

Das Klima im Eiszeitalter

2., völlig neu
bearbeitete
Auflage

Josef
Klostermann



Schweizerbart

Das Klima im Eiszeitalter

2., neu bearbeitete Auflage

von

Josef Klostermann

mit 98 Abbildungen und 7 Tabellen

368/4364

Leibniz Universität Hannover

Institut für

Meteorologie und Klimatologie

Herrenhäuser Str. 2 · 30419 Hannover



E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller) Stuttgart 2009

Inhalt

Vorwort zur zweiten Auflage.....	V
Vorwort	VII
1 Definitionen	1
2 Klimazeugen	3
2.1 Biologische Klimazeugen	3
2.2 Lithogenetische Klimazeugen.....	5
2.3 Morphologische Klimazeugen.....	7
3 Präquartärzeitliche Eiszeitalter	9
3.1 Das Huronische Eiszeitalter.....	9
3.2 Das Varanger-Eiszeitalter.....	12
3.3 Die ordovizische Vereisung	14
3.4 Devonzeitliche Vereisungsspuren	15
3.5 Das permokarbone Eiszeitalter	16
4 Das Quartär.....	19
4.1 Forschungsgeschichte	19
4.1.1 Die Entwicklung des Eiszeit-Konzeptes.....	19
4.2 Kryosphäre	22
4.2.1 Entstehung von Gletschern	22
4.2.2 Schneegrenzen und Firnlinie	23
4.2.3 Gletschertypologie.....	25
4.2.3.1 Dem Relief untergeordnete Gletscher.....	25
4.2.3.2 Dem Relief übergeordnete Gletscher.....	25
4.2.3.3 Schelfeis- oder Meergletscher	26
4.2.4 Gletschergefüge	27
4.2.4.1 Schichtung	27
4.2.4.2 Bänderung oder Blätterung.....	28
4.2.4.3 Scherflächen.....	29
4.2.4.4 Spalten	30
4.2.5 Gletscherphysik	32
4.2.5.1 Temperaturen und Drücke in Gletschern	32
4.2.5.2 Bewegung von Gletschern	34
4.2.6 Gletscherschwankungen und ihre Ursachen	38
4.2.6.1 Gletschervorstoß	39
4.2.6.2 Gletscherrückgang	39
4.2.6.3 Massenbilanzen von Gletschern	40
4.2.6.4 Pleistozäne Eisschilde.....	42

4.2.7	Glazigene Sedimente	55
4.2.7.1	Moränen	56
4.2.7.1.1	Endmoränen	56
4.2.7.1.2	Grundmoränen	58
4.2.7.2	Schmelzwässer im Eis – Erosion und Sedimentation	60
4.2.7.2.1	Tunneltäler, Glazigene Rinnen und Fjorde	61
4.2.7.2.2	Oser	64
4.2.7.2.3	Kames	67
4.2.8	Glaziäre Sedimente	68
4.2.8.1	Eisstausee- und Zungenbeckenablagerungen	68
4.2.8.1.1	Warven	69
4.2.8.2	Sander	72
4.3	Atmosphäre	75
4.3.1	Entstehung und Entwicklung der Atmosphäre.....	75
4.3.2	Atmosphärische Strahlungsprozesse und „Treibhauseffekt“	77
4.3.2.1	Strahlungs- und Wärmehaushalt der Erdatmosphäre.....	77
4.3.2.1.1	Solares Klima.....	78
4.3.2.1.2	Terrestrisches Klima	79
4.3.2.1.2.1	Globalstrahlung.....	80
4.3.2.1.2.2	Terrestrische Ausstrahlung.....	81
4.3.2.1.2.3	Treibhauseffekt	83
4.3.2.1.2.4	Strahlungsbilanz.....	85
4.3.3	Atmosphärische Strömungen.....	87
4.4	Biosphäre	89
4.4.1	Biostratigrafie.....	89
4.4.1.1	Flora.....	90
4.4.1.2	Fauna.....	102
4.4.1.2.1	Klimawechsel und Artenspektrum.....	102
4.4.1.2.2	Quartärzeitliche Säugetiere.....	103
4.4.1.2.3	Faunenwechsel im Ober-Pleistozän am Beispiel des Oberrhein- grabens	112
4.4.1.2.4	Andere quartärzeitliche Faunen	115
4.4.2	Biomasse als Reglerelement	119
4.4.3	Entwicklungsgeschichte des Menschen.....	120
4.4.3.1	Einflüsse von Geologie und Klima auf die Evolution des Menschen.....	122
4.4.3.2	Genforschung in der Abstammungslehre.....	125
4.4.3.3	Werkzeugtechnologien und Kulturen	127
4.4.3.3.1	Paläolithikum	127
4.4.3.3.2	Mesolithikum und Neolithikum.....	134
4.5	Ozeane	136
4.5.1	Chemische und physikalische Eigenschaften des Ozeanwassers .	136
4.5.1.1	Temperatur	137
4.5.1.2	Salzgehalt.....	139

4.5.1.3	Dichte.....	141
4.5.2	Ozeanische Strömungen	141
4.5.2.1	Tiefenströmungen	141
4.5.2.1.1	Bodenwässer	142
4.5.2.1.2	Tiefenwässer	142
4.5.2.1.3	Zwischenwässer	142
4.5.2.2	Antarktische Wassermassen	143
4.5.2.3	Oberflächenströmungen	143
4.5.2.4	Ringe im Golfstrom	144
4.5.2.5	Aufquellendes Kaltwasser und El Niño.....	145
4.5.2.6	Strömungen aus Nebenmeeren (Europäisches Mittelmeer).....	147
4.5.3	Meeresspiegelschwankungen.....	149
4.5.3.1	Definition	150
4.5.3.2	Geschwindigkeiten, Dimensionen, zeitliche Abstände.....	150
4.5.3.3	Nachweis fossiler Meeresspiegelhöhen	152
4.5.3.3.1	Spuren an Küsten	152
4.5.3.3.2	Korallenriffe.....	158
4.5.3.4	Ursachen	162
4.5.3.4.1	Eustatische Meeresspiegelschwankungen	162
4.5.3.4.1.1	Dichteänderungen	162
4.5.3.4.1.2	Schwankungen der Wassermenge.....	162
4.5.3.4.1.3	Gestaltänderung der Ozeanbecken.....	162
4.5.3.4.1.4	Andere plattentektonische Ursachen	163
4.5.3.5	Wirkungen.....	163
4.5.4	Chemische und biologische Prozesse in den Ozeanen	165
4.5.4.1	Calciumkarbonate	165
4.5.4.1.1	Die Lysokline	166
4.5.4.2	Cadmiumgehalt und $^{13}\text{C} : ^{12}\text{C}$ -Verhältnis	168
4.5.4.3	Schelfdeponierungshypothese	170
4.5.4.4	Kieselsäure und phosphatisches Material	172
4.5.4.4.1	Häufigkeitsänderungen von Calciumkarbonat und Kieselsäure ...	173
4.5.5	Nicht-biogene Tiefseesedimente	175
4.5.5.1	Sedimentationsmechanismen.....	175
4.5.5.2	Verwitterung und Verteilung der Verwitterungsprodukte in den Ozeanen.....	177
4.5.6	Der Einfluss der Ozeane	182
4.6	Kontinente	184
4.6.1	Periglazial-Gebiete.....	184
4.6.1.1	Wirkungen und Spuren des Permafrostes (Fließerden, Kryoturbationen, Eiskeilpseudomorphosen, Pingos).....	185
4.6.1.2	Fluviatile Bildungen (Terrassen)	187
4.6.1.3	Äolische Ablagerungen.....	192
4.6.2	Wüsten	195
4.6.2.1	Lage heutiger Wüsten und Ursachen für deren Entstehung.....	195

4.6.2.2	Klimazeugen in Wüsten	197
4.6.2.3	Seespiegelhöhen und Pluviale	197
5	Stratigrafie	199
5.1	Chronostratigrafie und Geochronologie.....	199
5.1.1	Lithostratigrafische und andere stratigrafische Methoden	200
5.2	Quartärstratigrafie	203
6	Klimaarchive	207
6.1	Historische Beobachtungen	207
6.2	Eisbohrkerne	209
6.3	Tiefseebohrkerne und Sauerstoffisotopen.....	215
7	Ursachen und Rückkopplungen	220
7.1	Astronomische Ursachen	220
7.2	Plattentektonik und Klima	227
7.3	Tektonik – Verwitterung – Meeresspiegelhöhe.....	229
7.4	Inlandeis – Albedo – Biomasse.....	230
7.5	Biomasse – Atmosphäre – Ozean – CO ₂	230
7.6	Chemie der Ozeane – ozeanische Strömungen.....	232
7.7	Atmosphärenchemie – Treibhausgase	233
7.8	Strahlungsmenge – Chemie der Ozeane und Strömungen.....	233
7.9	Klimamodelle – Rekonstruktion der letzten 18.000 Jahre.....	234
8	Schriftenverzeichnis und weiterführende Literatur	237
	Sachregister	248