetischen Befunde an Gesteinen u. a. m. Die auffälligen Homologien zwischen extremen Witterungsanomalien der jüngsten Vergangenheit — die wir heute weltweit verfolgen und darstellen können — und den Klimaschwankungen längst vergangener Vorzeiten haben das Interesse der Meteorologen geweckt, deren Phantasie durch ganz andersartige Zirkulationsmechanismen und Witterungsabläufe beflügelt wurde. Andererseits ist bei der umfassenden Weite der Zeitskalen die Verwendung statistischer Kriterien unvermeidlich. Für die geologischen Grundlagen dieses Problems sind neuestens ausgezeichnete Zusammenfassungen [1,2] erschienen.

Im Jahre 1961 fanden zwei großangelegte internationale Symposien über Klimaschwankungen statt, bei denen Meteorologen, Geologen, Geographen, Geophysiker, Astronomen, Archäologen und Biologen die vielfältig ineinandergreifenden Aspekte dieses Generalthemas erörterten. In dieser Periode einer rapiden Ausweitung der Forschung wäre es unbillig, eine Synthese zu verlangen; zur Zeit steht gerade die exakte Analyse mit quantitativen Verfahren im Vordergrund. Jedoch ergeben sich bei einem solchen Gedankenaustausch öfters neuartige Aspekte, die allgemeine Beachtung verdienen.

Das erste Symposium wurde in der Zeit vom 24. bis 28. Januar 1961 in New York von dem Geologen der Columbia University, R. W. FAIRBRIDGE, organisiert, wobei die New York Academy of Sciences und die American Meteorological Society zur Unterstützung zusammenwirkten. Sein Titel „Schwankungen der Sonnenstrahlung, Klimaschwankungen und verwandte geophysikalische Probleme“ deutet schon die Weite des Blickfeldes und die speziell astro- und geophysikalischen Aspekte an; 54 Vorträge sind in dem inzwischen erschienenen Band [3] vereinigt. Dabei sind (entsprechend amerikanischen Prinzipien) nicht immer ganz gleichwertige Arbeiten nebeneinandergestellt worden, so daß kritische Leser vorausgesetzt werden.

Das zweite Symposium wurde in mehr repräsentativer Weise sorgfältig von langer Hand vorbereitet, wobei internationale Organisationen wie die UNESCO und die Weltorganisation für Meteorologie mit dem italienischen Wetterdienst zusammenwirkten. Es fand in Rom vom 2.—7. Oktober 1961 statt; die Teilnehmerzahl war auf 80 eingeladene Experten von 20 Län-

dern beschränkt, und die 45 Vorträge standen durchweg auf einem hohen Niveau. Die einzelnen Sitzungen wurden vorbereitet von R. G. VERYARD (Schwankungen seit Beginn meteorologischer Aufzeichnungen) und R. C. SUTCLIFFE (Theorien der Klimaänderungen), beide vom britischen Meteorological Office, von K. W. BUTZER von der University of Wisconsin (Schwankungen während der späten geologischen und frühen historischen Zeit) und von R. O. WHYTE (Bedeutung der Klimaschwankungen) von der Food and Agriculture Organization in Rom. Hier war durch einleitende und abschließende Zusammenfassungen (L. B. LEOPOLD — Denver und C. G. WALLEN — Stockholm) und durch Übersichtsreferate der Vorsitzenden für die Formulierung der wesentlichen Probleme gesorgt worden. Die Texte der meisten Vorträge wurden vorher verteilt; die endgültige Veröffentlichung mit allen Abbildungen und Literaturangaben ist noch nicht erschienen.

In diesem Kurzbericht ist Vollständigkeit selbstverständlich nicht möglich; der Berichtersteller beschränkt sich daher auf einige besonders wichtige Aspekte, wobei leider viele wertvolle Vorträge unberücksichtigt bleiben müssen. So sind in New York [3] umfassende Arbeiten über Australien (GENTILI), Alaska (KARLSTRÖM), Kanada und Südamerika vortragen worden, in Rom solche über Indien (K. N. RAO, RAMDAS, SETH), den Nahen Osten (ROSEMAN, BOBEK, VOUTE, BRAIDWOOD) und Nordafrika (DUBIEF, HOFMEYR, BUTZER, QUEZEL, TIXERANT). Dabei empfiehlt es sich zweifellos, bei der großen räumlichen und zeitlichen Variabilität der Klimaschwankungen mit vorzeitigen Verallgemeinerungen zurückhaltend zu sein. Das gilt insbesondere für die sicher nicht allgemein gültige Gleichsetzung von Glazial und Pluvial, nachdem in der postglazialen Wärmezeit wie auch (wahrscheinlich) im Interglazial subtropische Trockengebiete wie in Ägypten gerade Feuchtzeiten erlebten; diese Koinzidenz läßt sich wahrscheinlich auf eine gleichzeitige (wenn auch nur episodische) Ausweitung der äquatorialen Sommerregen zurückführen. Das gilt aber auch für den Begriff des Pluvials überhaupt, der z. B. im zentralen und nördlichen Iran (BOBEK) nicht auf Vorzeitklimate angewandt werden darf.

Etwas mehr Kritik oder besser Einsicht in die Voraussetzungen ist bei einigen physikalischen Methoden angebracht. Zwar sind die Temperaturbestimmungen mit Sauerstoff-Isotopen sehr zuverlässig (EMILIANI, [3]), aber die Datierung dieser ozeanischen Bohrkerns ist mindestens für das mittlere und ältere Pleistozän wegen der stark schwankenden Sedimentationsgeschwindigkeit und wegen gelegentlicher Unterwasser-Rutschungen noch sehr unsicher (ERICSON, [3], siehe auch die in [4] gegebene Synthese). Die  $C_{14}$ -Methode läßt sich zwar neuerdings mit empfindlicheren Geräten bis auf etwa 70 000 Jahre zurück anwenden; aber die nunmehr sichere Existenz von Schwankungen  $\pm 2\%$  im  $C_{14}$ -Gehalt vom Baumringen aus dem letzten Jahrtausend [5] mahnt zur Vorsicht. Die Voraussetzung konstanter  $C_{14}$ -Produktion ist für weiter zurückliegende Zeiten keinesfalls gesichert; aber bei dem raschen  $C_{14}$ -Austausch innerhalb der Atmosphäre bedeutet das nur eine Unsicherheit bei der absoluten, nicht bei der relativen Zeitskala.

Für die Zusammenhänge zwischen den Schwankungen des Klimas und denen der allgemeinen Zirkulation ist nunmehr H. H. LAMB (Großbritannien) zu einer in den Grundzügen überzeugenden Synthese gelangt (z. T. schon [6]) die vor allem auch das Klima Europas in historischer Zeit erheblich klarer zusammenfaßt. Sie beruht zum großen Teil auf den Schwankungen in der Position des europäischen Höhentropes, der in kalten Perioden (Eiszeit, Kaltzeit 1000—500 v. Chr., kleine Eiszeit 1550—1700, sowie 1939—1942) über West- und Mitteleuropa liegt, in warmen (postglaziale Wärmezeit, frühmittelalterliche Wärmezeit 1000—1200, sowie 1947, 1949, 1959) weit in Osteuropa; mit ihr sind die Breitenlagen der atlantischen Haupt-Frontalzone und die Witterungsanomalien in ganz Europa eng gekoppelt. In diesen Zusammenhang gehört auch ein wichtiger Beitrag von DZERDZEJEWSKY (Moskau), der auf einem mehr als 50 Jahre umfassenden Katalog von hemisphärischen Großwetterlagen beruht.

Die jüngsten Änderungen haben J. M. MITCHELL, SCHELL und RODEWALD zusammengefaßt: der Höhepunkt der globalen Erwärmung wurde um 1945 überschritten, seither überwiegt Stillstand oder leichte Abkühlung. Das ist nach allgemeiner Ansicht ein überzeugendes Argument gegen jede Verallgemeinerung der an sich sehr eindrucksvollen neuen CO<sub>2</sub>-Hypothese von PLASS (1956, vgl. in [3]), die sicher nicht für alle Klimaschwankungen verantwortlich gemacht werden darf. Die Strahlungstheorien der Klimaschwankungen stehen heute im Vordergrund des Interesses; hierzu haben SCHELL und vor allem E. KRAUS in New York, GODSON in Rom neue wichtige Argumente und Rechnungen beigebracht. Die Rolle der solaren Aktivität erwies sich in sorgfältigen Einzeluntersuchungen als gering oder überhaupt nicht nachweisbar, jedoch ist ein negatives Resultat noch nicht gesichert.

Daß die Behandlung der Klimaschwankungen mit den Methoden der theoretischen Meteorologie neue Erkenntnisse liefern kann, haben SAWYER und E. KRAUS (in Rom) gezeigt. Die Wechselwirkung zwi-

schen Ozean und Atmosphäre ist dabei von großer Bedeutung (J. BJERKNES); mit Recht wies NAMIAS auf die weitgehenden Parallelen zwischen den kurzfristigen rezenten Zirkulationsanomalien und den einer größeren Zeitskala angehörigen Klimaschwankungen hin.

Die Stellungnahme zu den bisherigen Eiszeit-Theorien war allgemein kritisch: keine Theorie ist in der Lage, den gesamten Komplex befriedigend zu erklären. Für eine Anerkennung der Mitwirkung der Erdbahnelemente — die inzwischen gegenüber MILANKOWITSCH etwas revidiert worden sind (VAN WOERKOM) — sprachen sich mehrere Geologen (ZEUNER, FAIRBRIDGE, KARLSTRÖM) sowie auch EMILIANI aus. Gegen die EWING-DONN'sche Eiszeittheorie wurden wesentliche Einwände erhoben; die Theorien von SIMPSON (modifiziert nach BELL) und OPIK stehen ebenfalls mit wichtigen Tatsachen im Widerspruch. Eine zusammenfassende Diskussion aller Terme des globalen Strahlungs- und Wärmehaushalts (FLOHN) ließ die Notwendigkeit einer komplexen Theorie der Klimaschwankungen erkennen; in rezenter Zeit kann eine wirksame Einwirkung des Menschen nicht ausgeschlossen werden.

#### Literatur

- [1] M. SCHWARZBACH: Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. 2. Aufl. F. Enke, Stuttgart 1961, 275 S.
- [2] A. E. M. NAIRN (Editor): Descriptive Palaeoclimatology. Interscience Publishers Inc. New York, London 1961, 380 S.
- [3] RH. W. FAIRBRIDGE (Editor): Solar Variations, Climatic Change and Related Geophysical Problems. Ann. New York Ac. Science Vol. 95 (1961), 740 p.
- [4] D. B. ERICSON, M. EWING, G. WOLLIN, B. C. HEEZEN: Bull. Geol. Soc. Amer. 72 (1961), 193-286.
- [5] K. H. WILLIS, H. TAUBER, K. O. MÜNNICH: Am. Journ. Sc. Radiocarbon Supplement 2, 1960, 1-4.
- [6] H. H. LAMB, A. I. JOHNSON: Geogr. Annaler 1959, 94-134.

## LITERATURBERICHTE

HUMBOLDT, ALEXANDER VON, Den Geist der Natur ergreifen. (Humboldt-Taschenbuch, Bd. 100.) Gebrüder Weiss, Berlin-Schöneberg, 1959. 282 S., DM 2,95.

Der Verlag hat den 100. Band seiner „Humboldt-Taschenbücher“ 1959 dem Mann gewidmet, dessen Namen er dieser Buchreihe verlieh. So besitzen wir eine weitere Anthologie, die um eine lesbare Einleitung aus der Feder des inzwischen verstorbenen Berliner Historikers MARIO KRAMMER bereichert worden ist. KRAMMER hatte ein ähnliches Werk vorgelegt, das mit diesem Buch aber nicht in Zusammenhang steht. Lediglich die Einleitung wurde stark verkürzt übernommen (S. 7—30), dann folgen aus der HAUFFSchen Übersetzung der „Relation historique“ Humboldts Orinoko- und Casiquiare-Fahrt, aus den „Ansichten der Natur“ der Aufsatz „Über die Steppen und Wüsten“ ohne die Anmerkungen der Original-Abhandlung (S. 200 bis 215) und Ausschnitte aus dem ersten Band des „Kosmos“ (S. 216—274). Sachkenner haben dieses Vorhaben

kritisiert, doch mag es begrüßt werden, daß ein solch preiswertes Buch Schülern und Studenten einige Ausschnitte aus dem Werk eines großen Geographen und Naturforschers zugänglich werden läßt. Diese Anthologie wird trotz ihrer Schwächen Humboldt neue Freunde gewinnen.

HANNO BECK

BETTEX, ALBERT, Welten der Entdecker. Ein Bildband. Droemersch Verlaganstalt, München und Zürich 1960, 379 S., DM 58.—.

Der Verfasser dieses ausgezeichneten Werkes ist uns bekannt als gediegener Redakteur vorzüglich ausgestatteter Schweizer Zeitschriften. Sein neues Buch zeugt denn auch auf jeder Seite von Geschmack und wirklicher Überlegung. BETTEX hat die ikonographischen Schatzkammern der Welt des Entdeckers und Forschungsreisenden (!) mit Sachverstand geöffnet. Sein umfangreicher Band behandelt damit in Wahrheit sogar zweierlei: Zunächst ist der Verfasser