

# Inhaltsverzeichnis

|   | Seite     |
|---|-----------|
| <b>I. Die Grundlagen der Baustatik . . . . .</b>  | <b>1</b>  |
| 1. Aufgabe und Ziel . . . . .   | 1         |
| 2. Die Belastung des Tragwerks . . . . .  | 2         |
| Physikalische Kennzeichnung der Belastung S. 2. — Die Definition der Belastung in den amtlichen Bestimmungen S. 2.  |           |
| 3. Schnee- und Windbelastung . . . . .  | 3         |
| 4. Wasserdruck . . . . .  | 4         |
| 5. Erddruck . . . . .   | 5         |
| Physikalische Voraussetzungen S. 5. — Ansatz für die angenäherte Berechnung nach Coulomb und Poncelet S. 6. — Lösung bei gerader Wand- und Erdlinie S. 8. — Lösung bei gerader Wand- und gebrochener Geländelinie S. 9. — Lösung bei gebrochener Wandlinie S. 10. — Lage der Mittelkraft $E$ des Erddrucks S. 10. — Erddruck im unbegrenzten Erdkörper S. 11. — Mittelwerte für die Raumgewichte $\gamma$ und die Schubfestigkeit $\tau^* = \mu \cdot \sigma$ der wichtigsten Erdarten S. 12. |           |
| 6. Boden- und Seitendruck in Silozellen . . . . .   | 13        |
| Physikalische Konstanten des Füllgutes S. 14. — Funktionswerte $1 - e - \zeta$ S. 14. — Zahlenbeispiel S. 15.   |           |
| 7. Die Stützung des Tragwerks . . . . .   | 16        |
| Lager und Gelenke S. 16. — Flächenstützung S. 16. — Materialkonstante $C$ für verschiedene Bodenarten S. 18.  |           |
| 8. Verformung und innere Kräfte . . . . .   | 18        |
| Energiebetrachtungen S. 19. — Satz von Betti S. 22. — Anwendung bei technischen Aufgaben S. 22  |           |
| 9. Der Spannungszustand der Scheiben und Träger . . . . .   | 23        |
| 10. Der Spannungszustand des Stabes . . . . .   | 25        |
| Definition und Gleichgewicht der Schnittkräfte S. 26. — Verzerrungs- und Spannungszustand am Querschnitt des geraden Stabes S. 27. — Verdrehung und Schubspannung S. 30. — Verzerrungs- und Spannungszustand am Querschnitt des gekrümmten Stabes S. 31. — Anwendungsbereich der technischen Biegelehre S. 32.  |           |
| 11. Die Eigenspannungen des Baustoffs . . . . .   | 33        |
| Angaben zur Ermittlung von Schwind- und Temperaturspannungen S. 35.   |           |
| 12. Die Sicherheit des Tragwerks . . . . .  | 36        |
| <b>II. Das statisch bestimmte Stabwerk . . . . .</b>  | <b>38</b> |
| 13. Allgemeine Bemerkungen über Schnittkräfte, Zustands- u. Einflußlinien . . . . .   | 38        |
| Die Beschreibung des Tragwerks S. 39. — Hilfsmittel der Mechanik zur statisch bestimmten Berechnung der Stütz- und Schnittkräfte S. 40. — Allgemeine Ansätze zur analytischen Berechnung der Stütz- und Schnittkräfte S. 41. — Rechenvorschrift S. 43. — Graphische Methoden zur Ermittlung der Stütz- und Schnittkräfte S. 44. — Anwendung des Prinzips der virtuellen Verrückungen S. 46. — Einflußlinien der Stütz- und Schnittkräfte S. 48.   |           |
| 14. Der einfache Balkenträger . . . . .   | 52        |
| Ruhende Belastung S. 52. — Einflußlinien S. 53. — Die Grenzwerte der Querkraft S. 53. — Die Grenzwerte der Biegemomente S. 55. — Tabellen für die Stütz- und Schnittkräfte des einfachen Balkenträgers und des Freitragers S. 58.   |           |
| 15. Der Auslegeträger . . . . .   | 66        |
| Zeichnerische Untersuchung S. 66. — Analytische Untersuchung S. 67. —   |           |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
|             | Einflußlinien und Grenzwerte S. 67. — Stützenstellung und Gelenklage S. 68. — Tabelle für die Grenzwerte der Stütz- und Schnittkräfte eines Gerberbalkens S. 68.   |            |
| 16.         | Stabwerke mit drei Gelenken . . . . .  | 69         |
|             | Analytische Berechnung der Stütz- und Schnittkräfte S. 69. — Schaulinien der Schnittkräfte S. 71. — Zeichnerische Ermittlung der Stütz- und Schnittkräfte S. 72. — Zahlenbeispiel S. 75. — Einflußlinien der Schnittkräfte S. 76. — Grenzwerte der Schnittkräfte S. 78. — Zahlenbeispiel S. 79. — Tabellen für die Schnittkräfte am symmetrischen Dreigelenkbogen S. 83.   |            |
| <b>III.</b> | <b>Die Formänderung des ebenen Stabzuges . . . . .</b>   | <b>87</b>  |
| 17.         | Die allgemeinen Ansätze . . . . .  | 87         |
|             | Der Clapeyronsche Ansatz für den Stabzug S. 89. — Das Prinzip der Wechselwirkung für den Stabzug S. 90. — Einflußlinie der Verschiebung und Winkeländerung S. 91.  |            |
| 18.         | Die Berechnung einzelner Komponenten des Verschiebungszustandes . .  | 91         |
|             | Ansatz der Rechnung S. 91. — Der Integrand S. 93. — Mechanische Auslegung des Ansatzes S. 94. — Numerische Integration S. 95. — Berechnung mit Annahmen über die stetige Veränderlichkeit des Querschnitts; Verwendung von Integrationstabellen S. 96. — Zahlenbeispiele S. 98. — Unstetiger Verlauf von $\zeta$ S. 99. — Endverdrehung eines Stabes mit linear veränderlichem Querschnitt S. 99. — Verdrehungen der Endtangente eines Balkenträgers auf zwei Stützen S. 100.  |            |
| 19.         | Lösungen der Funktion $\int MM(Jc/J)ds$ und Funktionswerte $\omega$ . . . . .  | 102        |
|             | Lösung für gerade Stäbe mit konstantem $J_h/J$ S. 102. — Lösung für gerade Stäbe mit stetig veränderlichem $J_h/J$ S. 105. — Lösung für gerade Stäbe mit unstetig veränderlichem $J_h/J$ S. 107. — Lösung für gekrümmte Stäbe mit $r = \text{const}$ und $J = \text{const}$ S. 111. — Verdrehungen der Endquerschnitte mit Angaben über die Biegelinien für Balkenträger mit konstantem $J_h/J$ S. 112. — Verdrehungen der Endquerschnitte und Biegelinien für Balkenträger mit veränderlichem $J_h/J$ aus einem Kräftepaar $M_a = 1$ mit am Endquerschnitt $a$ S. 115. — Tabelle der Funktionswerte $\xi^r$ und $\omega$ S. 116. — Funktionswerte S. 120. |            |
| 20.         | Die Biegelinie des geraden Stabes . . . . .  | 121        |
|             | Beziehung zwischen Kräfteebene und Biegungsebene S. 121. — Ableitung der Differentialgleichung aus den Schnittkräften S. 121. — Integration der Differentialgleichung S. 123. — Rechnerische und zeichnerische Entwicklung der Biegelinie S. 123. — Zahlenbeispiel S. 126. — Ableitung der Biegelinie aus der Belastung S. 128. — Lösung der Differentialgleichung mit Differenzen S. 129.   |            |
| 21.         | Die Biegelinie von gekrümmten Stäben und Stabzügen . . . . .   | 131        |
|             | Abteilung der Differentialgleichung S. 131. — Längenänderung einer Stabzugsehne S. 134. — Biegelinie des Dreigelenkbogens S. 134. — Ableitung aus einem Differenzenansatz S. 134. — Die Biegelinie eines gekrümmten Trägers mit $r = \text{const}$ S. 136. — Spannungszustand in Rohren und Ringen S. 136. — Die wirkliche Verschiebung der Punkte des Stabzugs S. 139.  |            |
| 22.         | Der gerade Stab auf elastischer Unterlage . . . . .  | 140        |
|             | Elastizitätsgesetz S. 140. — Ansatz und Lösung der Differentialgleichung S. 140. — Lösung für den unendlich langen Stab S. 142. — Lösung für den starren Stab S. 142. — Lösung der homogenen Gleichung des kurzen Stabes für vorgeschriebene Randkräfte S. 142. — Unstetige Ansätze: a) für Einzellasten, b) für veränderliches Trägheitsmoment S. 144. — Zahlenbeispiele S. 144. — Anwendung der Theorie auf die angenäherte Berechnung des Trägerrostes S. 150.  |            |
| <b>IV.</b>  | <b>Stütz- und Schnittkräfte statisch unbestimmter Stabwerke . . . . .</b>  | <b>151</b> |
| 23.         | Die Grundlagen der Lösung . . . . .  | 151        |
| <b>A.</b>   | <b>Die Berechnung durch Elimination der Komponenten des Verschiebungszustandes . . . . .</b>   | <b>154</b> |
| 24.         | Die geometrischen Bedingungsgleichungen . . . . .  | 154        |
|             | Statisch überzählige Größen $X_k$ und Hauptsystem S. 155. — Geometrische Verträglichkeit und Superpositionsgesetz im kinematisch starren   |            |

|   |     |
|---|-----|
| Hauptsystem S. 156. — Entwicklung der Elastizitätsgleichung aus den geometrischen Verträglichkeitsbedingungen S. 156. — Berechnung der Vorzahlen und Belastungszahlen S. 159. — Berechnung der virtuellen Arbeit in statisch unbestimmten Systemen mit einer Zerlegung der virtuellen Belastung S. 160. — Berechnung der virtuellen Arbeit in statisch unbestimmten Systemen mit einer Zerlegung der Verschiebungen S. 162. Die Elastizitätsgleichung als Minimalbedingung der Formänderungsenergie S. 163. |     |
| 25. Die Grundlagen für die Bildung der Matrix . . . . .   | 165 |
| Ansatz S. 165. — Auflösung und konjugierte Matrix S. 166. — Fehlerempfindlichkeit der Lösung S. 167. — Die Schnittkräfte des statisch unbestimmten Stabwerks S. 168. — Nachprüfung der Kontinuität des Stabzugs als Rechenprobe für die Schnittkräfte S. 168. — Wahl des Hauptsystems S. 170.   |     |
| 26. Stabwerke mit wenigen überzähligen Größen . . . . .   | 170 |
| Einfach statisch unbestimmtes System S. 170. — Zweifach statisch unbestimmtes System S. 171. — Dreifach statisch unbestimmtes System S. 172. — Schnittkräfte S. 174. — Zahlenbeispiele S. 175.  |     |
| 27. Vereinfachung der Lösung bei Symmetrie des Tragwerks und Symmetrie oder Anisotropie der Belastung . . . . .   | 185 |
| Die Belastungsumordnung S. 186. — Anwendungen S. 186. — Zahlenbeispiel S. 189. — Verhältnis der Biegemomente eines Stabwerks bei verschiedener Belastung eines Stabes. (Mit Tabelle und Zahlenbeispiel) S. 189.   |     |
| 28. Vereinfachung der Lösung bei Symmetrie des Hauptsystems . . . . .   | 191 |
| Das Hauptsystem mit einfacher Symmetrie S. 191. — Zerlegung der Matrix und Bildung von Gruppenlasten S. 192. — Die Belastungsglieder bei Symmetrie der Matrix S. 194. — Anwendungen S. 195. — Zahlenbeispiele S. 198. — Das Hauptsystem mit Symmetrie nach zwei Achsen S. 205. — Statische Untersuchung eines Kühlturmunterbaues (Zahlenbeispiel) S. 208.   |     |
| 29. Algebraische Auflösung der Bedingungsgleichungen . . . . .  | 215 |
| Auflösung des Ansatzes durch Elimination. a) Die vollständige Rechenvorschrift nach C. F. Gauß S. 216. — b) Die abgekürzte Rechenvorschrift nach C. F. Gauß S. 219. — c) Die Berechnung der konjugierten Matrix S. 223. — Zahlenbeispiel S. 224.  |     |
| Auflösung dreigliedriger Ansätze S. 230. — a) Rechenvorschrift bei Vorwärtselimination des Ansatzes S. 232. — b) Rechenvorschrift bei Rückwärtselimination des Ansatzes S. 233. — c) Gleichzeitige Verwendung der Kennbeziehungen aus Vorwärts- und Rückwärtselimination S. 235. — d) Ausgezeichnete Belastung mit ein oder zwei Belastungszahlen S. 239. — Zahlenbeispiel S. 240.  |     |
| Auflösung fünfgliedriger und siebengliedriger Ansätze S. 245.   |     |
| 30. Auflösung der Gleichungen durch Iteration . . . . .   | 248 |
| Rechenvorschrift S. 248. — Konvergenzbeweis S. 249. — Umformung des Ansatzes S. 250. — Zahlenbeispiel S. 250.   |     |
| 31. Allgemeine Rechenvorschrift zur Untersuchung statisch unbestimmter Stabwerke . . . . .  | 252 |
| 32. Zeichnerische Auflösung der Bedingungsgleichungen . . . . .   | 253 |
| Anwendung auf dreigliedrige Elastizitätsgleichungen S. 254. — Lösung für den homogenen Ansatz S. 255. — Die überzähligen Größen bei einzelnen Belastungsgliedern S. 258. — Allgemeiner Belastungsfall S. 259. Zahlenbeispiel S. 263.  |     |
| 33. Integration der Elastizitätsgleichungen als lineare Differenzgleichungen  | 266 |
| Berechnung der Stützenmomente des durchgehenden Trägers mit freibeweglichen, starren Stützen und $\nu = \text{const} = \nu$ S. 269. — Spannungszustand eines Bogenträgers mit steifem Zugband S. 269.   |     |
| 34. Ansätze mit unabhängigen überzähligen Größen . . . . .  | 271 |
| 35. Methoden bei wenigen überzähligen Größen . . . . .  | 272 |
| Anwendung auf zweifach statisch unbestimmte Stabwerke S. 272. — Anwendung auf dreifach statisch unbestimmte Stabwerke S. 274. — Zahlenbeispiel S. 277.  |     |

|   | Seite      |
|---|------------|
| 36. Die Entwicklung statisch unbestimmter Gruppenlasten . . . . .   | 281        |
| Die Bildung der Gruppenlasten S. 281. — Die Ableitung der Elastizitätsgleichung für statisch unbestimmte Gruppenlasten S. 282. — Die Auswahl der Gruppenlasten für die Nebenbedingung $\delta_{ik} = 0$ S. 283. — Zahlenbeispiel S. 286. — Die Gruppenbildung bei Symmetrie des Tragwerks S. 290. — Die Beziehungen der überzähligen Gruppenlasten zu den statisch unbestimmten Schnittkräften statisch unbestimmter Hauptssysteme S. 293.  |            |
| 37. Die Verwendung statisch unbestimmter Hauptssysteme . . . . .  | 295        |
| Zahlenbeispiel S. 297. — Ansätze mit statisch unbestimmten Schnittkräften und unbekanntem Verschiebungen S. 301. — Zahlenbeispiel S. 302.   |            |
| <b>B. Die Berechnung durch Elimination der Schnittkräfte</b>  | <b>305</b> |
| 38. Die statischen Bedingungsgleichungen . . . . .  | 305        |
| Die Knotenpunktfigur S. 305. — Die geometrischen Randwerte für den Verschiebungszustand eines Abschnitts ( $h$ ) S. 306. — Die Randwerte des Spannungszustandes der Abschnitte ( $h$ ) und der Knotenpunktfigur des Stabwerks S. 306. — Gerade Stäbe S. 307. — Gekrümmte Stäbe und Stabzüge S. 309. — Die Bedingungen für die geometrische Verträglichkeit der Knotenpunktfigur S. 311. — Das geometrisch bestimmte Hauptssystem S. 311. — Die geometrischen Bedingungen der Knotenkette S. 312. — Die Aufgabe S. 314. — Die statischen Bedingungen zur Lösung S. 315. — Anwendung der Lösung S. 317. |            |
| 39. Das Stabwerk mit geraden Stäben . . . . .   | 318        |
| Hauptssystem und geometrische Superposition S. 318. — Die Anschlusskräfte am Stabknoten S. 319. — Die statischen Bedingungen $\delta A_J = 0$ ( $J = A \dots N$ ) S. 320. — Die statischen Bedingungen $\delta A = 0$ ( $c = 1 \dots f$ ) S. 320. — Die Form der Matrix S. 321. — Tabellen für die Randmomente des beiderseits und des einseitig eingespannten Stabes mit konstantem Trägheitsmoment S. 323 und 324. — Zahlenbeispiele S. 323.  |            |
| 40. Die Auflösung des Ansatzes . . . . .  | 330        |
| Geometrisch bestimmtes Hauptssystem S. 330. — Berechnung und Nachprüfung der Schnittkräfte S. 331. — Einflußlinien S. 331. — Zahlenbeispiel S. 334. — Teilung der Matrix und geometrisch unbestimmtes Hauptssystem S. 335. — Rahmenstellung mit waagerechtem Riegel und senkrechten Pfosten S. 337. — Zahlenbeispiel S. 341. — Allgemeiner Ansatz zur Untersuchung des Stockwerkrahmens S. 345.   |            |
| 41. Stabwerke mit geraden und gekrümmten Stabachsen . . . . .   | 347        |
| Unsymmetrische Bogenstellung S. 349. — Zahlenbeispiel S. 349.   |            |
| 42. Symmetrie des Tragwerks . . . . .   | 355        |
| Symmetrischer Stockwerkrahmen mit zwei Pfosten S. 356. — Symmetrischer Stockwerkrahmen mit vier Pfosten S. 357. — Symmetrischer Stockwerkrahmen mit drei Pfosten S. 359. — Zahlenbeispiel S. 359.   |            |
| 43. Die Berechnung der Anschlußkräfte aus den Drehwinkeln $\tau$ der Endtangente . . . . .  | 366        |
| Ansatz S. 367. — Zahlenbeispiel S. 368.   |            |
| 44. Kennbeziehungen bei unverschieblichem Knotennetz . . . . .  | 373        |
| Die Anschlußmomente am Knoten $J$ durch äußere Kräfte am Stab $\overline{JK}$ S. 374. — Die Verwendung der Ansätze S. 376. — Tabelle der Kreuzlinienabschnitte S. 377. — Zahlenbeispiel S. 378. — Tabellen für die angenäherten Kennbeziehungen in quadratischen Vierecksnetzen S. 379. — Die Komponenten $\varphi_c$ des Verschiebungszustandes S. 380. — Zahlenbeispiele S. 381.  |            |
| <b>V. Anwendung der Theorie auf die im Bauwesen vielverwendeten Stabwerke</b>   | <b>391</b> |
| 45. Das Tragwerk als Gegenstand der baustatischen Untersuchung . . . . .  | 391        |
| 46. Balkenträger mit statisch unbestimmter Stützung . . . . .   | 393        |
| Tabelle der Beiwerte $\mu_k, \lambda_k$ und $\bar{\mu}$ für verschiedene Funktionen $\zeta_k = J_k/J$ S. 394. — Träger über einem Feld S. 397. — Träger über zwei Feldern S. 401. — Träger über drei Feldern S. 404. — Tabelle der Schnittkräfte des durchlaufenden Trägers über 2 und 3 Feldern S. 401 und 404. —  |            |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | Tabelle der Funktionswerte $\omega_D - \alpha_{(k-1)k} \omega'_D$ S. 410. — Zahlenbeispiel S. 408.  |     |
| 47. | Der durchlaufende Balkenträger auf beliebig vielen frei drehbaren Zwischenstützen . . . . .   | 414 |
|     | Vorzahlen S. 415. — Belastungszahlen S. 415. — Auflösung des Ansatzes S. 416. — Kennbeziehungen und Teillösungen S. 417. — Einflußlinien der Stützmomente $X_k$ S. 418. — Zeichnerische Untersuchung S. 419. — Die Entwicklung der Einflußlinien der Stützmomente aus den Festpunkten S. 422. — Einflußlinien der Schnitt- und Stützkräfte S. 422. — Vereinfachung der Annahmen über die elastischen Eigenschaften S. 424. — Zahlenbeispiele S. 426.  |     |
| 48. | Der durchlaufende Träger mit elastisch drehbaren Stützen . . . . .  | 430 |
|     | Ansatz S. 430. — Die Vorzahlen S. 431. — Belastungszahlen S. 433. — Lösung S. 435. — Zeichnerische Untersuchung S. 436. — Vereinfachung der Annahmen über die elastischen Eigenschaften S. 437. — Zahlenbeispiel S. 438. — Untersuchung durchlaufender Träger mit Hilfe der Knotendrehwinkel S. 439. — Vorzahlen der Knotendrehwinkel S. 439. — Belastungszahlen des Ansatzes S. 440. — Zahlenbeispiel S. 441.  |     |
| 49. | Die Rahmenstellung mit beliebig vielen Feldern, geraden Riegelstäben und senkrechten Pfosten . . . . .  | 443 |
|     | Zahlenbeispiel S. 446.  |     |
| 50. | Die Erweiterung der Aufgabe . . . . .   | 450 |
|     | Die Verwendung des durchgehenden Trägers als Hauptsystem S. 452. — Zahlenbeispiel S. 454.   |     |
| 51. | Der Stockwerkrahmen . . . . .   | 455 |
|     | Der Stockwerkrahmen mit zwei Pfosten S. 455. — Zahlenbeispiel S. 455. — Der symmetrische Stockwerkrahmen mit zwei geneigten Pfosten S. 457. — Zahlenbeispiel S. 462. — Symmetrischer Stockwerkrahmen mit gelenkig angeschlossenen Zwischenriegeln S. 468. — Der symmetrische Stockwerkrahmen mit zwei senkrechten Pfosten S. 469. — Zahlenbeispiel S. 471. — Der symmetrische Stockwerkrahmen mit mehr als zwei Pfosten und frei drehbar angeschlossenen Zwischenstielen S. 480. — Stockwerkrahmen mit mehr als zwei Pfosten und biegungssteifer Verbindung von Pfosten und Riegel S. 480. — Zahlenbeispiel S. 483. |     |
| 52. | Der Rahmenträger . . . . .  | 484 |
|     | Rahmenträger mit beliebiger Gurtform und Belastung durch Einzelkräfte in den Stabknoten S. 485. — Vorzahlen S. 486. — Belastungszahlen S. 486. — Rahmenträger mit parallelen Gurten und Belastung zwischen den Stabknoten S. 487. — Vorzahlen S. 488. — Belastungszahlen S. 489. — Senkrechte Belastung der Gurtstäbe zwischen den Stabknoten S. 490. — Die Einflußlinien S. 491. — Näherungsberechnung eines Rahmenträgers S. 494. — Zahlenbeispiele S. 495.   |     |
| 53. | Die Berechnung von Silozellen . . . . .   | 501 |
|     | Zahlenbeispiel S. 502. — Die einreihige Anordnung der Zellen S. 505. — Zahlenbeispiel S. 505. — Tabelle der Eckmomente einfacher Bauformen von Silozellen bei gleichförmigem Innendruck S. 507.   |     |
| 54. | Die Bogenträger . . . . .   | 508 |
|     | Der einfache Bogenträger mit starren Widerlagern S. 509. — Die Bogenachse als Mittelkraftlinie einer vorgeschriebenen Belastung S. 510. — Tabelle der Werte $c = 2r \cos \alpha$ S. 511 und $\gamma_2/f$ S. 512.  |     |
| 55. | Der Zweigelenbogen . . . . .  | 512 |
|     | Tabellen zur Ermittlung der Schnittkräfte eines Zweigelenkbogenträgers mit analytisch bestimmter Mittellinie für verschiedene Funktionen $J_c/J \cos \alpha$ S. 515. — Zahlenbeispiele S. 519.  |     |
| 56. | Der beiderseits eingespannte Bogenträger . . . . .  | 522 |
|     | Ableitung der Schnittkräfte aus einem statisch bestimmten Hauptsystem S. 523. — Ableitung der Schnittkräfte aus einem statisch unbestimmten Hauptsystem S. 527. — Elastische Einspannung des symmetrischen Bogenträgers S. 528. — Bogenträger mit ungleich hohen Kämpfern S. 528. — Der Eingelenkbogen S. 528. — Besondere Bogenformen des beiderseits eingespannten Bogenträgers S. 529. — Tabellen zur Ermittlung der Schnittkräfte eines eingespannten Bogenträgers mit analy-   |     |

|  | Seite      |
|--|------------|
| tisch bestimmter Mittellinie für verschiedene Annahmen der Bogenform und Querschnittsänderung S. 529. — Zahlenbeispiele S. 535.  |            |
| 57. Die Beziehung zwischen Bogenform und Formänderung . . . . .  | 552        |
| Verlagerung der Bogenachse S. 553. — Die wirtschaftlich günstigste Bogenform S. 554. — Zahlenbeispiel S. 555.  |            |
| 58. Erweiterung der Aufgabe . . . . .  | 557        |
| 59. Der durchlaufende Bogenträger . . . . .  | 559        |
| Für drehbare Verbindung der Träger über beweglich gelagerten Zwischenstützen S. 559. — Starre Verbindung der Träger und bewegliche Lagerung der Zwischenstützen S. 559. — Frei drehbare, aber unverschiebliche Zwischenstützen S. 559. — Pfosten auf frei drehbaren Enden S. 560. — Zahlenbeispiel S. 561. — Elastisch drehbare Stützen mit frei drehbaren oder eingespannten Enden S. 562. — Zahlenbeispiel S. 563. — Angenäherte Untersuchung des durchlaufenden Bogenträgers S. 556. — Zahlenbeispiel S. 566. |            |
| 60. Der Rahmen . . . . .   | 567        |
| Allgemeine Bauform eines Stabzugs mit frei drehbaren Enden S. 571. — Zahlenbeispiele S. 572.   |            |
| 61. Rahmentabellen . . . . .   | 580        |
| Einfach statisch unbestimmte Rahmen S. 580. — Dreifach statisch unbestimmte Rahmen S. 595.   |            |
| 62. Die räumliche Belastung des ebenen Tragwerks . . . . .   | 615        |
| Lösung A S. 615. — Lösung B S. 616.  |            |
| 63. Der eingespannte Bogenträger mit Belastung winkelrecht zur Träger-ebene . . . . .  | 617        |
| Zahlenbeispiel S. 618. — Trapezrahmen mit räumlicher Belastung S. 620.   |            |
| 64. Der Kreisringträger . . . . .  | 621        |
| 65. Der Trägerrost . . . . .   | 624        |
| Die statische Untersuchung ohne Berücksichtigung der drehsteifen Verbindung der Träger S. 623. — Zahlenbeispiele S. 629. — Die statische Untersuchung mit Berücksichtigung der drehsteifen Verbindung der Träger S. 630. — Zahlenbeispiele S. 632. — Trägerrost mit freien Rändern S. 637. — Zahlenbeispiele S. 637.   |            |
| <b>VI. Die Flächentragwerke . . . . .</b>  | <b>642</b> |
| 66. Die Beziehungen zur Elastizitätstheorie . . . . .  | 642        |
| <b>A. Die Platten . . . . .</b>  | <b>644</b> |
| 67. Annahmen und Grundlagen für die Berechnung . . . . .   | 644        |
| Die statischen und geometrischen Bedingungen der Stützung S. 647.  |            |
| 68. Die Kreisplatte und die Kreisringplatte unter zentralsymmetrischer Belastung . . . . .   | 649        |
| Platten mit gleichbleibender Dicke S. 649. — Tabellen für die Formänderungen und Schnittkräfte symmetrisch belasteter Kreis- und Kreisringplatten S. 562. — Tabelle für die Funktionen $\Phi_0$ bis $\Phi_4$ S. 661. — Zahlenbeispiele S. 661. — Platten mit veränderlicher Dicke S. 663. — Zahlenbeispiel S. 665. — Kreisplatte mit gleichbleibender Dicke auf elastischer Bettung S. 667. — Zahlenbeispiel S. 668.   |            |
| 69. Die Kreisplatte und die Kreisringplatte unter antimetrischer Belastung .   | 670        |
| Zahlenbeispiel S. 672.   |            |
| 70. Die rechteckige Platte . . . . .   | 672        |
| Der Plattenstreifen unter einer Belastung $p(x)$ S. 673. — Die rechteckige Platte mit frei drehbarer Auflagerung der Kanten S. 673. — Zahlenbeispiel S. 677. — Die eingespannte Platte bei gleichmäßiger Belastung S. 679.   |            |
| 71. Die Lösung von Plattenaufgaben mit Differenzenrechnung . . . . .   | 680        |
| Differenzgleichung eines Gitters S. 680. — Schnittkräfte S. 681. — Die Bedingungen am Rande des Gitters und an den singulären Stellen der Belastungsfunktion S. 682. — Zahlenbeispiele S. 686.   |            |

|   |            |
|---|------------|
| 72. Die Abschätzung des Spannungszustandes in rechteckigen Platten nach H. Marcus . . . . .   | 694        |
| Drillungsmomente S. 697. — Tabelle für die Abschätzung der größten Biegemomente in rechteckigen Platten mit gleichmäßig verteilter Last S. 698. — Die Auflagerkräfte der Platte S. 699. — Zahlenbeispiele S. 700.   |            |
| 73. Die Pilzdecke . . . . .   | 701        |
| Zahlenbeispiele S. 702.   |            |
| <b>B. Die Scheiben . . . . .</b>  | <b>712</b> |
| 74. Die Scheiben . . . . .  | 712        |
| Der statisch unbestimmte Spannungszustand S. 712. — Spannungszustand in einer Halbscheibe S. 715. — Keilförmig begrenzte Scheiben mit einer Einzellast an der Spitze S. 717. — Halbscheibe mit periodischer Belastung des Randes S. 718. — Zahlenbeispiel S. 720.   |            |
| 75. Der Streifen mit periodischer Belastung der Ränder . . . . .  | 723        |
| Die Belastung S. 723. — Der Ansatz S. 724. — Gleichförmig verteilte Belastung am oberen Rande S. 727. — Zahlenbeispiel S. 728. — Feldweise wechselnde Belastung $\pm p$ am oberen Rande S. 730. — Symmetrische Gruppen von Streckenlasten $P = 2 cp$ S. 731.  |            |
| 76. Die Berechnung der Spannungsfunktion mit Differenzen . . . . .  | 733        |
| 77. Angenäherte Untersuchung des Spannungszustandes in Rahmenecken . . . . .  | 737        |
| Übertragung zweier Biegemomente S. 738. — Ausgleich einer Querkraft S. 739.   |            |
| 78. Der Spannungszustand in Rahmenknoten . . . . .  | 741        |
| <b>C. Die Schalen . . . . .</b>   | <b>743</b> |
| 80. Membrantheorie für Rotationsschalen mit stetiger Belastung . . . . .  | 744        |
| Rotationssymmetrische Belastung S. 745. — Periodische Belastung in $\beta$ S. 746. — Der Verschiebungszustand S. 747. — Die Randbedingungen S. 748. — Die Belastung der Rotationsschalen S. 748.  |            |
| a) Die Kugelschale S. 750. Die offene Kugelschale mit rotationssymmetrischer Belastung S. 751. — Die geschlossene Kugelschale mit rotationssymmetrischer Belastung S. 752. — Die Kugelschale mit einer vom Meridianwinkel $\beta$ periodisch abhängigen Belastung S. 754. — b) Die Kegelschale S. 756. — c) Die Zylinderschale S. 759. — Zahlenbeispiel S. 760. — d) Der Schalenrand S. 761. — e) Rotationssymmetrische Schalen mit beliebiger Meridiankurve S. 762. — Zahlenbeispiel S. 764. — f) Schalen mit Massenausgleich S. 765.                  |            |
| 81. Biegesteife rotationssymmetrische Schalen . . . . .   | 766        |
| a) Die Kugelschale mit gleichbleibender Wandstärke S. 767. — Rechenvorschrift S. 770. — Zahlenbeispiele S. 771. — Verbindung einer Kugelschale mit verwandten Tragwerken S. 772. — b) Die biegesteife Kegelschale mit gleichbleibender Wandstärke S. 774. — c) Die Zylinderschale S. 778. — Grundlagen der Lösung S. 778. — Lösung für unveränderliche Wandstärke $h$ S. 779. — Zylinderschale mit $h = \text{const}$ als Behälter S. 782. — Zahlenbeispiele S. 783. — Die Zylinderschale mit veränderlicher Wanddicke S. 789. — Zahlenbeispiel S. 790. |            |
| 82. Membrantheorie von Rohr und Tonne . . . . .   | 791        |
| Zahlenbeispiel S. 793. — Die Tonnenschalen mit Querstützung S. 794. — Zahlenbeispiel S. 796.  |            |
| 83. Vieleckkuppeln . . . . .  | 797        |
| Zahlenbeispiel S. 799.  |            |
| <b>Verzeichnis der Zahlenbeispiele und Rechenvorschriften . . . . .</b>   | <b>800</b> |
| <b>Sachverzeichnis . . . . .</b>  | <b>801</b> |

## Zahlenangaben und Tabellen

| Tabelle   | Seite  |
|-----------|--|
| 1 und 2   | Hilfswerte zur Erddruckberechnung . . . . . 9 u. 12  |
| 3 und 4   | Hilfswerte zur Berechnung der Druckverteilung in Silozellen . . . . . 14   |
| 5         | Angaben über die Bodenkosten für Plattengründungen . . . . . 18  |
| —         | Die physikalischen Konstanten der Schwind- und Temperaturwirkung . . . . . 35  |
| 6         | Stütz- und Schnittkräfte des Balkens auf zwei Stützen . . . . . 58   |
| 7         | Stütz- und Schnittkräfte des Freitragers . . . . . 63  |
| 8         | Stütz- und Schnittkräfte des Auslegeträgers . . . . . 68   |
| 9 und 10  | Stütz- und Schnittkräfte des symmetrischen Dreigelenkbogens . . . . . 83   |
| —         | Angaben über den Elastizitätsmodul der Baustoffe . . . . . 93  |
| 11        | Angaben über die Endverdrehung eines Stützenstabes mit linear veränderlichem Querschnitt . . . . . 100   |
| 12 bis 16 | Integration von $\int M \bar{M} (J_c/J) ds$ bei geraden und gekrümmten Stäben mit verschiedenen Annahmen über die Funktion $\zeta = J_h/J$ . . . . . 102                             |
| 17 bis 21 | Angaben über die Biegelinie und über die Verdrehung der Endquerschnitte von Balkenträger, Freitragers und Auslegeträgers mit konstantem und veränderlichem Querschnitt . . . . . 112 |
| 22 und 23 | Zahlentafeln zu den Funktionen $\xi^r$ und $\omega$ . . . . . 116 u. 121   |
| 24        | Verhältniszahlen zur Umrechnung der Biegemomente eines Stabwerks bei verschiedenen Annahmen über die Belastung des einzelnen Stabes . . . . . 190                                    |
| 25        | Endmomente des beiderseits eingespannten Stabes mit $J = \text{const}$ . . . . . 323   |
| 26        | Endmomente des einseitig eingespannten Stabes mit $J = \text{const}$ . . . . . 324   |
| 27        | Kreuzlinienabschnitte . . . . . 377  |
| 28        | Angenäherte Kennbeziehungen in quadratischen Vierecksnetzen . . . . . 379  |
| 29        | Beiwerte $\mu_k, \lambda_k$ und $\bar{\mu}$ für verschiedene Funktionen $\zeta_k = J_k/J$ ; reduzierte Biegelinien $\bar{\omega}_D, \bar{\omega}'_D$ . . . . . 394                   |
| 30        | Links eingespannter, rechts freigelagerter Träger, $J = \text{const}$ . . . . . 398  |
| 31        | Beiderseits eingespannter Träger, $J = \text{const}$ . . . . . 399   |
| 32        | Durchlaufender Träger über zwei Feldern . . . . . 401  |
| 33        | Durchlaufender Träger über drei Feldern . . . . . 404  |
| 34        | Zahlenwerte $\omega'_D - \kappa_k(k-1) \omega_D$ . . . . . 410   |
| 35        | Belastungszahlen für den durchlaufenden Balkenträger auf frei drehbaren Stützen . . . . . 416  |
| 36 und 37 | Belastungszahlen für den durchlaufenden Balkenträger auf elastisch drehbaren Stützen . . . . . 433, 434  |
| 39 und 40 | Zahlenwerte $c = \text{ArCof } \kappa$ für Bogenträger mit einer Kettenlinie als Mittellinie . . . . . 511, 512  |
| 41        | Zweigelenkbogenträger mit analytisch bestimmter Mittellinie . . . . . 514  |
| 42        | Beiderseits eingespannter Bogenträger mit analytisch bestimmter Mittellinie . . . . . 529  |
| 43 bis 53 | Einfach statisch unbestimmte Rahmen . . . . . 580  |
| 54 bis 62 | Dreifach statisch unbestimmte Rahmen . . . . . 595   |
| 63        | Formänderungen und Schnittkräfte symmetrisch belasteter Kreis- und Kreisringplatten . . . . . 652  |
| 64        | Funktionen $\Phi_0$ bis $\Phi_4$ . . . . . 661   |
| 65        | Abschätzung der größten Biegemomente in rechteckigen Platten mit gleichmäßig verteilter Last nach H. Marcus . . . . . 698  |
| 66        | Fourierkoeffizienten für einfache Belastungen von Scheiben . . . . . 719   |