

Horst Malberg

Meteorologie und Klimatologie

Eine Einführung

Fünfte, erweiterte und aktualisierte Auflage
Mit 209 Abbildungen und 56 Tabellen

Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Atmosphäre	5
2.1	Chemische Zusammensetzung der Luft	5
2.2	Atmosphärische Zustandsgrößen	7
2.3	Tagesgang der Zustandsgrößen	13
2.4	Jahresgang der Zustandsgrößen	17
2.5	Änderungen der Zustandsgrößen mit der Höhe	20
2.6	Vertikale Stabilität der Atmosphäre	23
2.7	Gesetze	28
2.8	Potentielle Temperatur	33
2.9	Ionosphäre	35
3	Strahlung	37
3.1	Strahlungsspektrum	37
3.2	Herkunft der Strahlung	38
3.3	Die Solarkonstante	39
3.4	Wirkung der Erdatmosphäre auf die Solarstrahlung	39
3.5	Mittlerer Haushalt der einfallenden Solarstrahlung	44
3.6	Solar-, Global- und Himmelsstrahlung	45
3.7	Wärmestrahlung der Erde	47
3.8	Strahlungsbilanz	51
4	Luftbewegung	53
4.1	Kräfte bei reibungsfreier Bewegung	54
4.2	Reibungskraft	65
4.3	Die vollständige Bewegungsgleichung	67
4.4	Turbulenz	68
4.5	Vertikale Windverhältnisse	73
4.6	Strahlströme	82
5	Wolken und Niederschlag	86
5.1	Verdunstung	86
5.2	Besonderheiten des Sättigungsdampfdrucks	87

5.3	Wolkenbildung	89
5.4	Wolkenklassifikation	94
5.5	Wolkenbildung und thermodynamisches Diagramm	99
5.6	Gewitter	101
5.7	Tau und Nebel	104
6	Luftmassen, Frontalzone und Polarfront	107
6.1	Luftmassen	107
6.2	Grenzgebiete zwischen Luftmassen: Frontalzonen	114
6.3	Polarfront	116
7	Zyklonen und Antizyklonen	123
7.1	Tiefdruckgebiete	124
7.2	Fronten der Zyklonen	128
7.3	Zusammenhang von Bodenfronten und Höhenwetterkarte	144
7.4	Kaltlufttropfen	146
7.5	Tropische Zyklonen - Tropische Wirbelstürme	151
7.6	Tornados, Tromben und Staubteufelchen	158
7.7	Hochdruckgebiete	158
7.8	Inversionen	164
7.9	Strömungseigenschaften: Zirkulation, Vorticity, Divergenz	167
7.10	Ursache von Druckänderungen	171
7.11	Strömungsschema in Zyklonen und Antizyklonen	173
7.12	Gebirgseinfluß auf die Luftströmung	178
7.13	Orographisch induzierte Zyklonen	180
7.14	Die langen Wellen	184
8	Wetter- und Klimabeobachtung	189
8.1	Bodenbeobachtungen	190
8.2	Klimabeobachtung	202
8.3	Von der synoptischen Beobachtung zur Wetterkarte	203
8.4	Radiosondenbeobachtung	208
8.5	Radar und Sodar	209
8.6	Wettersatellitenbeobachtung	210
8.7	Meteorologische Erscheinungen im Satellitenbild	217
9	Wettervorhersage	233
9.1	Numerische Wettervorhersage	234
9.2	Lokale und regionale Wettervorhersage	242
9.3	Güte der Wettervorhersage	247
9.4	Statistische Verifikationsmaße	251
9.5	Vorhersagenmodelle des DWD	252

10 Allgemeine atmosphärische Zirkulation	253
10.1 Druck- und Strömungsverhältnisse im Meeresniveau	254
10.2 Druck- und Strömungsverhältnisse in der freien Atmosphäre auf der Nordhalbkugel.	258
10.3 Vertikale Temperatur- und Zirkulationsverhältnisse.	265
10.4 Stratosphärenenerwärmungen.	270
11 Klima und Klimaklassifikation	271
11.1 Definition	271
11.2 Klimaklassifikation	273
11.3 Die genetische Klimaklassifikation (nach H. Flohn).	278
11.4 Übersicht über die Klimagebiete (nach Köppen 1918).	280
11.5 Vertikale Klimagliederung der Gebirge.	290
11.6 Maritimer und kontinentaler Klimatyp.	291
11.7 Klimadiagramme.	294
11.8 Die Erdoberfläche.	295
11.9 Das nord- und südhemisphärische Klima	296
11.10 Mittlere zonale Klimaverhältnisse.	297
12 Klimaschwankungen - Klimaänderungen	301
12.1 Das Klimasystem der Erde	303
12.2 Die Evolution des Menschen.	304
12.3 Klima in geologischer Vorzeit	307
12.4 Nacheiszeitliche Klimaentwicklung in Mitteleuropa	311
12.5 Instrumentelle Meteorologie	312
12.6 Klimaentwicklung Mitteleuropas seit 1701.	314
12.7 Ursache von Klimaänderungen.	316
13 Aktuelle Klimaprobleme	320
13.1 Der anthropogene Treibhauseffekt	320
13.2 Klimamodelle	323
13.3 Aktuelle Klimaschwankungen.	325
13.4 Klimaänderung und Sonnenflecken.	329
13.5 Die globale Erwärmung	333
13.6 ENSO.	337
13.7 Die Nordatlantische Oszillation (NAO).	342
14 Kleinräumige Windsysteme	345
14.1 Land- und Seewind.	345
14.2 Berg- und Talwind.	347
14.3 Föhn.	348
14.4 Kanalisierte Winde.	352
14.5 Bora, Schirokko, Chamsin	353

15 Stadtklima	354
15.1 Wärmeinsel	354
15.2 Feuchteverteilung	357
15.3 Windverhältnisse	359
15.4 Niederschlagseinfluß	360
15.5 Klimatologische Stadtplanung	363
16 Anthropogene Luftverunreinigung	366
16.1 Wetterlage und Luftbelastung	367
16.2 Emission und Immission	372
16.3 Smog	373
16.4 Ausbreitungsrechnung	376
17 Wetterbeeinflussung	381
17.1 Nebelauflösung	381
17.2 Hagelbekämpfung	382
17.3 Regenerzeugung	383
17.4 Wirbelsturmbeeinflussung	383
18 Schlußbetrachtungen	385
Literatur	388
Sachverzeichnis	392