

DAS
KLIMA DER VORZEIT

VON

MARTIN SCHWARZBACH

FERDINAND ENKE VERLAG STUTTGART



INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
DER TECHN. HOCHSCHULE

HANNOVER · HERRENHAUSER STR. 2

DAS

Par. S. 20/544

KLIMA DER VORZEIT

EINE EINFÜHRUNG
IN DIE PALÄOKLIMATOLOGIE

VON

MARTIN SCHWARZBACH

DR. PHIL., ORDENTL. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT KÖLN

Zweite vollständig
neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 134 Abbildungen



1 · 9 · 6 · 1

FERDINAND ENKE VERLAG STUTTGART

Inhalt

A. Allgemeine Paläoklimatologie

I. Begriffsbestimmung und historische Entwicklung der Paläoklimatologie . . .	1
Begriffsbestimmung und Bedeutung — Geschichte	
II. Das heutige Klima in seiner Bedeutung für die Paläoklimatologie . . .	7
Allgemeines — Primäre Sonnenstrahlung — Neigung der Erdachse — Einfluß der Land- und Meer-Verteilung auf die Temperaturen — Winde — Meeresströmungen — Verteilung der Niederschläge — Zusammenwirken von Niederschlag und Temperatur — Meridional- und Zonalzirkulation	
III. Allgemeines über die Rekonstruktion des vorzeitlichen Klimas, vor allem über Klimazeugen	15
Paläoklimatologie und Neoklimatologie—Unsicherheit der Klimazeugen—Einteilung der Klimazeugen	
IV. Zeugen für warmes Klima	18
Rote Verwitterungsbildungen und Böden — Höhlenabsätze — Allgemeines über marine Kalkablagerungen, marine Tiere, Fische — Riffbildungen — Landtiere — Pflanzen	
V. Zeugen für kühles Klima	31
Gletscher und Moränen — Pseudomoränen — Glaziale Oberflächenformen — Richtung der Gletscherbewegung — Drift durch Eisberge — Schneegrenze — Periglazial-Erscheinungen — Terrassen — Verwitterungserscheinungen, sedimentpetrographische und mineralogische Hinweise — Pflanzen — Landtiere — Marine Tiere	
VI. Zeugen für trockenes Klima	57
Rote und saline Sedimente — Regentropfen-Eindrücke — Wüsten und Wind — Pflanzen — Tiere	
VII. Zeugen für feuchtes Klima	63
Anorganische Klimazeugen — Pflanzen	
VIII. Zeugen für die Luftdruckverteilung und für Gewitter	66
Allgemeines über die Rekonstruktion der Luftdruckverteilung — Windstärke — Windrichtung — Gewitter — Hagel	
IX. Zeugen für jahreszeitlichen und langfristigen Klimawechsel	74
Jahresschichtung bei rezenten und glazialen Sedimenten — Jahresschichtung bei nichtglazialen und vorquartären Sedimenten — Jahreszeitliche Bildungen bei Organismen — Jahreszeitliche Eingliederung geologischer Vorgänge — Witterungswechsel im Laufe eines Jahres — Langfristige Klimaschwankungen; Sonnenflecken-Rhythmus — Jahreszeitliche Schichtung und absolute Zeitrechnung	
X. Rechnerische Ermittlung von Vorzeitklimaten	87
Formeln zur Temperatur-Bestimmung — Unsicherheit solcher Formeln	

XI. Physikalische Methoden zur Bestimmung vorzeitlicher Temperaturen	88
Allgemeines über die Sauerstoff-Isotopen-Methode und erste Anwendungen — Schwierigkeiten in der Anwendung der Methode — Anwendung bei Tiefsee-Sedimenten — Thermolumineszenz	
XII. Paläoklimatologie und nutzbare Lagerstätten	91
Allgemeines — Beispiele für klima-abhängige Lagerstätten	
 B. Historische Paläoklimatologie: Der Klimaablauf in der Erdgeschichte	
XIII. Allgemeines und Präkambrium	93
Allgemeines zur historischen Paläoklimatologie — Glazialsuren im Präkambrium — Sonstige Klimazeugen des Präkambriums	
XIV. Die eokambrischen Vereisungen	98
Allgemeines — Einzelvorkommen — Die Karte der eokambrischen Tillite	
XV. Das ältere Paläozoikum	108
Allgemeines und Riffgürtel — Zeugen ariden Klimas — Zeugen feuchten Klimas — Glazialsuren — Gesamtbild	
XVI. Jung-Paläozoikum und jungpaläozoische Vereisungen	115
Allgemeines — Riffgürtel — Die Steinkohlenwälder als Zeugen feuchten und warmen Klimas — Zeugen ariden Klimas im Karbon — Zeugen ariden Klimas im Perm — Windrichtung — Das Problem jahreszeitlichen Klimawechsels im Karbon — Das Problem langfristiger Klima-Rhythmen — Glazialsuren auf der nördlichen Halbkugel — Glazialsuren des Gondwanalandes — Rückblick auf das Jung-Paläozoikum	
XVII. Mesozoikum	135
Allgemeines — Riffgürtel — Sonstige Zeugen warmen Klimas — Boreale Provinz — Glazialsuren — Zeugen ariden Klimas — Feuchte Gebiete — Meeresströmungen — Gesamtbild	
XVIII. Tertiär	144
Allgemeines — Temperatur-Verhältnisse der warmen Zone (vor allem im Alt-Tertiär) — Klimaverschlechterung im Tertiär und Klima des Pliozäns — Niederschläge in Europa — Niederschläge in Nordamerika — Niederschläge in den übrigen Gebieten — Jahreszeitlicher Klimawechsel — Glazialsuren in niederen Breiten — Polargebiete im Tertiär — Meeresströmungen und Windrichtungen — Gesamtbild	
XIX. Quartär	159
Allgemeines und Abgrenzung — Klimaverhältnisse der eigentlichen Glazialgebiete — Glazialklima in den niederen Breiten und den Trockengebieten — Klima der Interglazial-Zeiten — Ablauf des Eiszeitalters in Europa — Ablauf des Eiszeitalters in Nordamerika — Ablauf des Eiszeitalters in den übrigen Kontinenten — Ablauf des Eiszeitalters in den Meeren — Absolute Chronologie des quartären Eiszeitalters — Spät- und Postglazial — Gesamtbild	
XX. Rückblick auf die Klimageschichte der Erde	184
Wechsel von Warmzeiten und Kaltzeiten — Weitere Regelmäßigkeiten in der Klima-Entwicklung und Beziehungen zum sonstigen Erdbild	
XXI. Klima und organische Entwicklung	191
Mögliche Einwirkungen des Klimas auf die organische Entwicklung — Zeitliche Beziehungen	

C. Genetische Paläoklimatologie: Klimahypothesen

XXII. Allgemeines über Klimahypothesen	194
Einleitende Betrachtungen über Klimahypothesen — Einteilung der Klimahypothesen	
XXIII. Reliefhypothesen	195
Miotherme und pliotherme Zeiten — Wirkungen der Heraushebung von Land und von Gebirgen — „Selbstverstärkung“ — Allgemeines über eisfreie Pole — Meeresströmungen — Die Eiszeit-Hypothese von EWING und DONN — Erklärung der jungpaläozoischen Gondwana-Vereisungen — Einwände gegen die Reliefhypothesen — Umgekehrte Deutung der Beziehungen zwischen Eiszeiten und Relief — Rückblick auf die Reliefhypothesen	
XXIV. Einige weitere terrestrische Ursachen für Klimaänderungen	205
Erd-Inneres und vulkanische Wärme — Vulkanische Aschen — CO ₂ -Gehalt der Atmosphäre — Bewölkung — Salzgehalt der Ozeane	
XXV. Polwanderungen, Kontinental-Drift und Paläomagnetismus	214
Allgemeines zu Polwanderungen — Kontinental-Drift — Paläoklimatologische Argumente gegen WEGENERS Drift-Hypothese — Paläoklimatologische Argumente für Kontinental-Drift — Paläomagnetismus — Baumstämme und Pol-Lage	
XXVI. Änderungen der Erdbahnelemente (Strahlungskurven)	218
Historisches — Meteorologische Grundlagen — Astronomische Grundlagen der Strahlungskurve von MILANKOWITSCH — Die Übertragung auf die geologische Eiszeitgliederung — Kritische Argumente gegen die Strahlungskurven und ihre geologische Deutung — Rückblick auf die Strahlungskurven — Unperiodische Änderungen der Erdbahnelemente	
XXVII. Absorption der Sonnenstrahlung außerhalb der Erde und Änderungen der primären Sonnenstrahlung	226
Absorption an interstellarer Materie — Satelliten-Ring — Die Sonne als „Veränderlicher Stern“ — SIMPSONS Eiszeit-Hypothese — Abänderungen von SIMPSONS Hypothese — Rückblick	
XXVIII. Versuch einer Synthese	229
Einigermaßen gesicherte Voraussetzungen — Wechselnde Sonnenstrahlung und wechselndes Erdbild als Ursachen der Klimaschwankungen: Solar-Relief-Hypothese	
XXIX. Ausblick auf die zukünftige Klimaentwicklung	231
Literaturverzeichnis	233
Tabelle zur Umrechnung von ° Fahrenheit in ° Celsius	254
Namenregister	255
Orts- und Sachregister	262