

Horst Malberg

Meteorologie und Klimatologie

Eine Einführung

Zweite überarbeitete Auflage

Mit 171 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
HongKong Barcelona
Budapest

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Atmosphäre*	4
2.1 Chemische Zusammensetzung der Luft	4
2.2 Atmosphärische Zustandsgrößen	6
2.3 Tagesgang der Zustandsgrößen	12
2.4 Jahresgang der Zustandsgrößen	16
2.5 Änderungen der Zustandsgrößen mit der Höhe	19
2.6 Vertikale Stabilität der Atmosphäre	22
2.7 Gesetze	27
2.8 Potentielle Temperatur	32
2.9 Ionosphäre	34
3 Strahlung	36
3.1 Strahlungsspektrum	36
3.2 Herkunft der Strahlung	37
3.3 Die Solarkonstante	38
3.4 Wirkung der Erdatmosphäre auf die Solarstrahlung	38
3.5 Mittlerer Haushalt der einfallenden Solarstrahlung	43
3.6 Solar-, Global- und Himmelsstrahlung	44
3.7 Wärmestrahlung der Erde	46
3.8 Strahlungsbilanz	50
4 Luftbewegung	52
4.1 Kräfte bei reibungsfreier Bewegung	53
4.2 Reibungskraft	64
4.3 Die vollständige Bewegungsgleichung	66
4.4 Turbulenz	67
4.5 Vertikale Windverhältnisse	72
4.6 Strahlströme	81

5 Wolken und Niederschlag	85
5.1 Verdunstung	85
5.2 Besonderheiten des Sättigungsdampfdrucks	86
5.3 Wolkenbildung	88
5.4 Wolkenklassifikation	93
5.5 Wolkenbildung und thermodynamisches Diagramm	98
5.6 Gewitter	100
5.7 Tau und Nebel	103
6 Luftmassen, Frontalzone und Polarfront	106
6.1 Luftmassen	106
6.2 Grenzgebiete zwischen Luftmassen: Frontalzonen	113
6.3 Polarfront	115
7 Zyklonen und Antizyklonen	122
7.1 Tiefdruckgebiete	123
7.2 Fronten der Zyklonen	127
7.3 Zusammenhang von Bodenfronten und Höhenwetterkarte	132
7.4 Kaltlufttropfen	134
7.5 Tropische Zyklonen - Tropische Wirbelstürme	139
7.6 Tornados, Tromben und Staubteufelchen	142
7.7 Hochdruckgebiete	143
7.8 Inversionen	148
7.9 Strömungseigenschaften: Zirkulation, Vorticity, Divergenz	151
7.10 Ursache von Druckänderungen	156
7.11 Strömungsschema in Zyklonen und Antizyklonen	157
7.12 Gebirgseinfluß auf die Luftströmung	161
7.13 Orographisch induzierte Zyklonen	164
8 Wetter- und Klimabeobachtung	168
8.1 Bodenbeobachtungen	169
8.2 Klimabeobachtung	179
8.3 Von der synoptischen Beobachtung zur Wetterkarte	182
8.4 Radiosondenbeobachtung	186
8.5 Radar und Sodar	188
8.6 Wettersatellitenbeobachtung	189
8.7 Meteorologische Erscheinungen im Satellitenbild	196
9 Wettervorhersage	212
9.1 Numerische Wettervorhersage	213
9.2 Lokale und regionale Wettervorhersage	221
9.3 Güte der Wettervorhersage	225

10 Allgemeine atmosphärische Zirkulation	230
10.1 Druck- und Strömungsverhältnisse im Meeresniveau	231
10.2 Druck- und Strömungsverhältnisse in der freien Atmosphäre auf der Nordhalbkugel	235
10.3 Vertikale Temperatur- und Zirkulationsverhältnisse	242
10.4 Stratosphärenenerwärmungen	247
11 Klima und Klimaklassifikation	248
11.1 Definition	248
11.2 Klimaklassifikation	249
11.3 Übersicht über die Klimagebiete (nach Köppen 1918)	254
11.4 Vertikale Klimagliederung der Gebirge	263
11.5 Maritimer und kontinentaler Klimatyp	264
11.6 Klimadiagramme	266
12 Klimaschwankungen - Klimaänderungen	269
12.1 Klima in geologischer Vorzeit	271
12.2 Nacheiszeitliche Klimaentwicklung in Mitteleuropa	275
12.3 Moderne Klimatologie	276
12.4 Ursache von Klimaänderungen	278
12.5 Anthropogene Klimabeeinflussung	282
13 Kleinräumige Windsysteme	286
13.1 Land- und Seewind	286
13.2 Berg- und Talwind	288
13.3 Föhn	289
13.4 Kanalisierte Winde	292
13.5 Bora, Schirokko, Chamsin	294
14 Stadtklima	295
14.1 Wärmeinsel	295
14.2 Feuchteverteilung	298
14.3 Windverhältnisse	300
14.4 Niederschlagseinfluß	301
14.5 Klimatologische Stadtplanung	304
15 Anthropogene Luftverunreinigung	307
15.1 Wetterlage und Luftbelastung	308
15.2 Emission und Immission	312
15.3 Smog	313
15.4 Ausbreitungsrechnung	315

16 Wetterbeeinflussung	320
16.1 Nebelauflösung	320
16.2 Hagelbekämpfung	321
16.3 Regenerzeugung	321
16.4 Wirbelsturmbeeinflussung	322
17 Schlußbetrachtungen	324
Literatur	326
Sachverzeichnis	329