

## Das Klima des Eiszeitalters nach R. Spitaler.

Von F. Kerner-Marilaun.

Spitalers Werk,<sup>1)</sup> das weit mehr als sein Titel verspricht enthält, bringt die Ergebnisse langjähriger mühevoller Berechnungen über den Einfluß der veränderlichen Elemente der Erdbahn auf das solare Klima. Im Anschlusse an frühere Arbeiten des Verfassers wird zunächst eine Formel aufgestellt, welche — bis zum Polarkreise geltend — die monatlichen Parallelkreistemperaturen als Funktion der mittleren Jahresstrahlung, der betreffenden Monatsstrahlung und der Land- und Meerbedeckung aufzeigt. Diese Bedeckung, bzw. deren Einfluß auf die Thermik eines Parallels wird hier nicht als konstante, sondern als variable Größe aufgefaßt. Dies leitet zu einer von der Z e n k e r'schen verschiedenen Begriffsbestimmung der Kontinentalität und Ozeanität über. Diese führt des weiteren zu den Begriffen der Überkontinentalität und Überozeanität als solchen thermischen Sachlagen, die noch jenseits derjenigen liegen, die sich auf einer reinen Land- und Wasserhalbkugel in der betreffenden Breite fänden. Die Ursachen sind meist Wind- und Meeresströme. Als Beweggrund einer winterlichen Überkontinentalität von  $1\frac{2}{3}$  in Peking erkennt man den NO Monsun, als Ursache einer ebensogroßen überkontinentalen Lage im Winter in Werchojansk aber die orographische Bedingtheit des sibirischen Kältepoles.

Es ergibt sich so eine instruktive zahlenmäßig darstellbare Kennzeichnung der Klimate. Reine Kontinentalität im Sinne Spitalers weisen Südarabien und die Sahara, West- und Nordsibirien auf. Reine Ozeanität findet sich in den mittleren Breiten im südatlantischen und südindischen Ozean. Die ostasiatischen Randmeere sind — wie zu erwarten — im vorigen Sinne fast Kontinental.

Eine genaue vergleichende Betrachtung der Temperaturen über dem Meere veranlaßt den Autor, ebenso wie Z e n k e r, einen weitgehenden erwärmenden Einfluß des Landes auf das Meer anzunehmen, wie er angesichts der viel größeren Wärmekapazität des Wassers schwer verständlich scheint. Bekanntlich hat W o e i k o f betont, daß das Meer in sich die Fähigkeit besitzt, sehr hohe Temperaturen anzunehmen und zeigt, daß selbst das rote Meer seine große Wärme nicht der Umgürtung durch die heißesten Landmassen verdankt.

Ein besonderer Abschnitt ist den Temperaturen in den Polargebieten gewidmet, da die erwähnten Strahlungsformeln nur bis zum Polarkreise gelten. Der Einsatz der für die polaren Breiten berechneten Strahlungsmengen in die Wärmeformel ergibt aber kein sehr

<sup>1)</sup> Prag 1921, Selbstverlag.

befriedigendes Resultat. Spitaler erhält als mittlere Jahrestemperatur am Pole auf einer Wasserhemisphäre nur  $-20.6^{\circ}$ , während die Berechnungen von Zenker, Hann und Liznar und seine eigenen früheren zwischen  $-8^{\circ}$  und  $-12^{\circ}$  ergaben.

Auch eine Jahresschwankung der Wärme von nur  $3^{\circ}$  auf einem wasserbedeckten Pole ist wohl zu klein. In den hohen Breiten kommt der von Precht betonte Umstand, daß Land nach innen zu immer kälter, bzw. immer wärmer wird, mehr zur Geltung. Er fände in einem Potenzexponenten  $e > 1$  des Wertes der Landbedeckung seinen analytischen Ausdruck. Die Anbringung eines solchen Exponenten ist aber in der vom Verf. entwickelten Formel nicht vorgesehen. Als Parallelkreis gleich hoher mittlerer Jahreswärme über Wasser und Land ergibt sich nach der neuen Formel  $62^{1/2^{\circ}}$ , während früher  $45$  und  $42^{1/2^{\circ}}$  angenommen wurden, für den Winter erhält man  $23^{\circ}$  auf der Nord- und  $17^{\circ}$  auf der Südhalbkugel. Im Sommer ist das Land vom Äquator bis zum Pole wärmer als das Meer.

Sehr verdienstvoll ist die vom Verf. vorgenommene Berechnung der Temperaturen der vier Jahreszeiten auf Grund einer astronomischen Einteilung des Jahres in gleich lange Monate, die sich symmetrisch zu den extremen Sonnenständen anordnen. Der Besitz von Temperaturmitteln so abgegrenzter Monate wäre für den Meteorologen sehr wertvoll, da sie die Beziehungen des Ganges der Lufttemperatur zum Gange der Strahlung besser erkennen ließen.

Besonders vorteilhaft ist diese Abgrenzung der Monate beim Vergleich der Temperaturen bei verschiedenen Perihelstellungen und Exzentrizitäten, denn es kommt ja dann der thermische Effekt derselben rein und nicht verschleiert durch den Einfluß der verschiedenen Länge der Jahreszeiten zum Ausdruck. Der Verf. findet eine starke Beeinflussung der Temperaturen der Jahreszeiten durch die vorausgehenden Jahresviertel. Die Frühlingstemperaturen sind durch die Wintertemperaturen stark herabgedrückt, die Herbsttemperaturen durch die des Sommers erhöht.

Die sehr umfangreichen, folgenden Untersuchungen, bei welchen die große Gewandtheit des Autors im astronomischen Rechnen voll zur Geltung kommt, befassen sich mit dem gleich eingangs genannten Thema. Sie fallen so nicht mehr in den engeren Interessenkreis des Geographen, sofern sich dieser auf die Erforschung der auf der Erde jetzt gegebenen Verhältnisse beschränkt.

Bei ihrer großen Wichtigkeit mögen sie aber doch auch an dieser Stelle kurz besprochen sein. Der erste Teil dieser Untersuchungen betrifft die Abhängigkeit der Wärmeverteilung in den vier Jahreszeiten von der Perihelstellung unter der Voraussetzung der jetzigen Landesverteilung, Exzentrizität und Ekliptikschiefe.

Ein zweites Ziel des Autors war die Ausrechnung der jahreszeitlichen Temperaturen für eine mittlere Exzentrizität und Ekliptik-

schiefe und für die Perihelstellungen 135 und 315, für welche sich nach dem über die gegenseitige thermische Beeinflussung der Jahreszeiten gesagten ergibt, daß sie die klimatischen Extreme innerhalb eines Perihelumlaufes bedingen. An dritter Stelle folgte eine Berechnung der Wärmegrade über Land und Meer bei den extremen Werten der Ekliptikschiefe und Bahnexzentrizität für die vier Hauptstellungen des Perihels, eine mühevollen Leistung, für die die Palaeoklimatologen dem Autor sehr dankbar sein müssen.

Der zweite Teil des Werkes ist rein palaeoklimatologischen Inhaltes. Es wird der Versuch gemacht, die Eiszeitchronologie von Penck und Brückner auf die von Farland berechneten Schwankungen der Exzentrizität der Erdbahn zu beziehen. Die Versuche, die Eiszeiten auf astronomischem Wege zu erklären, sind bekanntlich alt und rufen vor allem die Erinnerung an James Croll wach. Die Versuche wurden fallen gelassen, weil sie nur die Erklärung eines wechselweisen hemisphärischen Auftretens kurz dauernder Eiszeiten brachten. Spitaler entwickelt nun aber die Ansicht, daß zufolge weitgehender gegenseitiger Beeinflussung der verschiedenen Jahreszeiten und Erdzonen die bei bestimmten Perihelstellungen zwischen beiden Hemisphären gegebenen klimatischen Gegensätze gegenüber solarklimatischen Schwankungen höherer Ordnung ganz zurücktreten und verschwinden können, so daß es schließlich zu holosphärischen Eiszeiten von langer Dauer kommen kann.

Neben umfangreichem Zahlenmaterial führt der Verfasser auch viele klimatologische Erwägungen zu Gunsten seiner Anschauungen ins Treffen. Bei der Mannigfaltigkeit des Wechselspieles der klimatischen Faktoren, das insbesondere durch die mit den Wechseln der Aggregatzustände des Wassers eintretenden plötzlichen Änderungen der Sachlagen zu einem sehr verwickelten wird, begreift es sich, daß manches in den interessanten Darlegungen des Autors hypothetisch bleibt und er verschließt sich selbst nicht dieser Erkenntnis. Es sind aber wertvolle Anregungen zu weiterer Durchprüfung und Forschung gegeben, durch die sich das in der letzteren Zeit fast geschwundene Interesse für die astronomische Betrachtung der geologischen Klimaprobleme neu beleben kann. Als betrübendes Zeichen der Zeit sei es vermerkt, daß es dem Autor unmöglich war, sein Werk bei einem Verleger oder in einer Fachzeitschrift im Drucke erscheinen zu lassen und er sich dann entschloß, es in Lithographie herauszugeben. Dem Leser erwuchs hieraus kein Nachteil. Die Schrift ist tadellos, die Tabellen sind von mustergültiger Klarheit.