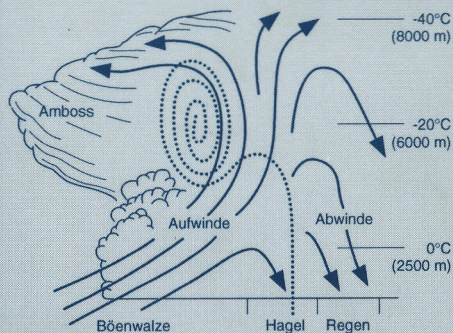


Hans Häckel

Meteorologie

5. Auflage



Ulmer

UTB

Hans Häckel

Meteorologie

5., völlig überarbeitete Auflage

199 Abbildungen

29 Tabellen

B 161

DK: 551.5 551.54 551.59
551.508 551.55
551.549 551.57
551.520 551.58

356/4251

INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHÄUSER STR. 2 · 30419 HANNOVER

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
Formelzeichen und Einheiten	14
1 Atmosphäre	17
1.1 Allgemeines über Atmosphären	17
1.2 Geschichte der Erdatmosphäre	18
1.3 Zusammensetzung der Erdatmosphäre und wirtschaftlich-ökologische Bedeutung der Atmosphärgase	22
1.3.1 Stickstoff	23
1.3.2 Sauerstoff	24
1.3.3 Argon	24
1.3.4 Wichtige atmosphärische Spurengase	24
1.4 Luftdruck	37
1.4.1 Definitionen und Gesetzmäßigkeiten	37
1.4.2 Luftdruck als Navigationshilfe für die Luftfahrt	43
1.4.3 Reduktion des Luftdruckes auf Meeresniveau	44
1.5 Temperatur der Atmosphäre	44
1.6 Stabilität und Labilität der Atmosphäre	49
1.6.1 Stabile und labile Zustände	50
1.6.2 Atmosphärenschichtung und Umweltschutz	52
1.6.3 Ausbreitungsrechnung	55
1.7 Temperatur in höheren Atmosphärenschichten	57
2 Wasser	61
2.1 Definitionen und wichtige physikalische Gesetze über das Wasser in der Atmosphäre	62
2.1.1 Feuchtmaße	62
2.1.2 Sättigungsdampfdruck	69
2.1.3 Spezifische Wärme und Volumenwärme	74

2.1.4	Schmelz- und Verdunstungsenergie	77
2.1.5	Rechenformeln und Vergleich der Relativen Feuchte mit anderen Feuchtemaßen	80
2.1.6	Molekularphysikalische Deutung ungewöhnlicher Eigenschaften des Wassers.....	82
2.2	Phasenübergänge des Wassers und ihre Bedeutung in der Meteorologie	87
2.2.1	Kondensations- und Gefrierprozesse in der Atmosphäre	87
2.2.2	Verdunstung	94
2.3	Erscheinungsformen des atmosphärischen Wassers....	103
2.3.1	Dunst	103
2.3.2	Nebel.....	103
2.3.3	Wolken	110
2.3.4	Niederschläge	124
2.3.5	Beschläge	147
2.4	Niederschlagsverteilung, klimatische Wasserbilanz und Wasserkreislauf	151
2.4.1	Örtliche und zeitliche Niederschlagsverteilung	151
2.4.2	Klimatische Wasserbilanz	155
2.4.3	Wasserkreislauf in der Bundesrepublik Deutschland ..	156
2.4.4	Wasserhaushalt des Erdbodens im Jahresverlauf	157
3	Strahlung	161
3.1	Definitionen und wichtige Gesetzmäßigkeiten über die Strahlung.....	161
3.1.1	Lambertsches Gesetz.....	165
3.1.2	Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz.....	165
3.1.3	Plancksches Gesetz	166
3.1.4	Wiensches Verschiebungsgesetz	169
3.1.5	Stefan-Boltzmannsches Gesetz.....	170
3.1.6	Strahlungsverhalten der Gase	173
3.1.7	Zusammenfassende Betrachtungen und molekular-kinetische Deutung des Planckschen Gesetzes	175
3.2	Von der Sonne ausgehende Strahlung	178
3.2.1	Strahlungsgenuss der Erde	178
3.2.2	Absorption, Streuung und Reflexion	183
3.2.3	Strahlungsumsatz von Atmosphäre, Boden, Vegetation und Gewässern.....	195
3.3	Von der Erdoberfläche und der Atmosphäre ausgehende Strahlung	202
3.3.1	Definitionen und wichtige Gesetzmäßigkeiten	204
3.3.2	Wirkungen der langwelligen Strahlung	209
3.3.3	Glashauseffekt	210
3.4	Strahlungsbilanz der Erdoberfläche	214
3.5	Optische Erscheinungen in der Atmosphäre.....	216

3.5.1	Regenbogen	216
3.5.2	Haloerscheinungen	219
3.5.3	Weitere optische Erscheinungen	221
4	Energiehaushalt der Erdoberfläche	225
4.1	Speicherung von Wärme im Boden und in Gewässern	225
4.1.1	Grundsätzliches zum Wärmetransport im Boden	225
4.1.2	Bodenwärmestrom	231
4.1.3	Bewachsener Boden	234
4.1.4	Wärmespeicherung in Gewässern	236
4.2	Austausch fühlbarer Wärme und latenter Energie	238
4.2.1	Fühlbare Wärme	238
4.2.2	Latente Energie	242
4.3	Energiehaushalt als Ganzes	243
4.4	Zusammenhang zwischen Energiehaushalt der Erd- oberfläche und Temperatur der bodennahen Luft	246
5	Wind	252
5.1	Graphische Darstellung des Windes	254
5.2	Entstehung des Windes	256
5.2.1	Land- und Seewind	256
5.2.2	Andere kleinräumige Windsysteme	258
5.2.3	Großräumige Windsysteme	261
5.3	Besondere Wunderscheinungen	268
5.3.1	Tornados	269
5.3.2	Hurrikane, Taifune, Zyklonen	271
5.4	Böigkeit des Windes	273
5.5	Windschäden und Windschutz	276
5.5.1	Schäden durch Druck-, Sog- und Böeneinwirkung	276
5.5.2	Windschutz	278
6	Dynamik der Atmosphäre	280
6.1	Hoch- und Tiefdruckgebiete	280
6.1.1	Thermische Hoch- und Tiefdruckgebiete	280
6.1.2	Dynamische Hoch- und Tiefdruckgebiete	281
6.1.3	Luftmassen	296
6.2	Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre	298
6.2.1	Hochdruckgürtel und Tiefdruckrinnen	299
6.2.2	Passatzirkulation	300
6.2.3	Polare Zirkulation	301
6.2.4	Zusammenfassung der allgemeinen Zirkulation	301
6.2.5	Mit der allgemeinen Zirkulation verbundener Energietransport	303
6.2.6	Jahresgang der allgemeinen Zirkulation	305
6.2.7	Monsune	308

6.3	Beispiele besonderer Wetterlagen	308
6.3.1	Die Dürre- und Hitzeperiode im Sommer 1976	308
6.3.2	Der Kälteeinbruch vom Dezember 1978	309
6.3.3	Die schweren Spätfröste vom Mai 1957	310
6.3.4	Der Frühfrost vom September 1971	311
6.3.5	Die Föhnlage vom April 1983	312
7	Klima	315
7.1	Was ist Klima?	315
7.2	Der moderne Klimabegriff	316
7.3	Klimascales	318
7.4	Weltklima	321
7.5	Makroklima	321
7.6	Mesoklima und Mikroklima	325
7.6.1	Strahlungsverhältnisse im gegliederten Gelände	326
7.6.2	Temperaturverhältnisse im gegliederten Gelände	336
7.6.3	Wind im gegliederten Gelände	342
7.6.4	Niederschlag im gegliederten Gelände	350
7.6.5	Stadtklima	351
7.6.6	Klima im Pflanzenbestand	357
7.7	Klima an Einzelpflanzen und Pflanzenorganen als Beispiel für das Spotklima	360
7.7.1	Strahlung	361
7.7.2	Temperatur	362
8	Messung meteorologischer Größen	374
8.1	Temperatur	374
8.1.1	Flüssigkeitsthermometer	375
8.1.2	Bimetallthermometer	377
8.1.3	Widerstandsthermometer	377
8.1.4	Messfehler bei der Temperaturmessung	378
8.1.5	Thermoelemente	380
8.1.6	Strahlungsthermometer	382
8.1.7	Messungen der Temperatur im Erdboden	382
8.2	Niederschläge und Beschläge	383
8.2.1	Niederschlagsmesser	384
8.2.2	Registrierende Niederschlagsmesser	386
8.2.3	Regenmelder	388
8.2.4	pH-Wert-Messer	388
8.2.5	Nebeltraufe	388
8.2.6	Stamm- und Stängelabfluss	389
8.2.7	Benetzungsdauer	390
8.2.8	Schneehöhe und Schneedichte	390
8.3	Luftfeuchtigkeit	390
8.3.1	Haarhygrometer	390
8.3.2	Psychrometer	391

8.3.3	Elektronische Feuchtemessung	393
8.4	Verdunstung	394
8.5	Bodenwassergehalt	395
8.6	Wind	396
8.6.1	Windrichtung	396
8.6.2	Windgeschwindigkeit	398
8.7	Strahlung	402
8.7.1	Sonnenscheindauer	403
8.7.2	Kurzwellige Strahlung	405
8.7.3	Strahlungsbilanz	407
8.7.4	Photosynthetisch aktive Strahlung und Licht	407
8.8	Luftdruck	408
8.8.1	Quecksilberbarometer	408
8.8.2	Aneroid- oder Dosenbarometer	410
8.9	Flugmeteorologisch wichtige Größen	411
8.9.1	Sichtweite	411
8.9.2	Wolkenuntergrenze	411
8.9.3	Bestimmung der Wolkenmenge	412
8.10	Weterradar	412
8.11	Nicht bodengebundene Messgeräte	414
8.11.1	Radiosonden	414
8.11.2	Fernerkundung	416
8.11.3	Wettersatelliten	417

**Anhang: Schwankungen und Veränderungen
des Klimas: www.utb-met.de/Anhang.....** 420

Literaturverzeichnis	421
Benützte Literatur	421
Weiterführende Literatur	428
Sachregister	436