

METEOROLOGISCHES TASCHENBUCH IV

HERAUSGEGEBEN
VON
F. LINKE



DEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.
LEIPZIG

METEOROLOGISCHES TASCHENBUCH

VIERTE AUSGABE

UNTER MITARBEIT VON
F. BAUR UND H. PHILIPPS

HERAUSGEGEBEN VON
F. LINKE, FRANKFURT A. M.

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT



INSTITUT F. MET. U. KLIMAT.
TECHN. HOCHSCHULE HANNOVER

AI 1 (d)

LEIPZIG 1939

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Meteorologische Formelzeichen	1
II. Mathematische Formelsammlung für den Meteorologen. Unter Mitarbeit von H. Philipps	3
A. Winkelfunktionen	3
B. Algebraische Gleichungen	6
C. Differentialrechnung	10
D. Unendliche Reihen	12
E. Integralrechnung	16
F. Lineare Differentialgleichungen	20
III. Zeichen und Formeln der Vektorrechnung. Von F. Baur	24
1. Vektoralgebra	24
2. Differentiation eines Vektors nach einem Skalar	27
3. Differentiation von Feldfunktionen	29
4. Integration von Feldvektoren	31
IV. Rechnerische und mathematisch-statistische Hilfsmittel des Meteorologen. Von F. Baur	33
A. Praktisches Rechnen	33
1. Genauigkeit der Rechnung	33
2. Näherungsformeln für das Rechnen mit kleinen Größen	34
3. Interpolation und Extrapolation	35
4. Numerische Differentiation	39
5. Numerische Integration	41
6. Glättungsformeln	43
7. Annäherung empirischer Funktionen durch analytische Ausdrücke nach der Methode der kleinsten Quadrate	44
Ausgleichung linearer Gleichungen	45
Ausgleichung nichtlinearer Gleichungen	49
8. Harmonische Analyse	49
Harmonische Analyse empirischer Funktionen	51
Symmetriemaße	55
9. Periodogrammanalyse	58
B. Mathematische Statistik	64
1. Grundbegriffe der Kollektivmaßlehre und Wahrscheinlichkeitstheorie	65
2. Häufigkeitsverteilungen und ihre analytische Darstellung	66
Maßzahlen zur Kennzeichnung von eindimensionalen Verteilungen	67
Gaußsche Verteilung	72
Mittlerer und wahrscheinlicher Fehler statistischer Maßzahlen	74

	Seite
Brunssche Φ -Reihe	75
Charliersche ψ -Reihe	76
Die Fehlerellipse	77
3. Theoretische Statistik	78
4. Korrelationsrechnung	83
a) Einfache Korrelation	83
b) Mehrfachkorrelation	92
V. Konstanten und Tabellen	98
1. Geodätische und astronomische Konstanten und Tabellen	99
Tabelle 1. Geodätische und astronomische Konstanten	99
Tabelle 1a. Abstand vom Erdmittelpunkt und Abstand von der Rotationsachse für das Internationale Erdellipsoid	100
Tabelle 2. Länge früherer Nullmeridiane	100
Tabelle 3. Atmosphärische Refraktion	101
Tabelle 4. Deklination der Sonne und Zeitgleichung	102
Tabelle 5. $\sin \varphi \sin \delta$	104
Tabelle 6. $\cos \varphi \cos \delta$	108
Tabelle 7. $\cos \delta / \cos h$	112
Tabelle 8. Normalwerte der Schwere	116
Tabelle 9. Bürgerliche Dämmerung	117
Tabelle 10. Der Sinus des Stundenwinkels	118
Tabelle 11. Der Cosinus des Stundenwinkels	118
Tabelle 12. Internationale Maße und Gewichte	120
Tabelle 13. Umwandlung von foot in Meter	120
Tabelle 14. Umwandlung von inch in Millimeter	121
2. Allgemeine physikalische und geophysikalische Konstanten und Tabellen	123
Tabelle 15. Physikalische Konstanten	123
Tabelle 16. Wasser und Eis	125
Tabelle 17. Diffusionskoeffizienten von Gasen	126
Tabelle 18. Wasserdampf	126
Tabelle 19. Ozon	126
Tabelle 20. Quecksilber	127
Tabelle 21. Lichtbrechungsverhältnis der Luft	127
Tabelle 22. Wärmeleitung und innere Reibung trockener Luft	128
Tabelle 23. Schallgeschwindigkeit in trockener Luft	128
Tabelle 24. Erzeugung tiefer Temperaturen	129
Tabelle 25. Konstanthaltung tiefer Temperaturen durch Kryohydrate	129
Tabelle 26. Wärmeleitfähigkeit von Isolationsstoffen	129
Tabelle 27. Elektrischer Widerstand von Drähten	130
Tabelle 28. Vielgebrauchte Konstanten einiger Metalle	131
Tabelle 29. Die Thermokräfte einiger Metalle und Legierungen	131
Tabelle 30. Gebräuchlichste Isolationsmaterialien (elektr.)	131
Tabelle 31a. 164-jährige Temperaturreihe Mitteleuropas	132
Tabelle 31b. 66-jährige Temperaturreihe Deutschlands	136
Tabelle 32. Züricher Sonnenfleckenrelativzahlen 1749 bis 1938	138
Tabelle 33. Solarkonstante 1920 bis 1936	143

	Seite
Tabelle 34. Magnetischer Störungscharakter 1890 bis 1937	144
Tabelle 35. Reduktion des an einer geraden Skala abgelesenen Aus- schlages	145
Tabelle 36a. Magnetische Deklination in Mittel- und Westeuropa . . .	146
Tabelle 36b. Jährliche Abnahme der westlichen Deklination	146
Tabelle 37. Die wichtigsten radioaktiven Substanzen	148
Tabelle 38. Zerfallsgeschwindigkeit der RaEm	149
Tabelle 39. Beweglichkeit atmosphärischer Ionen	150
3. Tabellen zur Statik der Atmosphäre (Zusammensetzung, Luftdruck, Luftdichte)	
Tabelle 40. Die atmosphärischen Gase	152
Tabelle 41. Die chemische Zusammensetzung trockener Luft	153
Tabelle 42. Konstitution der hohen Atmosphäre	153
Tabelle 43. Umwandlung von mm Hg in Millibar	154
Tabelle 44. Reduktion der Barometerablesung an 0°C	156
Tabelle 44a. Reduktion des Barometerstandes auf Normalschwere . . .	157
Tabelle 45. Reduktion des Luftdruckes und der Luftdichte auf Meeres- höhe	158
Tabelle 46. Kapillardepression der Quecksilbersäule	159
Tabelle 47. Vereinfachte barometrische Höhenformel	159
Tabelle 48. Umwandlung von inch in Millibar	160
Tabelle 49. $b/760$	162
Tabelle 50. $1 + \alpha t = \alpha T$	162
Tabelle 51. Siedetemperatur des Wassers.	163
Tabelle 52. Höhe der homogenen Atmosphäre	164
Tabelle 53. Höhe der polytropen Atmosphäre	164
Tabelle 54a. Umrechnung der Höhe in „dynamische Meter“	165
Tabelle 54b. Umrechnung von „dynamischen Metern“ in metrische Höhen	165
Tabelle 55. Druckabnahme auf 500 m	167
Tabelle 56. Geopotential über der 1000-mbar-Fläche	168
Tabelle 56a. Korrektur der Mitteltemperatur	170
Tabelle 56b. Temperaturkorrektur zu Tabelle 56	171
Tabelle 57. Abstand der Hauptisobarenflächen	172
Tabelle 57a. Quotient der Drucke in 1000 m Abstand	174
Tabelle 57b. Quotient der Drucke in 1000 dyn. m Abstand	175
Tabelle 57c. Partes proportionales zu den Tabellen 57a und b	175
Tabelle 58. Abstände der Isobarenfläche von der nächsten Haupt- isobare	176
Tabelle 59. Korrekturen zu Tabelle 58	181
Tabelle 60. Luftdichte nach einer Näherungsformel	183
Tabelle 61. Luftdichte (p in mb)	184
Tabelle 62. Luftdichte (p in mm Hg)	186
4. Konstanten und Tabellen zur Thermodynamik der Atmosphäre (Luft- temperatur, Luftfeuchte u. dgl.)	
Tabelle 63. Umwandlung von Fahrenheitgraden in Celsiusgrade . . .	188
Tabelle 64. Polytropenklasse und vertikale Temperaturänderung . . .	189

	Seite
Tabelle 65.	Exponenten der Formeln für die polytrophe Atmosphäre 189
Tabelle 66.	Berechnung der potentiellen Temperatur 190
Tabelle 67 a.	Entropie trockener Luft, Temperaturglied 190
Tabelle 67 b.	Entropie trockener Luft, Luftdruckkorrektion 191
Tabelle 68 a.	Gaskonstante für trockene Luft 193
Tabelle 68 b.	Gaskonstante für feuchte Luft 193
✱ Tabelle 69.	Druck gesättigten Wasserdampfes in mm Hg 194
✱ Tabelle 70.	Druck gesättigten Wasserdampfes in mbar 195
Tabelle 71.	Abhängigkeit der Länge hygroskopischer Stoffe von der rel. Feuchte 195
Tabelle 72.	Abhängigkeit der Psychrometerkonstanten von der Ventilationsgeschwindigkeit 196
Tabelle 73.	Psychrometerkonstante für mbar 196
Tabelle 74.	Mittlere Dampfdruckabnahme mit der Höhe. 196
Tabelle 75.	Psychrometertabellen für nichtaspirierte Thermometer . 197
✓ Tabelle 76.	Berechnung der absoluten Feuchte aus dem Dampfdruck 203
✓ Tabelle 77.	Berechnung der spezifischen Feuchte aus Dampfdruck und Luftdruck 204
Tabelle 78.	Berechnung der virtuellen Temperatur 205
Tabelle 79.	Spezifische Wärme trockener und feuchter Luft 206
Tabelle 80.	Verdampfungswärme und Sublimationswärme 207
Tabelle 81.	Temperaturänderung der Luft bei Kondensation und Verdampfung 207
Tabelle 82 a.	Kondensationsadiabatische Gradienten 208
Tabelle 82 b.	Sublimationsadiabatische Gradienten 208
Tabelle 83.	Temperaturabnahme adiabatisch aufsteigender Luft . . 209
Tabelle 84.	Reduktion der Niederschlagsmengen auf Jahreszwölfstel 209
Tabelle 85 a.	Äquivalenttemperatur für $t > 0^{\circ}\text{C}$ 210
Tabelle 85 b.	Äquivalenttemperatur für $t < 0^{\circ}\text{C}$ 212
Tabelle 85 c.	Äquivalenttemperatur der Atemluft 214
Tabelle 86.	Dampfspannung über Wassertropfen 215
Tabelle 87.	Stationäre Fallgeschwindigkeit von Wassertropfen . . . 215
5. Tabellen zur Dynamik der Atmosphäre (Wind)	217
Tabelle 88.	Umwandlung der Bezeichnungen für Windgeschwindigkeit 218
Tabelle 89.	Berechnung der Windgeschwindigkeit aus dem Staudruck 220
Tabelle 90.	Cotangenten-Tabelle 221
Tabelle 91.	Steiggeschwindigkeit wasserstoffgefüllter Gummiballone 222
Tabelle 92.	Berechnung der Horizontalkomponenten der Windstärke 224
Tabelle 93.	Ablenkende Kraft der Erdrotation, Zentrifugalkraft und Rotationsmoment 225
Tabelle 94.	Länge der Luftwogen 225
Tabelle 95.	Trägheitsbahn auf der Erdoberfläche 226
Tabelle 96.	Gradientwind der freien Atmosphäre 226
Tabelle 97 a.	Berechnung der kinetischen Energie aus der Windgeschwindigkeit 227
Tabelle 97 b.	Berechnung der Windgeschwindigkeit aus der kinetischen Energie 227
Tabelle 98.	Neigung der Diskontinuität 228

	Seite
Tabelle 99. Umrechnungsfaktoren für Tabelle 98	230
Tabelle 100. Virtuelle Temperatur zweiter Art	230
Tabelle 101. Neigung einer isobaren Fläche	231
Tabelle 102. Abstand der Isothermen auf einer isobaren Fläche	231
6. Konstanten und Tabellen zur Sonnen- und Himmelsstrahlung	232
Tabelle 103. Mögliche Sonnenscheindauer	232
Tabelle 104. Solarkonstante	234
Tabelle 105. Durchstrahlte Luftmasse nach Bemporad	235
Tabelle 106. Hilfstabelle zur Berechnung des zenitalen Himmelslichtes nach Götz	236
Tabelle 107. Durchstrahlte Schichtdicke einer hohen Luftschicht	237
Tabelle 108. Umwandlung von Milliwatt in Grammkalorien	237
Tabelle 109. Extraterrestrische Strahlungsintensität der Sonne	238
Tabelle 110. Sonnenspektrum nach G. F. W. Mulders	238
Tabelle 111. Absorption der Sonnenstrahlung in den Fraunhofer- Linien	239
Tabelle 112. Die wichtigsten Banden und Linien im Sonnenspektrum	239
Tabelle 113. Extinktionskoeffizient und Transmissionsfaktor	240
Tabelle 114a. Extinktionskoeffizient für undurchsichtige Kugeln	240
Tabelle 114b. Extinktionskoeffizient für Wassertropfen	241
Tabelle 115. Die durch Wasserdampf absorbierte Sonnenenergie	242
Tabelle 116. Strahlungsintensität der Sonne bei verschiedenen Trübungs- koeffizienten	243
Tabelle 117. Potsdamer Normalfilter	244
Tabelle 118. UV-Standardfilter	244
Tabelle 119. Mittlere relative Empfindlichkeit des menschlichen Auges	245
Tabelle 120. Minimal-Erythem-Empfindlichkeit menschlicher Haut	245
Tabelle 121. Durchlässigkeit von Steinsalz	245
Tabelle 122. Absorptionsvermögen von Quarz	246
Tabelle 123. Absorptionsvermögen von Wasser	246
Tabelle 124. Wichtige Spektrallinien leuchtender Gase	246
Tabelle 125a. Absorptionskoeffizienten von Wasserdampf	247
Tabelle 125b. Absorptionskoeffizienten von Kohlensäure	247
Tabelle 126. Absorptionskoeffizienten von Ozon	248
Tabelle 127. Absorptionskoeffizienten des Sauerstoffs	249
Tabelle 128. Helligkeit der Hefnerkerze	250
Tabelle 129. Strahlungsintensität in reiner trockener Luft	251
Tabelle 130. Konstanten zur Berechnung der Trübungsfaktoren	251
Tabelle 131. Strahlungsintensität nach Planck	252
Tabelle 132. Strahlung einer schwarzen Fläche	253
Tabelle 133. Nächtliche effektive Ausstrahlung	253
Tabelle 134. Spektrales Emissionsvermögen verschiedener Stoffe	254
Tabelle 135. Gesamt-Emissionsvermögen verschiedener Stoffe	254
Tabelle 136. Reflexionsvermögen einiger Metalle	255
Tabelle 137. Absorptionskoeffizient und Transmissionsfaktor	256
Tabelle 138. Absorptionsvermögen und Absorptionskoeffizient	257
Tabelle 139. Radius der Beugungsringe	258

	Seite
7. Mathematische Konstanten und Tabellen (Funktionen, Logarithmen)	259
Tabelle 140. Vielgebrauchte Zahlenwerte	259
Tabelle 141. Quadrate und Quadratwurzeln	260
Tabelle 142. n -Fakultät	261
Tabelle 143. Binomialkoeffizient	261
Tabelle 144. Funktionstabelle	262
Tabelle 145. Wahrscheinlichkeitsintegral	263
Tabelle 146. Berechnung des mittleren Fehlers	268
Tabelle 147. Umwandlung zyklischer Perioden	269
Tabelle 148. Umrechnung von Bogengraden in Zentesimalbogengrade	274
Tabelle 149. Verwandlung von Graden in Minuten und Sekunden. .	275
Tabelle 150. Natürliche Logarithmen	276
Tabelle 151 a. Fünfstellige Briggsche Logarithmen 1000 bis 1199 . .	278
Tabelle 151 b. Vierstellige Logarithmen 100 bis 999	279
Tabelle 152. Winkelfunktionen	281
Sachregister	283