

Literaturnotiz.

F. Kerner-Marilaun. Paläoklimatologie, Verlag Gebrüder Bornträger, Berlin 1930, S. 1—512. Mit 24 Textfiguren.

F. v. Kerner hat in einem sehr umfangreichen, breit angelegten Werke seine auf vieljährigen Studien begründeten paläoklimatologischen Auffassungen nunmehr der Öffentlichkeit vorgelegt. Diese große wissenschaftliche Leistung ist von speziellem Interesse, da es sich um die Arbeit eines Forschers von ganz besonderer Vielseitigkeit — bei durchaus gründlicher Durchbildung in den verschiedenen Disziplinen — handelt, wie er in unserer heutigen Zeit weitgehender wissenschaftlicher Spezialisierung eine große Seltenheit ist. Kerner ist nicht nur ein durch jahrzentelange geologische Aufnahmen und viele Studien erprobter Geologe, sondern auch gewiegter Botaniker und Paläobotaniker, vor allem aber auch ein durch langjährige meteorologische Studien tiefgründig geschulter Klimakundler. Daß er schließlich Doktor med. ist und als Künstler (Maler) namhafte Leistungen aufzuweisen hat, sei nur nebenbei erwähnt.

Es gibt kaum ein Problem der Naturwissenschaften, in welchem die Wechselbeziehungen verschiedenster Disziplinen, welche die organische und anorganische Natur zum Studium machen, so innig miteinander verbunden erscheinen, wie in dem Wissenszweig der vorzeitlichen Klimakunde. Die Geologie gewährt Anhaltspunkte über die Deutung verschiedener, als Klimazeugen der Vergangenheit brauchbarer Gesteine; die Bodenkunde gestattet durch den Vergleich rezenter mit fossilen Böden wichtige paläoklimatologische Schlußfolgerungen zu ziehen; die Paläophytologie und Paläozoologie bieten an den Fossilresten die grundlegendsten Belege für einen Klimawechsel in der geologischen Vergangenheit; die Paläogeographie gibt Aufklärung über die klimatologisch bedeutsame Gliederung von Festland und Meer in der Vorzeit, während schließlich erst das Rüstzeug moderner meteorologischer und klimatologischer Forschung für alle theoretischen Spekulationen über das Klima der Vorzeit eine mehr oder minder gesicherte Grundlage zu gewähren vermag. Ein Mann, der all diese Wissenszweige weitgehend beherrscht wie Kerner, muß demnach für eine zusammenfassende Darstellung unseres paläoklimatologischen Wissens von der hohen Warte der Erkenntnis aus besonders prädestiniert erscheinen!

Im folgenden soll nur ein ganz kurzer Überblick über den Inhalt des Buches, speziell soweit dessen mehr auf geologischem Gebiet gelegene Ergebnisse in Betracht kommen, vermittelt werden.

Im einleitenden Abschnitt begründet Kerner eingehend die Schwierigkeiten und die Unzulänglichkeit der bisherigen Forschung auf paläoklimatologischen Gebiete. Wer sich mit dem Studium des Klimas der Vorzeit beschäftigt, hat zuerst die von der Geologie zur Verfügung gestellten Klimazeugen der Vergangenheit zu prüfen; hierauf muß untersucht werden, inwieweit die für ähnliche, heutige Pflanzen oder Böden ermittelten Klimawerte auch für die analogen der geologischen Vergangenheit angewendet werden können (Kritik des Beobachtungsmaterials). Erst hernach setzt die eigentliche Forscherarbeit ein, welche eine von der Tätigkeit des Klimatologen der Gegenwart ganz verschiedene Betrachtungsweise aufweist. Während letzterer bei voller Kenntnis des Solarklimas und der geographischen Verhältnisse die durch Beobachtung gewonnenen klimatischen Werte als das Ergebnis des Zusammenwirkens der eben genannten Größen aufzuzeigen sucht, strebt der Paläoklimatologe danach, gleichsam unter den vorhandenen verschiedenen „Unbekannten“ einer diophantischen Gleichung — als welche Solarklima, geographische Verteilung, Klimawerte der Vorzeit in Betracht kommen — die unbekannteste, das ist das „Solarklima“, zu ermitteln. Angesichts der mehreren Unbekannten, die nur nach ihrem Wahrscheinlichkeitswert eingesetzt werden können, muß die Lösung immer bis zu einem gewissen Grad als unbestimmt angesehen werden. Trotzdem sich die Altklimakunde mit diesem Forschungsziele weit von jenem der Klimatologie der Gegenwart entfernt, so muß sich doch auch die Paläoklimatologie der Forschungsmethoden der Meteorologie (insbesondere die Anwendung mathematischer Rechnung) zu eigen machen, da die Bedeutung der Beschaffenheit des Erdbildes (speziell Wasser- und Landverteilung) für die Paläoklimatologie von größter Bedeutung ist und somit die Darstellung der Temperaturen als Funktionen des Erdbildes (vermittels der Rechnung) in der Paläoklimatologie sogar noch eine größere Rolle, als in der Neuklimakunde zu spielen berufen ist. Aber erst nach dieser Vorarbeit sollen sich die Paläoklimatologen der Betrachtung des Sonnen-

klimas der Vorzeit zuwenden, wobei die Kenntnis der variablen Erdbahnelemente, die auf letzteres von großem Einfluß sind, zu ermitteln getrachtet werden muß.

Nach diesen einleitenden grundsätzlichen Darlegungen behandelt der Verfasser im ersten Buche die Mittel zur Erkennung der Vorweltklima (Paläoklimatognosis). Zunächst werden an der Hand von zahlreichen Beispielen die Schwierigkeiten und Unsicherheiten, die der Bestimmung von Vorweltpflanzen begegnen, betont. Im zweiten Abschnitt wird die Abhängigkeit der Pflanzen vom Klima, unter kritischer Betrachtung der das Wärmebedürfnis der Pflanzen betreffenden Studienresultate, ausgeführt und die Anpassungserscheinungen der Pflanzen an klimatische Erscheinungen besprochen. Ein dritter Abschnitt behandelt „Die Vorweltpflanzen als Klimazeugen“. Eingehend wird hier die Methode der Plesiasis erörtert und ihre Wichtigkeit betont. Sie besteht darin, daß aus den mit fossilen Pflanzenarten verwandten, heutigen Formen thermische Grenzwerte ihrer Existenz festgestellt werden, und daß aus überlegter Anwendung derselben ein beiläufiges Bild über das Paläoklima einer bestimmten Örtlichkeit zu bestimmter geologischer Zeit zu gewinnen versucht werden kann. Im IV. Kapitel, „Allgemeine Gesichtspunkte zur klimatologischen Beurteilung der Vorweltflora“, wird auf die erstaunliche Widerstandskraft der Pflanzen gegen Kälte und Trockenheit hingewiesen, was die klimatologische Auswertung fossiler Floren erschwert und wird auf die Möglichkeit des Zusammenwirkens verschiedener Ursachen verwiesen, welche zur Erklärung des Auftretens bestimmter Floren in für letztere anscheinend nicht entsprechenden Lebensräumen dienen können. Im V. Kapitel spricht Kerner „Von der Bildung der festlandbürtigen Gesteine“, wobei insbesondere auf deren Bedeutung für die Erkennung vorzeitlicher Klimavorgänge verwiesen wird (rote Wüstensandsteine, Kalk- und Silikathauxite usw.). Im VI. Kapitel wird über den Versuch berichtet, die Abhängigkeit der Bodenbildungen vom Klima festzustellen, wobei speziell der Versuch des Verfassers, aus der Eintragung der auf Bodenkarten vorhandenen Grenzen auf meteorologische Karten, „um die mittleren und oberen Grenzwerte der einzelnen Klimabilder für die Verbreitung der verschiedenen Bodenarten zu bestimmen“, hervorzuheben ist. Auch aus der Vergleichung der Werte, welche verschiedene meteorologische Stationen geben, mit den Angaben einer Bodenkarte, können, wie Kerner ausführt, Beziehungen zwischen Boden und Klima ermittelt werden. Im VII. Kapitel, „Pedoklimatologische Analysis“, wird der Versuch, klimatische Schwellenwerte für Roterde und Laterit aufzustellen, eingehend erörtert, wobei sich ergibt, daß die Roterde durch das Zusammenwirken von Winterregen und Sommerwärme, die Lateritbildung durch eine große jährliche Regenmenge bei größtmöglicher jahreszeitlicher Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Niederschläge und durch möglichst hohe Luftwärme bei möglichster Gleichmäßigkeit in der Verteilung derselben in ihrer Entstehung bedingt ist. Auf Grund der von Harrassowitz erfolgten, zweckmäßigen Erfassung des chemischen Vorganges in verschiedenen, ausgewählten Bodengebieten Europas versucht Kerner eine Verknüpfung der letzteren mit bestimmten Klimazonen zu ermitteln. Im VIII. Kapitel, „Von den festlandbürtigen Gesteinen als Klimazeugen“, werden an zahlreichen Einzelbeispielen unter kritischer Beleuchtung die Grenzen aufgezeigt, innerhalb welcher eine Auswertung des überlieferten, geologischen Befundes für die Deutung bestimmter klimatologischer Phänomene möglich erscheint. Die festlandbürtigen Gesteine besitzen dadurch, daß sie ihre „thermischen Ansprüche“ im Laufe der Erdgeschichte nicht geändert haben, einen gewissen Vorrang gegenüber pflanzlichen und tierischen Zeugen, andererseits ist wieder mit der das Urteil beeinträchtigenden, nachträglichen Umwandlung der ersteren zu rechnen. Insbesondere wird von Kerner an dem Beispiel heutiger, geographisch-meteorologischer Verhältnisse auf die Unzulässigkeit jener häufigen Schlußfolgerungen verwiesen, welche z. B. auf Grund der Verbreitung von Wüstensandsteinen, Salzlagern, eiszeitlichen Moränen usw. Polverschiebungen ableiten wollen, wie denn überhaupt der „geologische Befund“ nicht als „Wahrzeichen bestimmter Breitenzonen“ aufzufassen ist. In den zwei letzten Kapiteln des ersten Buches, „Von der Wertprüfung der geologischen Klimazeugen“, wird die häufige Vieldeutigkeit der geologischen und paläontologischen Befunde für die Erkenntnis des vorzeitlichen Klimas teils an „Einzelbefunden“, teils an „Gruppenbefunden“ dargelegt, wobei auch auf die Verzerrung der vorzeitlichen Klimabilder durch die Unvollkommenheit der geologischen Überlieferung verwiesen wird. Die als möglich erachteten Fehlerquellen werden von Kerner in ein mit besonderen Namen versehenes System gebracht.

Der Inhalt der folgenden Bücher, welcher vorwiegend auf meteorologischem Gebiete gelegen ist, sei nur in Kürze referiert.

Das zweite, sehr kurz gehaltene Buch, welches die Paläoklimatographie behandelt und deren Schwierigkeiten hervorhebt, würdigt als Musterbeispiel einer solchen Brook's „Klimatographie des Eiszeitalters“.

Im dritten Buch, welches den Titel „Von den Grundlagen für die Beurteilung der Vorweltklimate“ besitzt, wird zunächst die Bedeutung der „Seehöhe“ im heutigen Klima, dann jene der vorweltlichen Höhenschichtung des Klimas betont, welche letztere, infolge der Florenschichtung nach der Höhenlage im Gebirge, erst die Fortdauer der Pflanzenwelt während der Klimakatastrophen gesichert hat. Sodann wird der Einfluß der Land- und Meerverteilung auf das Klima der Gegenwart und auf jenes der geologischen Vergangenheit klargelegt. Ihr wird ein großer Einfluß auch auf die Gestaltung vorzeitlichen Klimas zugeschrieben. Unter Anführung exakter Daten wird weiters der „Einfluß der geographischen Breite auf das Klima“ klargelegt. Es wird begründet, daß sich heute zu den solaren Klimabildnern als fast ebenbürtige Kräfte die geographischen Klimabildner zugesellen und daß ein solches Verhältnis auch für die Paläoklimate vorauszusetzen ist. Wegeners Annahme starker Polverschiebungen wird abgelehnt. Das Vorhandensein einer Beweglichkeit der Erdrinde und somit von Verschiebungen der geographischen Koordinaten im Laufe der geologischen Entwicklungsgeschichte wird zwar anerkannt, jedoch Wegeners Voraussetzung gewaltiger, hypothetischer Verschiebungswerte abgelehnt. Es folgen Erörterungen über den „Einfluß der Erdstellung auf das Klima“, wobei die klimatologischen Folgeerscheinungen wechselnder Ekliptikschiefe, Exzentrizität der Erdbahn, bzw. der Verschiebungen von Perihel und Aphel, in ihren Kombinationen eingehend zur Erörterung gelangen. Durch diese Erscheinungen lassen sich mannigfache Änderungen der klimatischen Verhältnisse der Vorzeit erklären, jedoch nur solche von vergleichsweise geringerem Ausmaße.

In eingehender Weise wird weiters unter Würdigung einer umfangreichen Literatur der Einfluß der Sonnenfleckenzyklen auf verschiedene Klimaerscheinungen (Temperatur, Luftdruck, Niederschläge) und jener der durch Vulkanausbrüche bedingten atmosphärischen Trübungen dargelegt. Auf solche Wechsel in der Solarkonstante können gewisse geologische Phänomene, wie kurzfristige Sedimentationszyklen, bezogen werden (z. B. innerhalb der Warvenschichtungen de Geers, ineinanderschachtelung von Moränenzügen usw.).

Sehr umfangreich sind Kerner's Ausführungen im vierten Buche, „Von den rechnerischen Mitteln zur Erklärung der Vorweltklimate“. Kerner glaubt aus der theoretischen Betrachtung des Klimas auf einer polareisfreien Erdhalbkugel „die natürliche Grundlage für die Beurteilung der Durchschnittsklimate der Vorzeit“ gewinnen zu können, während die rechnerische Analyse des glazialen Seeklimas „den passenden Ausgangspunkt für die Betrachtung der großen Klimastörungen, der Eiszeiten, gewährt“. Die geographische Analyse der Parallelkreistemperaturen und Ortstemperaturen besitzt darin ihre Bedeutung, daß sie die „Beurteilung des Betrages, um welchen ein Vorzeitklima schon wegen der veränderten Land- und Meerverteilung vom heutigen abweichen konnte, aus dem Bereich ganz willkürlicher Annahmen auf das Arbeitsfeld ziffernmäßiger Schätzungen überführt“, während die Betrachtung der taxigenen, d. h. von der jeweiligen Erdstellung beeinflussten Land- und Seeklimate den Spielraum aufzeigt, innerhalb dessen sich diese Einwirkungen auf das irdische Klima zum Ausdruck zu bringen vermögen.

Auch eine ombrogeographische und barographische Analyse erscheint nach Kerner entwicklungsfähig und als Hilfsmittel für die paläoklimatologische Forschung von Bedeutung.

Im fünften Buche, „Von den erdgeschichtlichen Mitteln zur Erkennung der Vorweltklimate“, wendet sich der Verfasser wieder mehr der geologischen Seite des Klimaproblems zu. Zunächst wird die Möglichkeit der „Höhenschätzung vorweltlicher Gebirge“ aus den Komponenten fossiler Floren, welche aus verschiedenen Höhenlagen durch Flüsse zusammengeschwemmt betrachtet werden können, eingehend dargelegt (spezielles Beispiel: Miozänflora von Parschlug in Obersteiermark). Gerade bei diesem Beispiele erscheint es allerdings nach Ansicht des Referenten fraglich, ob die Schätzung über die Höhen der benachbarten miozänen Berge mit den aus den Sedimentationsverhältnissen und anderen geologischen Erscheinungen zu ziehenden Schlüssen in Übereinstimmung zu bringen sein wird.

Die große Unzulänglichkeit der paläogeographischen Rekonstruktionen, welche die Grundlage für genauere paläoklimatologische Studien bilden, beeinflusst naturgemäß auch die Exaktheit der letzteren. Immerhin gibt nach Kerner eine sorgfältige Aus-

wahl unter den vorzeitlichen Erdkarten die Möglichkeit zur Ermittlung der möglichen und wahrscheinlichsten Verteilung von Festland und Meer.

In dem Kapitel „Von den Schwankungen des physischen und mathematischen Solarklimas“ wird die Unsicherheit eingehend klargelegt, welche einer Ausdeutung der variablen Erdbahnelemente, des Wechsels in der Sonnenstrahlung, der Änderungen in der Sternstrahlung usw. für paläoklimatologische Deutungen anhaftet.

Eine Kritik der Methoden der geologischen Zeitrechnung und Bemerkungen über die Unvereinbarkeit der von Köppen angenommenen Polwanderungen mit den wahrscheinlichen Größen der geologischen Zeiträume, in welcher sie stattgefunden haben sollten, bildet den Abschluß des fünften Buches.

Das sechste Buch, „Von den Erklärungsversuchen der Vorweltklimata“, enthält zunächst den von Kerner durchgeführten Versuch, den Einfluß der wechselnden Land- und Meeresverbindungen, wie sie sich aus den paläographischen Rekonstruktionen des Paläozoikums und Mesozoikums ergeben, auf die vorzeitlichen Temperaturen rechnerisch zu ermitteln. Zunächst geschieht dies unter der Voraussetzung von im übrigen mit den heutigen gleichen Bedingungen, wobei auch die Rekonstruktion des Verlaufbildes alter Meeresströmungen und ihrer klimatologischen Bedeutung angestrebt wird. Besonders eingehend wird die Ermittlung des Isothermenverlaufs im tertiären Europa klargelegt. Dann folgt eine auf umfangreiches Zahlenmaterial gegründete Bewertung der durch wechselnde Erdstellung bedingten Wärmeschwankungen und eine Darstellung von deren Einfluß auf das von dem jeweiligen paläographischen Bild abhängige Land- und Seeklima der Vorzeiten.

In dem Kapitel „Paläoklimatologische Synthese“ wird der höchst bemerkenswerte Versuch unternommen (u. a. an dem Beispiel der Eozänflora von Messel bei Darmstadt und an jenem dalmatinischer, alttertiärer Floren), das zugehörige Paläoklima festzustellen, wobei sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den aus der alttertiären Land- und Meerverbreitung ermittelten Abweichungen von den heutigen Isothermen und jenen Temperaturwerten ergibt, welche sich aus den fossilen Florenbeständen ermitteln lassen.

Für die Deutung der europäischen Tertiärklimata liegt „kein Grund vor, die geographischen Veränderungen als zur Klärung unzureichend zu halten“ (S. 461). Für Europa lag im Tertiär nach der Land- und Meerverteilung ein besonders günstiges Bild vor, sodaß die Annahme von Polverschiebungen zur Erklärung des Vorzeitklimas überflüssig erscheint.

Das „Hydroklima“ der Vorzeit wird an dem Beispiel der protozänen und eozänen Ablagerungen Dalmatiens näher zu begründen versucht, wobei sich eine gute Übereinstimmung zwischen den aus der Land- und Meerverbreitung errechneten Regemengen und jenen, welche sich aus den Grenzwerten der Terrarossa-Bildung, sowie den fossilen Pflanzenresten ermitteln lassen, ergibt.

Die Eiszeiten, als „Klimastörung“ aufgefaßt, werden von verschiedenen Standpunkten aus beleuchtet, wobei Kerner zum Schlusse kommt, daß „das Phänomen noch nicht spruchreif ist“. Die Richtung, in welcher aber die Lösung dieser Frage zu suchen wäre, kennzeichnet sich durch den Ausspruch des Verfassers, „daß die Eiszeit überhaupt keine besondere Entstehungsursache hatte und nur durch eine besondere Verkettung alltäglicher Geschehnisse entstanden ist“ (S. 495). Hiebei wird auf die Möglichkeit eines Zusammenfallens zeitlich verschiedener, solarklimatischer Wellen, ferner auf die Überschreitung von Schwellenwerten (z. B. bei der Eisbildung) und auf die Möglichkeit einer gegenseitigen Verstärkung von Ursache und Wirkung verwiesen.

Im Schlußwort weist der Verfasser nochmals eindringlich auf die Notwendigkeit paläoklimatologischer Detailuntersuchungen hin, aus denen einzig und allein ein wahrer Fortschritt auf diesem, bisher einem Tummelplatz von Hypothesen entsprechenden Gebiete erhofft werden kann.

Man wird das Buch Kerner's mit dem Bewußtsein aus der Hand legen, daß in demselben ein äußerst heikles Thema auf Grund langjähriger vielseitiger Erfahrungen in möglichst exakter Weise behandelt erscheint und somit ein Werk geschaffen wurde, das inmitten einer Flut wechselnder paläoklimatologischer Hypothesen einen zwar schmalen, aber sicheren Steg zu einem wohl noch ziemlich fernen Ufer der gesicherten Kenntnis der Vorzeitklimata bedeutet.

A. Winkler.