

LANDOLT-BÖRNSTEIN  
ZAHLENWERTE UND FUNKTIONEN  
AUS  
PHYSIK · CHEMIE · ASTRONOMIE  
GEOPHYSIK · TECHNIK

# LANDOLT-BÖRNSTEIN

ZAHLENWERTE UND FUNKTIONEN  
AUS  
PHYSIK · CHEMIE · ASTRONOMIE · GEOPHYSIK  
UND TECHNIK

SECHSTE AUFLAGE

IN GEMEINSCHAFT MIT  
J. BARTELS · P. TEN BRUGGENCATE · K. H. HELLWEGE  
KL. SCHÄFER · E. SCHMIDT  
UND UNTER VORBEREITENDER MITWIRKUNG VON  
J. D'ANS · G. JOOS · W. A. ROTH †

HERAUSGEGEBEN  
VON  
ARNOLD EUCKEN †

III. BAND  
ASTRONOMIE UND GEOPHYSIK



BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG  
SPRINGER-VERLAG  
1952

# Inhaltsverzeichnis.

## 31 Astronomie.

	Seite
<b>310 Astronomische Instrumente</b> (A. König).	
3101 Meridiankreise ( $0 \geq 150$ mm) . . . . .	1
3102 Refraktoren ( $0 \geq 60$ cm) . . . . .	3
3103 Astrographen ( $0 \geq 40$ cm) . . . . .	7
3104 Reflektoren ( $0 \geq 100$ cm) . . . . .	8
3105 Schmidt-Spiegel ( $0 > 60$ cm) . . . . .	11
3106 Astro-Spektrographen . . . . .	12
3107 Turmteleskope . . . . .	17
3108 Leistung der Fernrohre (H. Siedentopf) . . . . .	22
Geometrisch-optische Leistung 22. — Photometrische Leistung der Fernrohre 29.	
3109 Einfluß der Erdatmosphäre (H. Siedentopf) . . . . .	30
Astronomische Refraktion 30. — Extinktion 32. — Szintillation 33. — Dämmerungs- und Nachthimmelshelligkeit 34.	
<b>311 Orts- und Zeitbestimmung, Astrometrische Konstanten.</b>	
3111 Geographische Ortsbestimmung (J. Larink) . . . . .	35
Genauigkeit der Ortsbestimmung 35. — Koordinaten der Sternwarten 35. — Polhöschwankungen 37.	
3112 Zeitbestimmung (J. Larink) . . . . .	39
Definition und Verknüpfung von Sternzeit und Sonnenzeit 39. — Orts- und Zonenzeiten 39. — Definition und Größe der Jahreslängen 40. — Definition und Größe der durchschnittlichen Monatslängen 41. — Umrechnung der verschiedenen astronomischen Zeiten 41. — Konstanz der Erdrotation 42. — Genauigkeit astronomischer Zeitbestimmungen 43. — Zeitzeichen 43.	
3113 Astrometrische Konstanten (A. Kopff) . . . . .	43
Vorbemerkung 43. — Konstanten des Erdkörpers 45. — Sonnenparallaxe 47. — Aberration 47. — Präzession 48. — Nutation 50. — Mondmasse 50. — Schlußbemerkung und Nachtrag 51.	
<b>312 Die Häufigkeit der Elemente im Kosmos</b> (H. E. Suess und J. H. D. Jensen).	
3121 Meteorite, Eruptivgesteine, Tektite . . . . .	53
3122 Kosmische Materie . . . . .	55
3123 Die einzelnen Kernsorten . . . . .	56
3124 Die Planeten, ihre Atmosphären und Trabanten . . . . .	58
3125 Planetarische Nebel, interstellare Materie . . . . .	59
<b>313 Das Sonnensystem.</b>	
3131 Die Sonne (M. Waldmeier) . . . . .	60
31310 Integrale Zustandsgrößen der Sonne . . . . .	60
31311 Die Rotation der Sonne . . . . .	60
31312 Granulation . . . . .	62

	Seite
3I3I3	Sonnenflecken . . . . . 62
3I3I4	Fackeln . . . . . 63
3I3I5	Chromosphäre . . . . . 63
3I3I6	Eruptionen und Protuberanzen . . . . . 65
3I3I7	Korona . . . . . 66
3I3I8	Der 11jährige Sonnenzyklus und die solaren Aktivitätszonen . . . . . 67 Sonnenzyklus 67. — Aktivitätszonen 72.
3I3I9	Magnetische Felder (H. von Klüber) . . . . . 74 Das allgemeine Magnetfeld der Sonne 74. — Fleckenfelder 74. — Magnetische Felder bei Sternen 75.
3I32	Planeten und Monde im Sonnensystem . . . . . 76
3I32I	Mechanische Daten der Planeten und Monde (K. Stumpfi) . . . . . 76 Die Großen Planeten 76. — Die Satelliten der Großen Planeten 81. — Die Kleinen Planeten (Planetoiden oder Asteroiden) 83.
3I322	Physik der Planeten und Monde (R. Wildt) . . . . . 86 Chemische Zusammensetzung der Planetenatmosphären 86. — Albedo der Planeten und Trabanten, Allgemeines und Definitionen 86. — Helligkeitsschwankung, mittlere Helligkeit und Farbenindex der Planeten und Trabanten 87. — Albedo der Planeten und Trabanten 88. — Spektrale Reflexionskoeffizienten von Meteoriten 88. — Wärmestrahlung und Temperatur der Planeten 89.
3I33	Kometen, Meteore, Zodiakallicht . . . . . 90
3I33I	Mechanische Daten der Kometen (A. A. Wachmann) . . . . . 90 Zusammenfassende Darstellungen 90. — Verzeichnisse von Kometenbahnen 90. — Zahl der Kometen 90. — Statistik der Bahnformen und Periodenlängen 91. — Bahnelemente 92. — Statistik der Bahnelemente 94. — Änderungen der Bahnelemente 95. — Masse der Kometen aus mechanischen Daten 96.
3I332	Physikalische Daten der Kometen (K. Wurm) . . . . . 97 Das Spektrum der Kometen 97. — Angenäherte Werte der Oszillatorenstärken einiger Kometenbandensysteme 99. — Dimensionen der Kometenköpfe und -kerne 99. — Dimensionen der Kometenschweife 99. — Gasdichten in den Kometenatmosphären 100. — Die Repulsionskräfte in den Kometenschweiften 100.
3I333	Meteore (C. Hoffmeister) . . . . . 100 Terminologie 100. — Einteilung 101. — Meteorströme 101. — Interstellare Meteore 103. — Geschwindigkeit 103. — Relative Anteile 104. — Physikalische Daten 105. — Elektrophysikalische Beobachtungen 106. — Mikrometeore 108. — Zusätzliche Literatur 108.
3I334	Das Zodiakallicht (E. Schoenberg) . . . . . 109 Definition 109. — Visuelle Helligkeitsverteilung im Zodiakallicht 109. — Photographische Messungen 110. — Lichtelektrische Messungen 110. — Physikalische Ergebnisse 113.
<b>3I4 Zustandsgrößen und Strahlung der Sterne.</b>	
3I4I	Zustandsgrößen der Sterne . . . . . 114 Klassifikation der Sternspektren (Fr. Becker) 114. — Die „Oberflächen“-Temperatur der Fixsterne (W. Becker) 117. — Die absolute Größe $M$ der Fixsterne 119. — Die Massen der Fixsterne 121. — Radien, Dichten und Schwerebeschleunigung bei Fixsternen 122. — Die Rotation der Fixsterne 123. — Innerer Aufbau der Sterne (H. Vogt) 124.
3I42	Strahlung der Sterne . . . . . 127
3I42I	Integralhelligkeiten (S. Günther) . . . . . 127 Literatur zur Einführung 127. — Definitionen 127. — Fundamentale Größenklassenskalen 128. — Größenklassenkataloge der Polkalotte 130. — Sonstige Kataloge von Größenklassen 131. — Größenklassenkataloge schwächerer Sterne in kleineren Feldern 133. — Farbenindex und Farben-

	exzess 135. — Bolometrische Größenklasse und bolometrische Korrektur 136. — Sternstrahlung im Energiemaß, Absolute Größen 137.	
3I422	Spektralphotometrische Helligkeiten (S. Günther) . . . . . Zusammenfassende Literatur über Methoden und Ergebnisse der Spektralphotometrie 139. — Absoluter und relativer Gradient 139. — Absoluter Anschluß 139. — Die relative Energieverteilung im Sternspektrum 140. — Abweichungen der stellaren Energieverteilung von schwarzer Strahlung 142. — Zusammenfassende Beschreibung der Energieverteilung in Sternspektren 142. — Integralhelligkeiten in mehreren Farbbereichen 143. — Die Bedeutung der Farbenindizes für die Spektralphotometrie. Isophote und effektive Wellenlänge 144.	139
3I423	Kontinuierliches Spektrum der Sonne und der Sterne (A. Unsöld) . . . . Intensitätsverteilung im kontinuierlichen Spektrum und Temperatur der Sonne 145. — Randverdunkelung der Sonne 146. — Temperaturschichtung der Sternatmosphären 147. — Druckschichtung der Sternatmosphären, insbesondere der Sonnenatmosphäre 148. — Zustandsgrößen der Sternatmosphären 148. — Modell der Sonnenatmosphäre 150.	145
3I424	Linienspektrum der Sonne und der Sterne . . . . . Wellenlängen und Identifikation der Fraunhofer-Linien, insbesondere des Sonnenspektrums 150. — Photometrie der Fraunhoferlinien, Äquivalentbreiten, Kalibrierung der Skala der Rowlandintensitäten 155. — Die Intensität $I_c$ in der Mitte der Fraunhoferlinien 156. — Mitte-Rand-Variation der Fraunhoferlinien 156. — Theorie der Fraunhoferlinien 157. — Rotation der Sterne 158.	150

**315 Orte und Bewegungen der Sterne.**

3I5I	Sternpositionen (J. Hopmann) . . . . . Sternbilder und Sternnamen 159. — Sternverzeichnisse 160. — Sternkarten und Sternatlanten 163. — Positionskataloge 164.	159
3I52	Eigenbewegungen (W. Dieckvoß) . . . . . Definition 167. — Größe und Richtung der EB 167. — Komponentendarstellung der EB 167. — Ableitung von EB 168. — Systematische Anteile 168. — EB einiger heller Sterne 168. — Einige besonders große EB 168. — Häufigkeitsverteilung der EB 169. — Eigenbewegungskataloge 169.	167
3I53	Radialgeschwindigkeiten (W. Fricke). . . . . Erläuterungen 170. — Fundamentalsterne für RG-Messungen 170. — Die größten an Fixsternen gemessenen RG 171. — RG-Kataloge 171. — RG-Kataloge und -listen von speziellen Sterngruppen, Nebeln und Sternhaufen 172. — Weitere Quellen für RG 172.	170
3I54	Parallaxen (J. Hopmann) . . . . . Entfernungseinheiten 172. — Entfernungsmodule 173. — Übersicht über die Parallaxenmethoden 173. — Parallaxenverzeichnisse 175. — Stellarstatistische Parallaxen 175. — Einfluß einer interstellaren Absorption 176.	172

**316 Spezielle Sterntypen.**

3I6I	Doppelsterne (H. Haffner) . . . . .	178
3I6Io	Klassifikation, Allgemeines . . . . .	178
3I6II	Visuelle Doppelsterne . . . . . Literatur 178. — Kataloge visueller Doppelsterne 179. — Kataloge der visuellen Doppelsternbahnen 179. — Scheinbare Helligkeiten der visuellen Doppelsterne 182. — Statistische Beziehungen 182. — Mehrfache Systeme 183.	178
3I6I2	Spektroskopische Doppelsterne . . . . . Literatur 185. — Kataloge spektroskopischer Doppelsterne 185. — Statistische Beziehungen 185.	185

	Seite
31613 Photometrische Doppelsterne . . . . .	186
Klassifikation 186. — Literatur 187. — Kataloge 187. — Statistische Untersuchungen 187.	
31614 Sterne mit unsichtbaren Begleitern . . . . .	189
Allgemeines 189. — Literatur 189. — Liste aller bekannten Sterne mit unsichtbaren Begleitern 189.	
3162 Veränderliche Sterne (M. Beyer) . . . . .	190
31621 Definition und Allgemeines . . . . .	190
31622 Überriesen und Riesen . . . . .	191
Die Veränderlichen der <i>RR</i> Lyrae- und $\delta$ Cepheiklasse 191. — Die Veränderlichen der Periodenlücke zwischen 45 und 90 Tagen (intermediate group) 196. — Die langperiodischen Veränderlichen vom Typus Mira Ceti 197. — Die langperiodischen Veränderlichen mit Amplituden $< 1^m,5$ 201. — Die roten unperiodisch oder zyklisch veränderlichen Sterne vom Typ $\mu$ Cephei 202. — Die <i>R</i> Coronae-borealis-Sterne 203.	
31623 Veränderliche der Hauptreihe des Russel-Diagramms . . . . .	203
Die Nebelveränderlichen ( <i>RW</i> Aurigae-, <i>T</i> Tauristerne und Orionveränderliche) 203. — Die $\beta$ Cephei- oder $\beta$ Canis majoris-Sterne 203. — Veränderliche mit novaähnlichen oder Be-Spektren 204. — Die <i>U</i> Geminorumsterne ( <i>SS</i> Cygnisterne) 204.	
3163 Die Neuen Sterne (Novae) (M. Beyer) . . . . .	205
31631 Gewöhnliche Novae . . . . .	205
31632 Die Supernovae . . . . .	209
3164 Die planetarischen Nebel (K. Wurm) . . . . .	210
Allgemeinere Daten über planetarische Nebel 210. — Das Spektrum der planetarischen Nebel 211. — Die Elektronentemperatur in den Nebelhüllen 213. — Temperaturen einiger Zentralsterne 214.	
<b>317 Das Sternsystem.</b>	
3171 Die nächsten Sterne ( $r < 5$ Parsek) (Fr. Becker) . . . . .	215
3172 Weiße Zwerge (Fr. Becker) . . . . .	216
3173 Dimensionen des Sternsystems (Fr. Becker) . . . . .	219
3174 Kinematik und Dynamik des Sternsystems (H. Straßl) . . . . .	223
Apex der Sonnenbewegung 223. — Bewegungshaufen 225. — Konstanten der galaktischen Rotation 226. — Konstanten der Zweistromtheorie 228. — Geschwindigkeitellipsoid 229. — Asymmetrie 230.	
3175 Interstellare Materie (L. Biermann) . . . . .	231
Interstellares Gas 231. — Gasnebel 232. — Interstellarer Staub 233.	
<b>318 Sternhaufen (H. Haffner).</b>	
3181 Definition, Bezeichnung und Einteilungskriterien . . . . .	235
3182 Kugelhaufen . . . . .	236
Kataloge 236. — Klassifikation 236. — Die Gestalt der Kugelhaufen 236. — Die Entfernungen der Kugelhaufen 237. — Die räumliche Verteilung der Kugelhaufen 237. — Die Bewegungen der Kugelhaufen 238. — Der einzelne Kugelhaufen 238.	
3183 Offene (oder galaktische) Sternhaufen . . . . .	240
Kataloge 240. — Klassifikationen 240. — Lokale Sternströme 241. — Die räumliche Verteilung der offenen Sternhaufen 241. — Der einzelne offene Sternhaufen 242.	
<b>319 Außergalaktische Nebel (H. Haffner).</b>	
Kataloge außergalaktischer Nebel 243. — Klassifikation 243. — Scheinbare Verteilung an der Sphäre 244. — Entfernungen 244. — Der Einzelnebel 245. — Nebelsysteme 246. — Radialgeschwindigkeiten 248. — Räumliche Verteilung der Nebel 249.	
<b>Benutzte Abkürzungen für die Literaturangaben</b> . . . . .	250

## 32 Geophysik

	Seite
<b>321 Schwerkraft und Erdfigur</b> (K. Jung).	
3211 Gravitationsgesetz . . . . .	256
3212 Die Erde im Sonnensystem . . . . .	256
3213 Erdellipsoid . . . . .	259
3214 Masse, Trägheitsmomente, Abplattung der Erde . . . . .	261
3215 Schwere: Absolute Schweremessungen, Potsdamer Schweresystem, Reduktion der Schweremessungen . . . . .	263
3216 Normale Schwere . . . . .	264
3217 Dichte, Massenanziehung und Druck im Erdinnern . . . . .	267
3218 Verzeichnisse von Schwerewerten . . . . .	267
3219 Schwereanomalien . . . . .	268
 <b>322 Gezeitenkräfte</b> (J. Bartels und W. Horn).	
3221 Gezeitenpotential des Mondes . . . . .	271
3222 Gezeitenpotential der Sonne . . . . .	271
3223 Gleichgewichtszeit. Kraftkomponenten . . . . .	271
3224 Entwicklung nach äquatorialen Koordinaten . . . . .	272
3225 Astronomische Zahlen zur harmonischen Entwicklung . . . . .	272
3226 Harmonische Entwicklung . . . . .	273
 <b>323 Minerale und Gesteine.</b>	
3231 Radioaktive Eigenschaften. Altersbestimmung (Fr. Hecht) . . . . .	284
32311 Bleimethode . . . . .	284
Grundlagen 284. — Isotopenzusammensetzung von gewöhnlichem Blei 285. — Isotopen von Uran und Thorium 291. — Natürliche Spaltung von Uran und Thorium 292. — Neuere Mineralanalysen 293. — Geologische Zeitskala 298.	
32312 Heliummethode . . . . .	300
Grundlagen 300. — Gesteine 300. — Meteoriten 301.	
32313 Strontiummethode . . . . .	303
32314 Radiokohlenstoffmethode . . . . .	305
32315 Radioaktivität des Kaliums . . . . .	306
32316 Radioaktivität von Gesteinen, Ozean- und Festlandgewässern . . . . .	307
Gesteine 307. — Ozeane 309. — Wässer 310.	
32317 Radioaktive Wärmeentwicklung . . . . .	312
3232 Dichte (H. Dörmann) . . . . .	313
32321 Dichte von Mineralen . . . . .	313
32322 Dichte von Gesteinen . . . . .	324
32323 Porosität der Gesteine . . . . .	325
3233 Elastische Eigenschaften von Gesteinen und Mineralen (B. Gutenberg) . . . . .	326
Elastizitätsmodul $E$ 326. — Rigeitsmodul $G$ 327. — Inkompressibilitätsmodul (bulk modulus) $k$ 327. — Poissons Zahl 328. — Geschwindigkeiten von Longitudinal- und Transversalwellen in Gesteinen 328. — Fließwiderstand, Viskositätskoeffizient, Koeffizient der inneren Reibung, Druckfestigkeit 329.	
3234 Magnetische Eigenschaften von Mineralen, Erzen und Gesteinen (M. Rössiger) . . . . .	331
32340 Definitionen, Einheiten, Vorbemerkungen . . . . .	331

	Seite
32341 Magnetische Eigenschaften von Mineralen und Erzen . . . . .	331
Magnetisierung von Kristallen von Magnetit, Hämatit und Magnetkies 331. — Ferromagnetische Erze 332. — Beeinflussung der magnetischen Eigenschaften durch Erwärmung, Thermo-Remanenz 334. — Magneti- sierung bei großen Feldstärken 335. — Temperaturabhängigkeit der Sätti- gungsmagnetisierung 336. — Curie-Punkte verschiedener Minerale 336. — Messungen an zerkleinerten Proben 336. — Umwandlungspunkt von Ma- gnetit bei tiefen Temperaturen 337. — Sammlung von Zahlenwerten der Suszeptibilität von Mineralen und Erzen 437.	
32342 Magnetische Eigenschaften von Gesteinen . . . . .	340
Vorbemerkungen 340. — Hysteresiskurven und Entmagnetisierungsfak- toren von Eruptivgesteinen 340. — Der Verlust der Magnetisierbarkeit bei höheren Temperaturen 341. — Thermo-Remanenz 431. — Magnetisierung durch Blitzschlag 342. — Magnetismus von Sedimentgesteinen 342. — Natürliche remanente Magnetisierung von Gesteinen 344. — Zahlenwerte der Suszeptibilität von Gesteinen 345.	
32343 Literatur . . . . .	346
3235 Elektrische Eigenschaften von Gesteinen (L. Ebert) . . . . .	349
Allgemeines 349. — Elektrische Widerstandswerte von Gesteinen nahe der Erd- oberfläche 349. — Dielektrizitätskonstanten von Gesteinen 352. — Sonstige Zahlen- werte 353.	
3236 Thermische Daten von Gesteinen (H. Winkler) . . . . .	353
3237 Bodenkunde (M. Köhn) . . . . .	358
32370 Vorbemerkungen . . . . . 358	
32371 Bodenbildung . . . . . 358	
32372 Korngrößenzusammensetzung des Bodens. Bodenarten . . . . . 359	
32373 Kolloid- (Ton-) Gehalt des Bodens . . . . . 359	
Adsorption und Basenumtausch 360. — Durchschlammung 360.	
32374 Bodenstruktur . . . . . 361	
32375 Boden und Wasser . . . . . 362	
Statik des Bodenwassers 362. — Dynamik des Bodenwassers 363.	
32376 Bodenazidität . . . . . 364	
32377 Boden und Wärme. . . . . 365	
Bodentemperatur 365. — Wärmekapazität und Wärmeleitvermögen 366. — Wärmehaushalt des Bodens 367.	
32378 Boden und Licht . . . . . 368	
<b>324 Erdkörper.</b>	
3241 Seismizität der Erde (B. Gutenberg) . . . . . 369	
3242 Erdbebenwellen (B. Gutenberg) . . . . . 375	
3243 Erdinneres . . . . . 385	
32431 Wärmefluß aus der Erdkruste (E. C. Bullard) . . . . . 385	
32432 Relief der Erdoberfläche (E. Tams) . . . . . 386	
32433 Dichte in der Erdrinde . . . . . 387	
32434 Schichtung der Erdrinde nach seismischen Ergebnissen . . . . . 388	
32435 Das tiefere Erdinnere . . . . . 388	
32436 Ausbreitung der Erdbebenwellen im Erdinnern . . . . . 389	
32437 Elastizität des Erdinnern . . . . . 391	
32438 Literatur zu 32432/7 . . . . . 392	
3244 Gezeiten des Erdkörpers (H. Lettau) . . . . . 393	
32441 Theoretische Grundlagen . . . . . 393	
32442 Beobachtungen und ihre Analyse . . . . . 393	
<b>325 Magnetismus des Erdkörpers (Fr. Burmeister/J. Bartels).</b>	
3250 Einleitung . . . . . 396	
Grundtatsachen 396. — Zerlegung des Feldvektors, Maßeinheiten 396. — Kugel- funktionsentwicklungen des Potentials 396.	



	Seite
3251 Erdmagnetische Observatorien . . . . .	397
Allgemeines 397. — Geographische und geomagnetische Koordinaten der Observatorien 397. — Jahresmittel und Säkularvariationen an den dauernd tätigen Observatorien 399. — Ausgewählte Jahresmittel für Observatorien mit langjährigen Beobachtungen 403. — Werte der erdmagnetischen Elemente an deutschen Hochschulorten zu Anfang des Jahres 1950 405.	
3252 Tabellen und Karten für die Verteilung des Feldes und der Säkularvariation . . . . .	406
Tabellen für <i>D, H, J, Z, F</i> 406. — Weltkarten der Verteilung von <i>D, H</i> und <i>J</i> 411. — Tabellen für die Säkularvariation von <i>D, H, J, Z, F</i> 414. — Weltkarten der Säkularvariation 416. — Erdmagnetische Verhältnisse in einzelnen Gebieten, Normalfelder, lokale Anomalien 417. — Magnetische Pole 420. — Dipolfelder (Allgemeines) 420. — Geomagnetische Breite 421. — Deklination für das Feld des zentrischen Dipols 422. — Regionale Anomalien 422.	
3253 Kugelfunktionsentwicklungen, Quadrupole . . . . .	424
Literatur zu 325 . . . . . 424	
<b>326 Ozeanographie.</b>	
326I Physikalische Eigenschaften des Meerwassers . . . . .	426
326I1 Allgemeiner Teil (G. Dietrich) . . . . .	426
Temperatur, Salzgehalt und Druck als Zustandsgrößen des Meerwassers 426. — Maßeinheiten 426. — Methoden zur Bestimmung von Temperatur, Salzgehalt und Druck 427. — Dichte 427. — Spezifisches Volumen 430. — Maximale Dichte 431. — Zusammendrückbarkeit 431. — Oberflächenspannung 433. — Innere Reibung 433. — Spezifische Wärme 433. — Wärmeleitfähigkeit 434. — Wärmeausdehnung 434. — Adiabatische Temperaturänderung 434. — Verdunstungswärme 435. — Gefrierpunkt und osmotischer Druck, Siedepunktserhöhung und Dampfdruckerniedrigung 435. — Diffusion 436. — Schallgeschwindigkeit 436. — Schallabsorption 438. — Elektrische Leitfähigkeit 438. — Einige physikalische Eigenschaften des Meereises 438.	
326I2 Meeresoptik (J. Joseph) . . . . .	441
326I21 Optische Eigenschaften des Meerwassers (Laboratoriumsuntersuchungen) . . . . .	441
Brechung und Dispersion 441. — Extinktion 442. — Streuung 445.	
326I22 Tageslicht im Meere . . . . .	445
Reflexion an der Meeresoberfläche 445. — Eindringen des Tageslichtes 446. — Formeln für die Extinktion 446. — Meßmethode 448. — Oberlicht 449. — Unterlicht 451. — Richtungsverteilung 453. — Polarisation 454.	
326I23 Durchsichtigkeit im Meere . . . . .	454
326I24 Zusammenhang zwischen Tageslicht- und Durchsichtigkeitsmessungen . . . . .	456
326I25 Sichttiefe und Farbe des Meerwassers . . . . .	457
326I3 Die Ozeane, Temperatur und Salzgehalt (G. Dietrich) . . . . .	460
326I31 Die Meeresräume . . . . .	460
Grenzen und Namen 460. — Areale, Volumina, Tiefen 460. — Topographische Hauptformen des Meeresbodens und Großgliederung des Tiefseebodens 461.	
326I32 Die Oberflächentemperatur . . . . .	464
Wärmehaushalt des Meeres 464. — Jährlicher Gang 465. — Eindringen des jährlichen Ganges in die Tiefe 466. — Täglicher Gang 466. — Säkulare Änderungen 467.	
326I33 Der Oberflächensalzgehalt . . . . .	467
Salzgehaltshaushalt 467. — Jahresmittel 468. — Jährlicher und täglicher Gang 468. — Säkulare Änderungen 469.	

	Seite
326134 Temperatur und Salzgehalt in der Tiefe und die physikalischen Eigenschaften des Meerwassers im Weltmeer . . . . .	469
Literatur zu 32613 . . . . .	475
3262 Chemie des Meeres (K. Kalle) . . . . .	476
32621 Die Salze im Meerwasser . . . . .	476
32622 Die Gase im Meerwasser . . . . .	478
Sauerstoffsättigungswerte, Stickstoff, Argon, Kohlensäure, Konzentrationswerte	
32623 Im Meerwasser gelöste organische Verbindungen . . . . .	482
3263 Dynamische Ozeanographie (W. Hansen) . . . . .	482
Physikalische Grundlagen 482. — Triftstrom und Windstau 483. — Durch Dichteunterschiede bedingte Bewegungen 486. — Reibung, Austausch und Vermischung 495. — Eigenschwingungen 498. — Seegang 500.	
3264 Gezeiten des Meeres . . . . .	504
326401 Differentialgleichungen (W. Horn) . . . . .	504
326402 Harmonische Darstellung der Gezeiten und Gezeitenströme als Funktionen der Zeit . . . . .	504
326403 Harmonische Analyse und Synthese, Gezeitenrechenmaschinen . . . . .	506
326404 Darstellung der Gezeiten in äquatorialen Koordinaten . . . . .	513
326405 Nonharmonische Darstellung des Hoch- und Niedrigwasser halbtägiger Gezeiten . . . . .	514
326406 Einige umfangreichere Gezeitentafeln . . . . .	516
Literatur zu 326401—06 . . . . .	516
326407 Gezeiten als Funktionen der Ortsveränderlichen (W. Hansen) . . . . .	516
326408 Gezeiten in Kanälen . . . . .	519
326409 Gezeiten in regelmäßig geformten Meeresgebieten . . . . .	520
326410 Gezeiten in beliebig gestalteten Meeresgebieten . . . . .	521
326411 Gezeitenströme . . . . .	527
326412 Gezeiten in seichten Gewässern . . . . .	530
Literatur zu 326407—12 . . . . .	532
3265 Eisverhältnisse an den Küsten der Nord- und Ostsee (F. Nusser) . . . . .	534
Nordsee 534. — Skagerrak und Kattegat 535. — Sund, Großer und Kleiner Belt 535. — Südliche Ostsee 536. — Mittlere Ostsee 537. — Nördliche Ostsee 538. — Strenge der Winter 1903/04 bis 1948/49 an den Küsten von Westdeutschland 540.	
<b>327 Hydrographie (W. Friedrich).</b>	
327I Fließende Gewässer . . . . .	542
327II Abfluß . . . . .	542
Mittel- und Grenzwerte des Abflusses 542. — Jährlicher Gang des Abflusses 546. — Unperiodische Schwankungen des Abflusses 547. — Abhängigkeit der größten und kleinsten Abflußpenden von der Größe der Einzugsgebiete und von den Niederschlägen 548.	
32712 Wasserhaushalt . . . . .	549
Beziehungen zwischen den mittleren Jahreshöhen des Abflusses $A$ und des Niederschlags $N$ 549. — Der Wasserhaushalt im langjährigen Durchschnitt 550. — Der Wasserhaushalt für kürzere Zeitabschnitte 552. — Gesamter Wasserhaushalt der Festländer und Meere 553.	
32713 Verdunstung . . . . .	554
Begriffe 554. — Verdunstungskraft 554. — Verdunstungsfreie Wasserflächen 555. — Verdunstung vom bewachsenen und unbewachsenen Erdboden 557. — Gebietsverdunstung 559.	
32714 Wassertemperatur . . . . .	560
Jährlicher Gang der Wassertemperatur fließender Gewässer 560.	
32715 Schwemmstoffführung . . . . .	560
3272 Grundwasser . . . . .	561
32720 Begriffe und Bezeichnungen . . . . .	561

32721	Schwankungen der mittleren jährlichen Grundwasserspiegelhöhe von Jahr zu Jahr 562. — Mittlerer jährlicher Gang des Grundwasserspiegels . . . . .	562
3273	Seen . . . . .	562
32731	Wassertemperatur . . . . .	563

### 328 Meteorologie.

3281	Zusammensetzung, Druck, Temperatur der Atmosphäre (R. Penndorf)	564
32811	Einteilung der atmosphärischen Schichten . . . . .	564
32812	Zusammensetzung der Luft . . . . .	565
	In der Troposphäre 565. — In der Stratosphäre 565. — In der Ionosphäre 566. — In der Exosphäre 566. — Modellatmosphären 567.	
32813	Wasser und Wolken . . . . .	568
	Wasserdampf 568. — Wasser 569. — Eis und Schnee 569. — Wolkenhöhen 569.	
32814	Lufttemperatur . . . . .	571
	Allgemeines 571. — In der Tropo- und unteren Stratosphäre 571. — In der Stratosphäre oberhalb 30 km 573. — In der Iono- und Exosphäre 575. — Höhe der Tropopause 575.	
32815	Luftdruck . . . . .	576
	Luftdruckeinheiten 576. — Höheneinheiten in der Meteorologie 576. — Gemessene Luftdruckverteilung 576. — Luftdruckverteilung in Normal- und Modellatmosphären 578.	
32816	Luftdichte (Luftwichte) . . . . .	582
	Allgemeines 582. — Berechnung der Luftdichte aus den Bodenwerten 582. — In der Troposphäre 583. — In der Stratosphäre 583. — Normal- und Modellatmosphären 584.	
32817	Schallgeschwindigkeit . . . . .	584
3282	Spezielle Bestandteile der Luft . . . . .	585
32821	Kohlensäuregehalt (F. Möller u. Ch. Junge) . . . . .	585
	Mittelwerte der bodennahen Luftschichten 585. — Schwankungen 585. — Mittelwerte in der freien Atmosphäre 585.	
32822	Spurenstoffe in den bodennahen Luftschichten . . . . .	585
32823	Das Aerosol. . . . .	586
	Größenordnung der Teilchenzahl pro cm <sup>3</sup> 586. — Aitken-Kerne 586. — Elektrische Eigenschaften der Kerne 586. — Vertikale Verteilung der Dunsttröpfchen und Staubteilchen 586. — Staubgehalt der Luft 587.	
32824	Wolken- und Niederschlagsselemente . . . . .	588
	Größeneinteilung der Niederschlagsselemente 588. — Prozentische Häufigkeit von Regentropfengrößen 588. — Gesamtwasservolumen der verschiedenen Tropfengrößen 589. — Fallgeschwindigkeit 589. — Hagel 589. — Beimengungen 589.	
32825	Ozongehalt der Atmosphäre (F. W. Götz) . . . . .	590
	Erläuterung 590. — Absorptionskoeffizienten des Ozons im Ultraviolett (Zimmertemperatur) 590. — Temperaturkontrast der Hugginsbanden 591. — Absorption der Chappuisbanden bei verschiedenen Temperaturen 591. — Monatsmittel des Ozonbetrags über Arosa 593. — . . . über Tromsö 593. — Ozon und Wetter 593. — Literatur 593.	
3283	Wetterbeobachtungen (K. Keil) . . . . .	594
32831	Allgemeines. . . . .	594
32832	Welche Wetterangaben sind bei meteorologischen Dienststellen zu erhalten? . . . . .	595
32833	Wo sind Wetterangaben zu erfragen? . . . . .	598
32834	Deutsche meteorologische Dienststellen . . . . .	598
32835	Ausländische meteorologische Dienststellen . . . . .	600
3284	Klima . . . . .	603
32841	Klassifikation der Klimate nach W. Köppen (R. Geiger) . . . . .	603
	Vorbemerkungen 603. — Tabelle der Klimagebiete 603. — Schlüssel zur	

	Seite
Bestimmung der Klimaformel 604. — Flächenausdehnung der Klimage- biete 605. — Schaubild für die 11 Hauptklimate 606. — Literatur 607.	
32842 Klima-Tabellen (K. Knoch und A. Schulze) . . . . .	608
32842 A. Klimatologische Mittelwerte für Bodenstationen. . . . .	608
Alphabetisches Ortsverzeichnis 608. — Luftdruck 612. — Lufttemperatur, Niederschlag 615.	
32842 B. Fortlaufende Monats- und Jahresreihen von Temperatur- und Nieder- schlagswerten an ausgewählten typischen Stationen . . . . .	620
Temperatur: Madras 620. — Aden 621. — Berlin 622. — London-Green- wich 624. — Winnipeg 625. — Upernivik 626. — Niederschlag: Padang 627. — Madras 627. — Alice Springs 629. — Aden 630. — Moncay 630. — Catania 631. — Berlin 631. — London-Greenwich 632. — Winnipeg 633. — Irkutsk 634. — Upernivik 635.	
32842 C. Literatur über Klima . . . . .	636
32842 D. Inhalt typischer Tabellenwerke der Meteorologie und Klimatologie (J. Bartels) . . . . .	639
32843 Jährlicher Witterungsablauf in verschiedenen Klimaten (J. Bartels und W. Dammann) . . . . .	640
32844 Beobachtete Extremwerte meteorologischer Elemente (H. Flohn) . . . .	648
32845 Klimaschwankungen (W. Dammann) . . . . .	649
Vor dem Quartär 649. — Quartär 650. — Nacheiszeit 650. — Neuzeit 651. — Literatur 655.	
32846 Mikroklimatologie (J. Bartels) . . . . .	656
32847 Biometeorologie und Bioklimatologie . . . . .	656
32848 Statistische Bearbeitung meteorologischer und klimatologischer Zahlen- reihen . . . . .	656
3285 Höhenwinde (K. Keil) . . . . .	657
Ergebnisse direkter Windmessungen 657. — Höhenwindverhältnisse auf der Nord- halbkugel, dargestellt durch Karten der absoluten Topographie der Flächen glei- chen Luftdrucks 663.	
3286 Austausch (H. Lettau) . . . . .	666
Vorbemerkung 666. — Definitionen 666. — Der dynamische Anteil des Aus- tausches unterhalb der Höhe $H$ 667. — Der thermische Anteil des Austausches 669. — Austausch in der freien Atmosphäre 673. — Zur Anwendung des Austausch- begriffes in der Meteorologie 674.	
3287 Gezeitenartige Schwingungen der Atmosphäre . . . . .	674
32871 Vorbemerkungen (J. Bartels u. W. Kertz) . . . . .	674
32872 Sonnentägige Schwingungen im Luftdruck . . . . .	676
Tägliche Gänge im Luftdruck, $S(\phi)$ 676. — Ganztägige Luftdruckschwankung $S_1(\phi)$ 678. — Halbtägige Luftdruckschwankung $S_2(\phi)$ 678. — Drittel- und Vierteltägige Luftdruckschwankungen $S_3(\phi)$ und $S_4(\phi)$ 679.	
32873 Sonnentägige Wellen in anderen meteorologischen Elementen . . . . .	679
Lufttemperatur 679. — Wind 679.	
32874 Lunare Schwankungen im Luftdruck $L(\phi)$ (S. Chapman) . . . . .	680
32875 Lunare Schwankungen in anderen meteorologischen Elementen . . . . .	682
32876 Eigenschwingungen der Atmosphäre (J. Bartels u. W. Kertz) . . . . .	683
Literatur . . . . .	684
3288 Strahlungshaushalt und meteorologische Optik . . . . .	686
32880 Einleitung zum Strahlungshaushalt (G. Falckenberg u. F. Schnaidt†) . . . . .	686
32881 Sonnen- und Himmelsstrahlung . . . . .	687
Einfluß der Exzentrizität der Erdbahn 687. — Pyrheliometerskalen 687. — Intensität der zirkumsolaren Himmelsstrahlung 687. — Extinktion der Sonnenstrahlung 687. — Diffuses Reflexionsvermögen (Albedo) 689. — Gesamtstrahlung (Globalstrahlung) von Sonne und Himmel 689. — Ver- hältnis Himmelsstrahlung zu Sonnenstrahlung 690. — Reflexionsvermögen einer ebenen Wasserfläche 690.	

	Seite
32882 Langwellige Strahlung . . . . .	690
Gegenstrahlung der wolkenlosen Atmosphäre 690. — Gegenstrahlung bei Bewölkung 690. — Strahlungsverlust einer schwarzen Fläche 691. — Eigenstrahlung einer Luftschicht 691. — Absorption atmosphärischer Kohlensäure 691. — Absorptionsvermögen natürlicher Oberflächen 691.	
32883 Strahlungsbilanz . . . . .	691
Wirkung der infraroten Strahlung in wolkenloser Atmosphäre 691. — Wärmehaushalt der Nordhalbkugel 691. — Jahresgang der Sonnen-, Himmels- und Gegenstrahlung 693. — Jährlicher Gang des Strahlungshaushaltes 693. — Literatur zu 32880—3 693.	
32884 Biologisch wirksame Strahlungskomponenten . . . . .	696
32885 Licht des Tageshimmels (R. Meyer) . . . . .	697
Vorbemerkungen 697. — Leuchtdichte 697. — Beleuchtungsstärke 700. — Albedo 700. — Abhängigkeit des zerstreuten Himmelslichtes von der Albedo 701. — Zenitpolarisation 701. — Fälle starker atmosphärischer Trübungen 701. — Tages- und Jahresgang der Himmelsbläue 701. — Abstand des neutralen Aragopunktes vom Gegenpunkt der Sonne 701. — Literatur 701.	
32886 Besondere optische Erscheinungen in der Atmosphäre . . . . .	701
Haloerscheinungen 701. — Beugungskränze 702. — Glorie 702. — Irisieren 702. — Regenbogen 703.	
32887 Sicht . . . . .	703
32888 Refraktion (J. Bartels) . . . . .	703
Sichtbares Licht 703. — Radio-Meteorologie 703.	
3289 Luftelektrizität (H. Israël) . . . . .	704
32890 Vorbemerkung . . . . .	704
32891 Feld, Leitfähigkeit, Strom und Raumladung in der Atmosphäre . . . . .	704
Luftelektrisches Grundproblem 704. — Luftelektrisches Potentialgefälle am Boden 704. — Leitfähigkeit 706. — Vertikalstrom 708. — Raumladung 709.	
32892 Ionisation; Radioaktivität . . . . .	709
32893 Gewitter . . . . .	712
Gewittertheorien 712. — Feldmessungen in und unter Gewitterwolken 712. — Spitzenstrom bei Gewitter 712. — Niederschlagsladung 712. — Sprunghafte Änderungen des Feldes als Folge von Blitzentladungen 713. — Entladungen; Rundfunkstörungen („atmospherics“) 713. — Charakteristische Blitzdaten 713. — Literatur 714.	
<b>329 Physik der höheren Atmosphäre.</b>	
329I Ionosphäre (W. Dieminger) . . . . .	718
329I0 Nomenklatur und charakteristische Größen . . . . .	718
329I1 Einfluß des erdmagnetischen Feldes . . . . .	719
329I2 Aufbau der Ionosphäre . . . . .	720
329I3 Darstellung der Werte . . . . .	720
329I4 Örtliche und zeitliche Veränderlichkeit der Ionosphäre . . . . .	720
Regelmäßige Veränderlichkeit 721. — Örtliche Veränderlichkeit 721. — Zeitliche Veränderlichkeit 723. — Störungen der Ionosphäre 724.	
329I5 Entstehung der einzelnen Schichten . . . . .	725
329I6 Liste der Ionosphärenbeobachtungsstationen . . . . .	725
329I7 Regelmäßige Veröffentlichungen über den Zustand der Ionosphäre . . . . .	726
Literatur . . . . . 728	
3292 Erdmagnetische Variationen (J. Bartels) . . . . .	728
32920 Einleitung . . . . .	728
Vorbemerkungen 728. — Beobachtungsmaterial 729. — Internationale Organisation 730. — Äußerer und innerer Anteil 730. — Einteilung der Variationen 731.	
3292I Erdmagnetische Aktivität . . . . .	731
Dreistündliche Kennziffern 731. — Tägliche Schwankungen der Aktivität 731. — Standardisierte Kennziffern $K_s$ und planetarische Kennziffern $K_p$	

	Seite
733. — Geographische Verteilung der Aktivität 735. — Tägliche Charakterzahlen, internationale ruhige und gestörte Tage 738. — Andere Maßzahlen für die erdmagnetische Aktivität 739. — Jährliche Schwankung der Aktivität 741. — Zusammenhang mit der Sonnentätigkeit 741. — Zusammenhang mit der Ultrastrahlung 743.	
32922 Störungen nahe der Polarlichtzone . . . . .	743
Allgemeines 743. — Beziehungen zum Polarlicht 744.	
32923 Sonnentägiger Gang an ruhigen Tagen . . . . .	744
Überblick 744. — Ionosphärische Stromsysteme für $S_g$ 750. — Die großen Schwankungen in Huancayo 751. — Die Amplitude von $S_g$ als Maß für solare Wellenstrahlung $W$ 751. — Sonstige Variabilität 753.	
32924 Mondentägiger Gang . . . . .	753
Überblick 753. — Ionosphärische Stromsysteme für die mondentägigen Variationen 757. — Zusammenhang mit der Sonnentätigkeit 757. — Andere Partialtiden als $M_2$ in $L$ 757. — Variabilität von $L$ 757.	
32925 Ringstromfeld . . . . .	759
Überblick 759. — Das $u$ -Maß der erdmagnetischen Aktivität 760. — Laufende Messung der Ringstromstärke 760.	
32926 Täglicher Gang an gestörten Tagen . . . . .	761
32927 Einzelvariationen . . . . .	763
Plötzliche Sturmanfänge 763. — Eruptionseffekte 763. — Bai-Störungen 763. — Pulsationen 763. — Jährlicher Gang 763.	
32928 Beziehungen zu den Ergebnissen direkter Ionosphären-Beobachtungen . .	763
32929 Innerer Anteil der erdmagnetischen Variationen; Erdstrom . . . . .	764
Überblick 764. — Durch Meeresgezeiten induzierte Ströme 765. — Literatur zu 3292 765.	
3293 Polarlicht (L. Harang) . . . . .	767
32931 Nordlichtformen . . . . .	767
32932 Geographische Ausbreitung der Polarlichter . . . . .	768
32933 Periodizität der Polarlichter. . . . .	770
32934 Richtung der Nordlichtbogen und Lage des Radiationspunktes. . . . .	770
32935 Höhen der Nordlichter über der Erdoberfläche . . . . .	770
32936 Spektrum des Polarlichtes . . . . .	772
3294 Nachthimmelslicht (Luftleuchten) (R. Penndorf) . . . . .	774
32941 Lichtquellen des Nachthimmels . . . . .	774
32942 Leuchtdichte des Nacht- und Dämmerungshimmels . . . . .	774
32943 Spektrum des Dämmerungsleuchtens . . . . .	776
32944 Spektrum des Luftleuchtens . . . . .	776
Kontinuierliches Spektrum 776. — Atomspektren 776. — Bandenspektren 778. — Polarisation 779.	
32945 Emissionshöhen . . . . .	779
32946 Periodische und aperiodische Schwankungen . . . . .	780
Langperiodische Schwankungen 780. — Jahresgang 781. — Tagesgang 781. — Sonstige Schwankungen 781.	
<b>32 A. Geophysikalische Zeitschriften . . . . .</b>	<b>782</b>
<b>32 B. Organisation der internationalen Zusammenarbeit in der Geophysik. . . . .</b>	<b>795</b>