

Sonderabdruck aus: „Geologische Jahresberichte“ Band III A (1941)

2. Paläoklimatologie

Von F. KERNER VON MARILAUN, Wien

Im altklimatologischen Schrifttum der Berichtsjahre stand die astronomische Erklärung der Eiszeiten im Vordergrund. Die erschienenen Arbeiten betrafen teils die rechnerische Seite des Problems, teils die klimatischen Auswirkungen der Strahlungswechsel, teils die Beziehungen zwischen der Strahlungskurve und dem Ablauf der glazialen Phänomene. Mit erstaunlichem Eifer war der schon achtzigjährige SPITALER (1—6) am Werke, den vielen von ihm schon gebrachten Beiträgen zur Sola/klimatologie der Eiszeit neue hinzuzufügen. Ein Gesamtbild der heute erreichten Ausgestaltung der astronomischen Klimalehre wurde von ihrem Schöpfer MILANKOVIĆ geboten. Um die Klarstellung der klimatischen Bedeutung der Strahlungswechsel haben sich P. BECK (1) und WUNDT sehr verdient gemacht. WUNDT (1) war um den Ausbau der von ihm entwickelten Lehre von der eiszeitlichen Albedosteigerung bemüht. Er stellt sie auf rechnerische Grundlage, und es gelingt ihm unter vereinfachenden Annahmen zu zeigen, daß die Verstärkung der Strahlenreflexion infolge der Vergrößerung der schneedeckten Flächen jenes Absinken der Mitteltemperaturen bedingt hätte, welches von den Glazialforschern schon lange angenommen war: als Mittelwert — 4,1, als örtlichen Maximalwert — 8°. Die eiszeitliche Albedosteigerung änderte einen der Posten der irdischen Strahlungsbilanz; dies veranlaßte WUNDT (3), den Energiehaushalt der Erde zur Eiszeit einer möglichst sachgemäßen ziffermäßigen Schätzung zu unterziehen. Bei den Kältespeicherungen ergab sich, daß die durch Gletschereis ungefähr doppelt so groß war wie die durch Abkühlung der Meere; die Wärmespeicherungen in den Warmzeiten durch Eisschmelze und Erwärmung der Meere waren ungefähr halb so groß.

Als Ursache der Wärmesenke, welche zu den aus Stellungswechseln der Erde erwachsenen Tiefstständen der Temperatur hinzukommen mußte, damit es zu Ende des Tertiärs zu einer Eisbildung im Polarbecken kam, vermutet WUNDT eine Hebung des Island-Fär-Öer-Rückens: sie konnte die Zufuhr von Lauwasser zum Polarmeere drosseln. Volle Würdigung läßt WUNDT den Verspätungsphänomenen zuteil werden.

Er glaubt, daß gegen Schluß einer Eiszeit der Höhepunkt der Vergletscherung erst kurz vor dem Höhepunkt des der Strahlungskurve entsprechenden Interglazials eintreten werde. Sehr eingehend hat sich SOERGEL mit der Klarstellung der Ursachen der Verzögerung glazialer Phänomene gegenüber den Strahlungsänderungen befaßt.

Die Vorstoßweiten erscheinen von der Dauer, Raschheit und Intensität der Strahlungsminderung abhängig. SOERGEL zeigt das Erfordernis einer glaziologischen Umwertung der Strahlungskurve auf und erblickt die Erreichung dieses Ziels in der von ihm auf Grund sorgfältiger Erwägungen konstruierten Vereisungskurve. Sie weicht in ihrer Gestalt nicht unerheblich von der Strahlungskurve ab.

BECK (2—3) brachte seine wichtigen, die Vereisung der Schweizer Alpen betreffenden Untersuchungen zum Abschluß. Sie erbrachten den Nachweis, daß die von MILANKOVIĆ berechneten Strahlungsschwankungen mit den direkten thermischen und hydrometeorischen Folgen der ausgeglichenen Sommer und Winter im Zusammenwirken mit den indirekten Auswirkungen der entstehenden Vergletscherungen genügen, um die größten Vereisungen der Schweizer Alpen zu erklären. Das Übergreifen der Frostzeit über die Grenzen des schneearmen Winters auf niederschlagsreichere Jahreszeiten führte zu vermehrtem Schneefall. Interessant war ein Versuch SPITALERS (7) Isothermenkarten des Sommers und Winters für die Eiszeit für Rußland und Sibirien zu zeichnen. Er stützte sich auf eine Formel, welche die Monatstemperaturen als Summe einer Konstante und des Produktes einer zweiten Konstante mit der Monatsstrahlung darstellt. Durch Einsatz der heutigen Strahlungsbeträge ließen sich die Konstanten bestimmen, und durch Einsatz der eiszeitlichen Strahlungswerte ergaben sich die gesuchten Temperaturen. Über die Klima Chinas zur Eiszeit hat H. v. WISMANN berichtet. Zur Frage der zonalen Klimaverschiebungen im Quartär hat WUNDT (4) beigetragen, indem er auf Grund der vorliegenden hydrographischen und biogeographischen Befunde zeigte, daß im Laufe der letzten 11000 Jahre eine Nordverschiebung des nördlichen Trockengürtels erfolgt ist. Zum Thema der Eiszeitchronologie hat PENCK (1) eine wichtige Schrift verfaßt und an dem auf diesem Gebiete bisher geleisteten eine beinahe vernichtende Kritik geübt. Er führt aus, daß die Versuche, die weitesten Eisvorstöße und Eisschwunde mit den unteren und oberen Wellenscheiteln der Strahlungskurve zu synchronisieren, von Willkür nicht frei seien. Maxima der Strahlung wurden mit Rückzugsstadien ursächlich verknüpft, die sich später nicht aufrechterhalten ließen, Minima der Strahlung auf Eisvorstöße bezogen, welche nach neuerer Erkenntnis gar nicht stattfanden. Eisvorstöße wurden, um sie als synchron mit Tiefstständen der Strahlung aufzuzeigen, weiter auseinandergerückt, als dies geologisch begründbar war, Eiszeiten für zweigipflig erklärt, um sie einer Doppelwelle der Strahlung zuzu-

ordnen. Besonderes Bedenken muß es erregen, daß dieselbe Folge von Eis- und Zwischenzeiten von SPITALER auf ein mehr als doppelt so langes Stück der Strahlungskurve aufgeteilt wurde als von KÖPPEN und WEGENER.

Im ersten Berichtsjahre erschienen auch die Verhandlungen der III. internat. Quartärkonferenz vom Jahre 1936. Sie enthalten einen Vortrag A. PENCKS (7) über das Klima der Eiszeit, in welchem ähnliche Gesichtspunkte entwickelt sind wie in desselben Autors eben besprochener Arbeit, ferner einen Bericht DE GEERS über sein spezielles Forschungsgebiet, aus welchem man die großen Fortschritte ersieht, welche in der chronologischen Verknüpfung der quartären Bildungen bis jetzt erzielt worden sind, dann einen Vortrag P. BECKS (2) über seine neue Gliederung der Eiszeit, bei welcher bekanntlich die ältesten Kältevorstöße noch in das Pliozän zurückverlegt und in das Quartär zwei neue eingeschoben wurden. SAURAMO berichtete über seine hauptsächlich pollenanalytischen Studien über das spätglaziale Klima Finnlands. Der Tundra folgten in nicht weitem Abstande Bäume und Wälder. Die Salpaussälkestadien fallen — entgegen früheren Annahmen — mit dem postglazialen Wärmeoptimum zeitlich zusammen. Referent regte die Frage an, ob es passend sei, die Eisvorstöße stets in die Zeiten, in welchen Kälte oder Feuchtigkeit ihre Extremwerte erreichen, zu verlegen, ob es nicht sachgemäßer wäre, die Verlegung in die Zeiten vorzunehmen, in welchen das Produkt dieser sich entgegengesetzt ändernden Variablen sein Maximum erreicht. Ein erschütterndes Bild der noch heute obwaltenden Unklarheit über das Wesen der Eiszeit bringt die Gegenüberstellung letzterschienener Arbeiten: PENCK (3) tritt neuerdings für die Auflösung des Quartärs in Kälte- und Wärmezeiten mit verschiedener Mitteltemperatur, BECK (3) für eine Auflösung in Zeiten mit ausgeglichenem und extremem Klima bei gleicher Mitteltemperatur ein.

Eine von JESSEN über das Tertiätklima Deutschlands verfaßte Schrift zeigt im Anschluß an Vorstudien FREYBERG's die Möglichkeit auf, so wie für das Quartär auch für das Tertiär neben den fossilen Pflanzen und Böden auch fossile Reliefformen zur Klimadiagnose zu verwerten. Es sind unterscheidbar: Tropisches Feuchtsteppenklima im Eozän, eine aride Phase im Mitteloligozän, subtropisches Feuchtsteppenklima vom Oberoligozän bis zum Unterpliozän, gemäßigtes Klima im oberen Pliozän. Einen Polverschub lehnt JESSEN ab und glaubt, daß gewaltige Änderungen des Reliefs die Klimawechsel bedingten. VOIGT berichtet über den bei manchen Organismen der Geiseltalkohle beobachteten doppelten Wachstumsrhythmus im Jahreslaufe. Er ist bei Ablehnung eines Polverschubes auf das Alternieren von Winterregen und Spätfrühlingsregen bei hochtemperierter Zwischenzeit zu beziehen. Die megatherme Tracht der Pflanzenwelt lockte zum Ver-

gleich mit der großen und kleinen Regenzeit der inneren Tropen. Äquatorialem Klima in den Mittelbreiten würde warmgemäßtes Klima am Pole entsprechen. In schärfstem Gegensatz hierzu steht die Meinung SANDBERGS (1), daß das Klima im hohen Norden nur um wenig milder als das von heute gewesen sei. Mit Berufung auf die „tropischen Täler“ Nordkanadas, auf die Eisfreiheit der Zhokovinsel (Neu-Sibirien) und auf die Vegetation der Wrangelinsel und unter Hinweis auf den Aperzustand mancher Teile von Norwegen und Island zur Eiszeit möchte SANDBERG auch die Fundorte von arktischen Tertiärpflanzen als Refugien innerhalb einer Eisdecke deuten. So sehr gehen die Ansichten über das Tertiärlklima noch auseinander!

Einen ausschlaggebenden Einfluß des Klimas auf die Sedimentbildung zeigte SCHÜTTIG an der Hand der Verhältnisse im Rotliegenden der Rheinpfalz auf. Aus zwischen Arkosebänken und Kohlenflözen schwankenden Absätzen läßt sich ein Wechsel mehr oder minder trockener und feuchter Zeiten in teils kurzfristigen, teils weitspannigen Wechselfolgen feststellen. Sogar jahreszeitliche Wetterwechsel erscheinen durch sehr dünne Schichtungen bezeugt.

Betreffs der „Jahresringe“ in der Salzfazies des Zechsteins kam K. FIEGE auf Grund sorgfältiger Erwägungen zu dem Schluß, daß sie die Wahrzeichen mindestens 70jähriger Klimaschwankungen sein müßten. Über die permokarbone Eiszeit in Südbrasilien hat V. LEINZ berichtet. Die älteren Tillite sind Grundmoränen, der jüngste ist ein Driftkonglomerat. Die Flachheit der Eisunterlage bei nur 2°, höchstens 6° Neigung, die ungeheure Ausdehnung der Moränen, ihre einheitliche Ausbildung und die geringe Größe der Geschiebe weisen auf eine Inlandeisentwicklung. Das Zentrum derselben lag im NO in einem jetzt vom Ozeane überfluteten Gebiet. In Sao Paulo weisen fünf Tillite auf ebensoviele Kälzezeiten hin. In S. Catherina gab es deren drei. Eine Gesamtdarstellung der Klimaentwicklung gab RUEDEMANN für Nordamerika: Glazial am Ende des Proterozoikums, kalt im Unterkambrium, gemäßigt bis warm im Ordovizium, Silur, Devon, kalt werdend im Karbon, glazial im Unterperm, gleichmäßig warm in Trias und Jura, gemäßigt in der Kreide und bis zum Miozän, kalt im Pliozän.

- BECK, P. (1): Studien über das Quartärlklima im Lichte astronomischer Berechnungen (Schluß). — Eclog. geol. Helvet. 1938.
— 2: Zur Revision der Quartärchronologie der Alpen. — Verh. d. III. internat. Quartär-Konferenz 1938.
— 3: Zur Geologie und Klimatologie des schweizerischen Altpaläolithicum. — Mitteil. d. naturwiss. Ges. Thun 1939, Heft 4.
FIEGE, K.: Die zyklische Sedimentation in der Salzfazies des deutschen Zechsteins und die Großflutenhypothese. — Zentralbl. f. M. G. P. 1939.
DE GEER, G.: Die exakte geochronologische Verknüpfung der quartären Bildungen. — Verh. d. III. Quart.-Konf. 1938.

- JESSEN, O.: Tertiärmklima und Mittelgebirgsmorphologie. — *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde* 1938.
- KERNER-MARILAUN, F.: Das Gletscherphänomen als Optimum betrachtet — jetzt und einst. — *Verh. d. III. Quart.-Konf.* 1938.
- LEINZ, V.: Petrographische und geologische Beobachtungen an den Sedimenten der permokarbonen Vereisungen Südbrasiliens. — *Neues Jahrb. f. M. G. P.* 1938.
- MILANKOVÍC, Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate. — *Handbuch der Geophysik* 1938.
- PENCK, A. (1): Die Strahlungstheorie und die geologische Zeitrechnung. — *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde* 1938.
- 2: Das Klima der Eiszeit. — *Verh. d. III. Quart.-Konf.* 1938.
- 3: Säugetierfauna und Paläolithikum des jüngeren Pleistozäns in Mitteleuropa. *Abh. d. Preuß. Akad. Wiss.* 1938.
- RUEDEMANN, R.: Climates of the Past in North America. — *Geology of North America*, herausgegeb. v. KRENKEL, Berlin 1939.
- SANDBERG, C.: Das Prinzip der paläoklimatologischen Deutungen und seine Anwendung auf diluviale Profile. — *Zentralbl. f. M. G. P.* 1938.
- SAURAMO, M.: Über das spätglaziale Klima. — *Verh. d. III. Quart.-Konf.* 1938.
- SCHÜTTIG, R.: Lithogenesis des Rotliegenden im Nordostteil d. Rheinpfalz. — *Dissert. Abh. d. geol. Landesunters. Bayerns.* München 1938.
- SOERGEL, W.: Die Vereisungskurve. — Berlin 1938.
- SPITALER, R. (1): Vergleich zwischen den solaren Bestrahlungen in der Eiszeit und in der Gegenwart. — *Meteorolog. Zeitschr.* 1938, 6.
- 2: Die mittleren täglichen Bestrahlungen in den vier Jahreszeiten der Eiszeit und Gegenwart. — *Ebenda*, 9.
- 3: Vergleich zwischen den solaren Bestrahlungen zu Beginn einer Eiszeit und in der Gegenwart. — *Ebenda*, 9.
- 4: Die sommerliche und winterliche solare Bestrahlungskurve während der quartären Eiszeit. — *Met. Zeitschr.* 1939, 3.
- 5: Eine neue Art der Gliederung der alpinen Eiszeit. — *Ebenda*, 7.
- 6: Die sommerliche und winterliche Bestrahlungskurve in der Nacheiszeit. — *Ebenda*, 8.
- 7: Ein Versuch, Isothermenkarten des Sommers und Winters für Europa und Sibirien in der Eiszeit zu zeichnen. — *Ebenda*, 6.
- VOIGT, E.: Die jährliche Klimakurve des mitteldeutschen Eozäns. — *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Vortragsbericht* 1939.
- WISSMANN, v. H.: Die Klimate Chinas im Quartär. — *Geogr. Zeitschr.* 1938, 9.
- WUNDT, W. (1): Die astronomische Theorie der Eiszeiten. — *Naturwiss. Monatschrift* 1938, 11.
- 2: Das Reflexionsvermögen der Erde zur Eiszeit. — *Meteorolog. Zeitschr.* 1938, 3.
- 3: Der Energiehaushalt der Erde im Laufe des Jahres und in der Erdgeschichte. — *Ebenda* 1939, 9.
- 4: Die Verschiebung der Klimagürtel seit dem Ausklang der Eiszeit. — *Pettermanns Geogr. Mitteil.* 1938, 11.