

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Forschungsgeschichte</b>	<b>1</b>
1.1	Die Entwicklung des Eiszeit-Konzeptes	2
<b>2</b>	<b>Gletscher und Inlandeismassen</b>	<b>5</b>
2.1	Entstehung von Gletschern	5
2.2	Schneegrenzen und Firnlinie	7
2.3	Gletschertypologie	9
2.3.1	Dem Relief untergeordnete Gletscher	9
2.3.2	Dem Relief übergeordnete Gletscher	9
2.3.3	Schelfeis- oder Meergletscher	10
2.4	Gletschergefüge	11
2.4.1	Schichtung	11
2.4.2	Bänderung oder Blätterung	13
2.4.3	Scherflächen	14
2.4.4	Spalten	15
2.5	Gletscherphysik	17
2.5.1	Temperaturen und Drücke in Gletschern	17
2.5.2	Bewegung von Gletschern	20
2.6	Gletscherschwankungen und ihre Ursachen	24
2.6.1	Gletschervorstoß	25
2.6.2	Gletscherrückgang	25
2.6.3	Massenbilanzen von Gletschern	26
2.6.4	Pleistozäne Eisschilde	30
2.7	Glazigene Sedimente	44
2.7.1	Moränen	45
2.7.1.1	Endmoränen	45
2.7.1.2	Grundmoränen	47
2.7.2	Schmelzwässer im Eis – Erosion und Sedimentation	49

2.7.2.1	Tunneltäler, Glazigene Rinnen und Fjorde . . . . .	50
2.7.2.2	Oser . . . . .	55
2.7.2.3	Kames . . . . .	58
2.8	Glaziäre Sedimente . . . . .	59
2.8.1	Eisstausee- und Zungenbeckenablagerungen . . . . .	59
2.8.1.1	Warven . . . . .	60
2.8.2	Sander . . . . .	63
<b>3</b>	<b>Kontinente außerhalb vergletscherter Regionen . . . . .</b>	<b>67</b>
3.1	Periglazial-Gebiete . . . . .	67
3.1.1	Wirkungen und Spuren des Permafrostes (Fließerden, Kryoturbationen, Eiskeilpseudomorphosen, Pingos) . . . . .	68
3.1.2	Fluviatile Bildungen (Terrassen) . . . . .	71
3.1.3	Äolische Ablagerungen . . . . .	75
3.2	Wüsten . . . . .	79
3.2.1	Lage heutiger Wüsten und Ursachen für deren Entstehung . . . . .	80
3.2.2	Klimazeugen in Wüsten . . . . .	82
3.2.3	Seespiegelhöhen und Pluviale . . . . .	83
<b>4</b>	<b>Ozeane . . . . .</b>	<b>85</b>
4.1	Chemische und physikalische Eigenschaften des Ozeanwassers . . . . .	86
4.1.1	Temperatur . . . . .	87
4.1.2	Salzgehalt . . . . .	90
4.1.3	Dichte . . . . .	92
4.2	Ozeanische Strömungen . . . . .	93
4.2.1	Tiefenströmungen . . . . .	93
4.2.1.1	Bodenwässer . . . . .	93
4.2.1.2	Tiefenwässer . . . . .	94
4.2.1.3	Zwischenwässer . . . . .	94
4.2.2	Antarktische Wassermassen . . . . .	95
4.2.3	Oberflächenströmungen . . . . .	95
4.2.4	Ringe im Golfstrom . . . . .	97
4.2.5	Aufquellendes Kaltwasser und El Niño . . . . .	97
4.2.6	Strömungen aus Nebenmeeren (Europäisches Mittelmeer) . . . . .	101
4.3	Meeresspiegelschwankungen . . . . .	103
4.3.1	Definition . . . . .	103
4.3.2	Geschwindigkeiten, Dimensionen, zeitliche Abstände . . . . .	104
4.3.3	Nachweis fossiler Meeresspiegelhöhen . . . . .	106
4.3.3.1	Spuren an Küsten . . . . .	106
4.3.3.2	Korallenriffe . . . . .	112

4.3.4 Ursachen . . . . .	117
4.3.4.1 Eustatische Meeresspiegelschwankungen . . . . .	117
4.3.4.1.2 Dichteänderungen . . . . .	117
4.3.4.1.3 Schwankungen der Wassermenge . . . . .	117
4.3.4.1.4 Gestaltänderung der Ozeanbecken . . . . .	117
4.3.4.1.5 Andere plattentektonische Ursachen . . . . .	118
4.3.5 Wirkungen . . . . .	118
4.4 Chemische und biologische Prozesse in den Ozeanen . . . . .	120
4.4.1 Calciumkarbonate . . . . .	121
4.4.1.1 Die Lysokline . . . . .	121
4.4.2 Cadmiumgehalt und $^{13}\text{C} : ^{12}\text{C}$ -Verhältnis . . . . .	124
4.4.3 Schelfdeponierungshypothese . . . . .	127
4.4.4 Kieselsäure und phosphatisches Material . . . . .	130
4.4.4.1 Häufigkeitsänderungen von Calciumkarbonat und Kiesel- säure . . . . .	131
4.5 Nicht-biogene Tiefseesedimente . . . . .	132
4.5.1 Sedimentationsmechanismen . . . . .	132
4.5.2 Verwitterung und Verteilung der Verwitterungsprodukte in den Ozeanen . . . . .	135
<b>5 Stratigraphie . . . . .</b>	<b>141</b>
5.1 Chronostratigraphie und Geochronologie . . . . .	142
5.1.1 Lithostratigraphie und andere stratigraphische Methoden . . . . .	144
5.1.2 Biostratigraphie . . . . .	147
5.1.2.1 Flora . . . . .	148
5.1.2.2 Fauna . . . . .	162
5.1.2.2.1 Klimawechsel und Artenspektrum . . . . .	162
5.1.2.2.2 Quartärzeitliche Säugetiere . . . . .	164
5.1.2.2.3 Faunenwechsel im Ober-Pleistozän am Beispiel des Ober- rheingraben . . . . .	174
5.1.2.2.4 Andere quartärzeitliche Faunen . . . . .	177
5.2 Quartärstratigraphie . . . . .	182
<b>6 Entwicklungsgeschichte des Menschen . . . . .</b>	<b>188</b>
6.1 Einflüsse von Geologie und Klima auf die Evolution des Menschen . . . . .	192
6.2 Genforschung in der Abstammungslehre . . . . .	194
6.3 Werkzeugtechnologien und Kulturen . . . . .	197
6.3.1 Paläolithikum . . . . .	197
6.3.2 Mesolithikum und Neolithikum . . . . .	205

<b>7</b>	<b>Klima – Archive</b>	207
7.1	Historische Beobachtungen	207
7.2	Eisbohrkerne	210
7.3	Tiefseebohrkerne und Sauerstoffisotopen	216
<b>8</b>	<b>Ursachen für Eiszeiten und Klimaschwankungen</b>	222
8.1	Plattentektonik und Klima	223
8.2	Astronomische Ursachen	226
8.3	Erdatmosphäre und Treibhausgase	233
8.3.1	Entstehung und Entwicklung der Atmosphäre	234
8.3.2	Atmosphärenchemie	236
8.3.2.1	Kohlendioxid	236
8.3.2.2	Weitere Treibhausgase	238
8.3.3	Atmosphärische Strömungen	239
8.4	Der Einfluß der Ozeane	242
8.5	Biomasse als Reglerelement	244
<b>9</b>	<b>Rückkopplungen</b>	246
9.1	Tektonik – Verwitterung – Meeresspiegelhöhe	246
9.2	Inlandeis – Albedo – Biomasse	247
9.3	Biomasse – Atmosphäre – Ozean – CO <sub>2</sub>	248
9.4	Chemie der Ozeane – ozeanische Strömungen	250
9.5	Atmosphärenchemie – Treibhausgase	251
9.6	Strahlungsmenge – Chemie der Ozeane und Strömungen	252
<b>10</b>	<b>Klimamodelle – Rekonstruktion der letzten 18000 Jahre –</b>	253
<b>11</b>	<b>Schriftenverzeichnis und weiterführende Literatur</b>	257
	<b>Orts- und Sachregister</b>	270