

#### 4. Paläoklimatologie

Von F. KERNER VON MARILAUN, Wien

In der Altklimakunde stand in den letzten zwei Jahren das Streben nach astronomischen Erklärungen der aufgegebenen Rätsel im Vordergrund. In jüngster Zeit konnte aus gesetzmäßigen Absorptionerscheinungen im Lichte der uns benachbarten Sterne gefolgert werden, daß kosmische Nebel von ungeheurer Erstreckung den interstellaren Raum in der Nachbarschaft der Sonne — nur wenige Lichtjahre von ihr entfernt — erfüllen (CORLIN). Damit hat die Hypothese von NÖLKE (1) ein Tatsachenfundament erhalten und an Glaubwürdigkeit gewonnen. Die Interglazialzeiten möchte NÖLKE bekanntlich dadurch erklären, daß der Eiszeitnebel aus mehreren durch Zwischenräume getrennten Teilen bestand.

Befremden könnte es, daß, wenn ungeheure Räume des Weltalls mit Nebeln erfüllt sind, unser Sonnensystem nicht schon oft durch solche Gebilde hindurchgeschwebt ist, nicht in allen Formationen weitverbreitete Vereisungen erfolgten. Auch die Bedeutung von Sonne und Mond für die Paläoklimatologie, wie sie sich im Lichte neuer astronomischer Forschungsergebnisse offenbart, wurde jüngst aufgezeigt (NÖLKE, 2). Es wird jetzt die Ansicht vertreten, daß die Lebensdauer der Erde weit mehr als einen Tag im Sonnendasein bedeute, daß sie einem Lebensabschnitt des Zentralgestirnes gleichzusetzen sei; dann muß dieses im Kambrium erheblich stärker als heute gestrahlt haben.

Von einer Zunahme der Sonnenstrahlung würden die niedrigen Breiten mehr Vorteil ziehen als die hohen. Betreffs der Kalmenzone sind die Gelehrten zur Annahme geneigt, daß die Wirkungen stärkerer Einstrahlung durch verstärkte Abschirmung (infolge gesteigerter Wolkenbildung) wettgemacht würden. In den Hochdruckgürteln schloße sich solches aus. Es ist dann befremdend, daß die altpaläozoischen Marinfauen auf keine zonale Klimagliederung weisen.

Der Mond war nach NÖLKE (2) in den ältesten geologischen Zeiten der Erde dicht benachbart und so der Erreger heftiger Strumfluten auf ihr. Die Ekliptikschiefe soll bei größerer Mondnähe nur  $11^{\circ}$  betragen haben. Das engte das Areal der beiden Polarkappen sehr ein und schwächte den Unterschied zwischen den Jahreszeiten sehr ab. Auch die Tageslänge wäre viermal kürzer gewesen, was die Entwicklung großer Hitzegrade im täglichen Wärmegange gehemmt hätte. KÖPFEN und WEGENER hatten mit früheren sehr hohen Werten der Ekliptikschiefe rechnen zu können geglaubt und solche — allerdings ohne Erfolg — zur Lösung jener Klimarätsel herbeigeht, welche sich im Gemisch von Polwanderung und Kontinentalschub nicht lösten.

Das abgelaufene Jahr brachte einen Erklärungsversuch der Vorzeitklimate, in welchem der Gedanke, daß die großen Vereisungen Zeiten verstärkter Sonnenstrahlung gewesen seien, in extremster Form zur Geltung kommt. Dieser alte Gedanke ist in letzterer Zeit wiederholt neu aufgetaucht, so in der Lehre von SIMPSON, welche auf der astronomisch nicht begründeten Annahme beruht, daß die Sonne ein veränderlicher Stern sei und in der Hypothese von NÖLKE, welche sich auf die durch die geologischen Befunde widerlegte Voraussetzung stützt, daß die permokarbonischen Vereisungen Hochgebirgsvergletscherungen gewesen seien.

Nach der im verflossenen Jahre entwickelten Hypothese von HIMPEL (1) knüpften sich die großen Vereisungen an die Zeiten, in welchen es auf der Erde am allerheißesten war, wenn die Sonne als Novastern aufleuchtete. Die Quellen für die Kälte, welche notwendig war, um die kolossalen Mengen entwickelter heißer Wasserdämpfe in riesige Schneemassen zu verwandeln, erscheinen aber unzureichend. Es wies auch schon B. JUNG darauf hin, daß HIMPELS Lehre daran scheitere, daß die Annahme eines mehrmaligen Nova-Aufleuchtens der Sonne wegen zu großer Druck- und Temperaturerhöhungen in der Erdatmosphäre für die geologischen Zeiten nicht möglich ist. HIMPEL (2) sah sich dadurch veranlaßt, die Gründe anzuführen, welche ihn trotz der „biologischen Schwierigkeiten“ zur Aufstellung seiner Hypothese drängten. Hierzu sei bemerkt: Die „überraschende Übereinstimmung“ der für die Sternexplosionen errechneten Periodizität mit dem mittleren Zeitabstände der großen Vergletscherungsepochen ist kein Argument zugunsten der Nova-Hypothese, weil bei der „ungefähren Abstands-

gleichheit“ jener Epochen nur der Wunsch der Vater des Gedankens war, der Wunsch eine Rhythmik allergrößten Stils im Weltgeschehen zu finden. Nach dem, was NEUMAYR über die Dauer der altpaläozoischen Perioden sagte, ist es schon ein Willkürakt, die Zeitspanne zwischen der algonkischen und permischen Eiszeit der Spanne zwischen dieser und der letzten gleichzusetzen. Daß die algonkische Eiszeit „katastrophal“ hereingebrochen sei, ist nicht bewiesen; ließe sich bei der gegebenen Sachlage auch gar nicht einwandfrei dartun. Ein plötzliches Hereinbrechen von Kälte in eine milde Neogenzeit (als Initialphänomen einer Eiszeit) läßt sich durch die Annahme einer Unterschreitung des thermischen Schwellenwertes für ein eisfreies Polarmeer im Rahmen der Darlegungen von BROOKS ohne den allzu hohen Kaufpreis einer Zerstörung des Lebens auf der Erde erklären.

Daß sich aus der Novahypothese eine große Verschiedenheit der Eisentwicklung auf beiden Halbkugeln ergibt, spricht gegen sie. Gegen die Einseitigkeit der quartären Vergletscherung reden noch heute die Argumente, welche gegen CROLL angeführt wurden. Die kambrischen Eiszeitspuren spielen außer in Nordamerika auch in Australien eine große Rolle. Daß die auffällige Unipolarität der permokarbonischen Eiszeit irdische Ursachen hatte, ist noch nicht widerlegt. Daß kurzperiodische Klimaschwankungen aus dem Tertiär unbekannt sind, ist kein Beweis für die Novahypothese, aus welcher sich eine geringe vorquartäre Exzentrizität ergibt. Die Zacken einer eoänen Strahlungskurve (des Winterhalbjahres) müßten sich in oftmaligem Verschwinden und Erscheinen wärmeempfindlicher Bäume und in oft wiederholtem Abflauen und Anschwellen der Häufigkeit minder empfindlicher Gewächse widerspiegeln. Solches wäre nur auf Grund reichster fossiler Florenschätze feststellbar. Ebenso wären die Aufschlüsse unzureichend, um aus einem oftmaligen Alternieren mehr allitischer und mehr siallitischer präoligozäner Erden das Spiegelbild einer Strahlungskurve zu bekommen.

Zur heute herrschenden astronomischen Eiszeitlehre wurden von ihrem Schöpfer neue erläuternde und ergänzende Beiträge geliefert. MILANKOVIĆ stellt die Höhe der Schneegrenze als Funktion der Sonnenstrahlung dar, empirisch und durch Rechnung (mittels der Relation zwischen Strahlung und Temperatur). Auch in den Tropen sind Strahlungsminderungen möglich, welche sich in Schneegrenzesenkungen von 1000 und mehr Metern auswirken. Die Betrachtung der Schneegrenze als thermisches Phänomen ohne Bezugnahme auf das vielgestaltige Wechselspiel der Hydrometeore ist als rechnerische Abstraktion zu werten. Im Gegensatz zur alten Lehre CROLLS kann die neue Theorie auch eine Vereisung beider Halbkugeln als Folge gegenseitiger Verstärkungen erklären (bei Ungleichzeitigkeit der Strahlungsminima).

Bei einem neuen Parallelisierungsversuche kam K. RICHTER zum Ergebnis, daß die gesamte Weichseleiszeit nur mit dem Strahlungsminimum vor 22,3 Jahrtausenden zu verknüpfen sei. Das würde eine sehr erhebliche Korrektur der bisherigen Anschauungen bedeuten. P. BECK (1) folgert aus zahlreichen thermoklimatischen Zusammenstellungen, in welchen auf die heutigen Verhältnisse in der Schweiz mehrfach Bezug genommen wird, daß sich in den die kühlest Sommer begleitenden mildesten Wintern die Zahl der Frostmonate zu sehr verringert, die Schneegrenze zu sehr gehoben hätte, als daß diese Zeiten für Gletschervorstöße hätten günstig sein können. Die Zeiten mit großen Jahresamplituden konnten für sich auch noch keine starken Vergletscherungen erzeugen. Kamen aber noch weitere Vereisungsursachen hinzu, so leisteten die kalten Winter einer dauernden Vergletscherung gewaltigen Vorschub. Für die Schweiz gilt, daß die Temperatur an der Schneegrenze acht Monate hindurch unter  $0^{\circ}$  liegt und daß einer Vermehrung der Frostmonate um einen eine Senkung der Schneegrenze um 350 m entspricht.

KERNER v. MARILAUN (1) zeigte an der Hand des heutigen Isothermenbildes, daß die mit gleichen Strahlungsabnahmen verknüpften Temperaturabnahmen auf manchen Meridianen noch in den Mittelwerten des Sommers und Sommerhalbjahres negative Werte annehmen. Es ergibt sich, daß sich die durch Strahlungswechsel bedingten Wärmeschwankungen nicht allgemein beurteilen lassen und daß sich umgekehrt aus Gletscherschwankungen nicht auf bestimmte Wechsel der Strahlung zurückschließen läßt. Der eben Genannte (2) untersuchte auch die klimatischen Bedingungen der ostsibirischen Vereisung. Eine Ernährung der Firne durch Winterschnee schloß sich aus. Wenn in heißen Periheliosommern eine starke Monsunentwicklung reichlichen Niederschlag brachte, war für sein Fallen in fester Form die Temperatur auch in großen Höhen zu hoch. Wenn in kühlen Aphelwintern dieser Umstand wegfiel, war mangels konstanter Luftzufuhr vom Meere her die Niederschlagsmenge zu gering. Die jakutische Vereisung mußte so an ein optimales Verhältnis der zwei Hauptfaktoren des Gletscherklimas geknüpft sein.

Gegenüber der Meinung, daß in der Eiszeit nur der schneeige Anteil des Niederschlags größer, dieser selbst aber geringer gewesen sei, betonte jüngst W. MEINARDUS, daß mit einem Mehrbetrag des eiszeitlichen Niederschlags insofern zu rechnen sei, als die Verminderung der Verdunstung infolge der größeren Kälte durch die Steigerung der Verdunstung wegen der erhöhten Windgeschwindigkeit bei größeren Temperaturgradienten mehr als wettgemacht worden sei. A. PENCK nimmt jetzt in Abweichung von der lange festgehaltenen Ansicht, daß der letzten Eiszeit ein holosphärischer Temperaturfall von  $4^{\circ}$  •entsprochen habe, für das vom Golfstrom meist begünstigte Gebiet

eine viel größere Senkung der mittleren Jahrestemperatur an. In den Fragen des Eiszeitklimas sind, wie man sieht, die Gelehrten noch nicht einig.

- BECK, P. 1: Vorläufige Mitteilung über eine Revision des alpinen Quartärs. — *Eclog. geol. Helvet.* **80**, Nr. 1.  
— 2: Studien über das Quartärklima im Lichte astronomischer Berechnungen. — *Ebenda* Nr. 2.
- CORLIN, A.: On the existence of obscuring matter in the vicinity of our solar system. — *Zeitschr. f. Astrophysik* **11**.
- HIMPEL, K. 1: Die Klimate der geologischen Vorzeit. — *Astronom. Nachrichten* **262**.  
— 2: Zur Frage der Klimaschwankungen. — *Astronom. Nachricht.* **264**.
- JUNG, B.: *Astronom. Nachricht.* **263**.
- KERNER v. MARILAUN, F. 1: Die Bedeutung der zonalen Wärmeinversionen für die Eiszeitchronologie. — *Meteor. Zeitschr.* **53**.  
— 2: Klimatologische Betrachtung der eiszeitlichen Vergletscherung Jakutiens. — *Meteorolog. Zeitschr.* **53**.
- MEINARDUS, W.: Allgemeine Zirkulation und Niederschlagsverteilung in der Eiszeit. — *Meteorolog. Zeitschr.* **54**.
- MILANKOVIĆ, M.: Neue Ergebnisse der astronomischen Theorie der Klimaschwankungen. — *Ber. d. Kgl. serb. Akad.* 1937 (serbisch). Auszug (deutsch) im *Bull. de l'acad. roy. serb.* 1937.
- NÖLKE, F. 1: Die Ursache der Eiszeit. — *Meteorolog. Zeitschr.* **54**.  
— 2: *Astronomie und Geologie.* — *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges.* **89**.
- PENCK, A.: Europa im Eiszeitalter. — *Geograph. Zeitschr.* **43**.
- RICHTER, K.: Zur Einordnung der Weichseleiszeit in die Strahlungskurve. — *Geolog. Rundschau* 1937.