

Einführung in die Allgemeine Klimatologie

7., vollständig neu bearbeitete Auflage

von

Dr. rer. nat. Wolfgang Weischet
Professor an der Universität Freiburg i.Br.

Dr. rer. nat. Wilfried Endlicher
Professor an der Humboldt-Universität
zu Berlin

Mit 109 Figuren, 13 Tabellen und einer Tafel



**Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung
Berlin · Stuttgart 2008**

Inhalt

Vorwort zur ersten Auflage	5
Vorwort zur siebten Auflage	7
1 Das Klima mit seinen Raum- und Zeitdimensionen	15
2 Erddimensionen und Beleuchtungsklimazonen	23
2.1 Erddimensionen	23
2.2 Himmelsmechanische Tatsachen	23
2.3 Jahreszeiten	25
3 Die Sonne als Energiequelle und die Ableitung des solaren Klimas	32
3.1 Energiequelle und Solarkonstante	32
3.2 Fakten des solaren Klimas	32
4 Die Atmosphäre, ihre Zusammensetzung und Gliederung	39
4.1 Die Zusammensetzung der Atmosphäre	39
4.2 Die vertikale Struktur der Atmosphäre	41
4.3 Die Masse der Atmosphäre	45
5 Die solaren Strahlungsströme unter dem Einfluss der Atmosphäre	46
5.1 Das Sonnenspektrum am Grunde der Atmosphäre	46
5.2 Die diffuse Reflexion	48
5.3 Die selektive Absorption	51
5.4 Das Problem der stratosphärischen Ozonabnahme und des „Ozonlochs“	52
5.5 Regionale Abwandlung des solaren Klimas bei Annahme einer homogenen Atmosphäre	56
5.6 Die Globalstrahlung, ihre Komponenten und der Einfluss der geographischen Breite	58
5.7 Das Verhältnis von direkter und diffuser Einstrahlung in verschie- denen Klimazonen und seine Folgen	60
5.8 Die mittlere Verteilung der Globalstrahlung	62
5.9 Der Strahlungsumsatz an der Erdoberfläche	63
5.9.1 Der reflektierte Teil der Solarstrahlung: die Albedo	63
5.9.2 Strahlungsabsorption, Wärme, Wärmeverteilung	65

5.9.3	Umsatz kurzwelliger Strahlung und Wärmeverteilung in unbewachsenem Boden	66
5.9.4	Umsatz kurzwelliger Strahlung und Wärmeverteilung im Wasser	68
5.9.5	Strahlungsumsatz und Wärmeverteilung in einer Schneedecke	72
5.9.6	Strahlungsumsatz und Wärmeverteilung in der Vegetation	72
6	Die terrestrischen Strahlungsströme und der Treibhauseffekt der Atmosphäre	74
6.1	Die Ausstrahlung der Erdoberfläche und die Gegenstrahlung der Atmosphäre	74
6.2	Die natürliche Glashauswirkung der Atmosphäre	78
6.3	Die Emission von Spurengasen und der anthropogene Zusatztreibhauseffekt	80
7	Die Strahlungsbilanz, lokal, regional und global	85
7.1	Die Strahlungsbilanz des Gesamtsystems Erde und Atmosphäre	85
7.2	Tages- und Jahresgang von Strahlungsflüssen und -bilanz	88
7.3	Grundzüge der regionalen Differenzierung der Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche	89
8	Tages- und Jahresgänge der Energiebilanz an der Erdoberfläche	96
8.1	Tagesgänge der Energieflüsse	97
8.2	Jahresgänge der Energieflüsse und klimatologische Breitenzonen-Mittel	99
9	Lufttemperatur und Temperaturverteilung in der Atmosphäre	101
9.1	Messvorkehrungen, klimatologische Beobachtungstermine, wahre Tagesmittel	101
9.2	Regionale Differenzierung der Tages- und Jahresgänge der Lufttemperatur	105
9.3	Die vertikale Verteilung der Lufttemperatur	108
9.4	Die horizontale Verteilung der Lufttemperatur	111
9.5	Die planetarische Frontalzone	116
10	Der Luftdruck, seine Messung und Darstellung	121
10.1	Die Wirkungsweise von Flüssigkeits- bzw. Gasdruck	121
10.2	Der Luftdruck und seine Messung	122

10.3	Luftdruckangaben in Hektopascal	125
10.4	Die Hydrostatische Grundgleichung, die Allgemeine Gasgleichung und ihre Anwendung in der Barometrischen Höhenformel	125
10.5	Konstruktion von Höhenluftdruckkarten als Hauptanwendung der Barometrischen Höhenformel	129
11	Horizontale Luftdruckunterschiede und die Entstehung von Wind	134
11.1	Die thermische Entstehung horizontaler Luftdruckunterschiede in der Höhe	134
11.2	Horizontale Luftdruckgradienten als Ursache der Einleitung horizontaler Luftbewegung	137
11.3	Die Rückwirkung auf das Luftdruckfeld am Boden (Bodendruckfeld) und das Prinzip thermisch bedingter Ausgleichswinde	138
11.4	Die unterschiedlichen Dimensionen thermisch bedingter Luftdruck- gegensätze und Ausgleichszirkulationen	139
11.5	Horizontale Luftbewegung ohne Reibungseinfluss in einem Luftdruckfeld mit geradlinigen Isobaren (geostrophischer Wind)	147
11.6	Horizontale Luftbewegung ohne Reibungseinfluss bei gekrümmten Isobaren (geostrophisch-zyklostrophischer Wind)	149
11.7	Der Einfluss der Reibung auf die Luftbewegung: Reibungswind	150
11.8	Die Luftbewegung bei konvergierenden und divergierenden Isobaren sowie die Entstehung der dynamischen Druckgebilde	155
11.9	Maßgrößen der Luftbewegung	158
12	Der Wasserdampf in der Atmosphäre	160
12.1	Die physikalische Sonderstellung des Wasserdampfes	160
12.2	Maßeinheiten und Messung der Luftfeuchte	166
12.3	Mittlere horizontale und vertikale Verteilung des Wasserdampfes in der Atmosphäre	168
12.4	Das Problem der Verdunstung, Humidität und Aridität	170
13	Vertikale Luftbewegungen und ihre Konsequenzen	178
13.1	Der vertikale Austausch	178
13.2	Die dynamische Turbulenz	179
13.3	Die thermische Konvektion	180
13.4	Die trockenadiabatische Zustandsänderung bei vertikalen Luftbewegungen	182

13.5	Taupunkttemperatur, Kondensationspunkt, Kondensationsniveau und die kondensations-(feucht-)adiabatische Zustandsänderung	185
13.6	Die Umkehr adiabatischer Prozesse bei absteigender Luftbewegung und ihre Konsequenzen	191
13.7	Stabilitätskriterien und ihre klimatologischen Konsequenzen für turbulenten Austausch und konvektive Prozesse	195
13.8	Das Prinzip von Stau und Föhn	198
13.9	Vertikalbewegungen im Bereich von Fronten	201
14	Wolken und Niederschlag	204
14.1	Kondensation und Sublimation in der Atmosphäre	204
14.2	Genetische Wolkentypen und die Grundregeln ihrer regionalen Verteilung	212
14.3	Niederschlagsbildung und Niederschlagsarten	223
14.4	Niederschlagsmessung	227
14.5	Grundregeln der regionalen Verteilung der Niederschläge	228
15	Makroklima: Die Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und die klimatische Gliederung der Erde	235
15.1	Die Dynamik der planetarischen Höhenwestwindzone und ihre Konsequenzen	235
15.2	Die planetarischen Luftdruckgürtel im Meeresniveau und ihre tellurische Aufgliederung	246
15.3	Der tropische Zirkulationsmechanismus und seine klimatischen Folgen	251
15.4	Die Zirkulation in den unteren Schichten der außertropischen Atmosphäre	272
15.5	Die Glieder der Allgemeinen Zirkulation im Satellitenbild	279
15.6	Zusammenfassender Überblick mit schematischer Gliederung der Klimate der Erde	282
16	Mesoklima: Stadt- und Geländeklima	286
16.1	Stadtklima	286
16.2	Luftqualität	290
16.3	Geländeklima	292
17	Atmosphärische Gefahren	293

18 Der Klimawandel – das größte Umweltproblem des 21. Jahrhunderts	305
18.1 Natürliche Klimaschwankungen	305
18.2 Klimaveränderung durch menschliche Einflüsse	306
18.3 Bisherige Folgen des anthropogen induzierten Klimawandels	310
18.4 Die zukünftige Entwicklung von Emissionen und Konzentrationen der Treibhausgase und die Folgen	311
18.5 Reaktionen auf den Klimawandel: Strategien der Emissions- vermeidung und der Anpassung	316
Literaturverzeichnis	321
Verzeichnis der Internetadressen	330
Maßeinheiten und Umrechnungsformeln	331
Sachregister	334