

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Statik.....</b>   | <b>11</b> |
| 1.1      | Grundlagen .....   | 11        |
| 1.1.1    | Starrer Körper .....   | 11        |
| 1.1.2    | Kraft.....   | 12        |
| 1.1.3    | Wechselwirkungsprinzip.....  | 14        |
| 1.1.4    | Schnittprinzip.....  | 14        |
| 1.1.5    | Reaktionskräfte und eingeprägte Kräfte .....                                   | 15        |
| 1.1.6    | Gleichgewicht.....   | 15        |
| 1.1.7    | Äquivalenz von Kräften .....   | 16        |
| 1.2      | Zentrales ebenes Kraftsystem.....  | 16        |
| 1.2.1    | Resultierende.....   | 16        |
| 1.2.2    | Gleichgewicht von Kräften .....  | 21        |
| 1.2.3    | Lagerungsbedingungen .....   | 21        |
| 1.3      | Allgemeines ebenes Kraftsystem.....  | 24        |
| 1.3.1    | Ermittlung der Resultierenden zweier paralleler Kräfte.....                    | 24        |
| 1.3.2    | Moment.....  | 26        |
| 1.3.3    | Versetzungsmoment.....   | 27        |
| 1.3.4    | Rechnerische Ermittlung der Resultierenden (Lösungskonzept).....               | 28        |
| 1.3.5    | Gleichgewicht von Kräften und Momenten .....                                   | 29        |
| 1.3.6    | Bindungen, Freiheitsgrad und statische Bestimmtheit einer starren Scheibe..... | 31        |
| 1.4      | Ebene Tragwerke .....  | 33        |
| 1.4.1    | Grundbegriffe.....   | 33        |
| 1.4.2    | Lagerung starrer Scheiben .....  | 34        |
| 1.4.3    | Streckenlasten .....   | 37        |
| 1.4.3.1  | Definition von Streckenlasten .....  | 37        |
| 1.4.3.2  | Ermittlung der Resultierenden einer Streckenlast.....                          | 38        |
| 1.4.4    | Beispiele.....   | 40        |
| 1.5      | Scheibenverbindungen.....  | 42        |
| 1.5.1    | Ermittlung der statischen Bestimmtheit .....                                   | 42        |
| 1.5.2    | Dreigelenkträger .....   | 44        |
| 1.5.3    | Gerberträger .....   | 48        |
| 1.5.4    | Ebene Fachwerke .....  | 50        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 1.5.4.1  | Überprüfung der statischen Bestimmtheit von Fachwerken ..... | 51         |
| 1.5.4.2  | Arten von Fachwerken.....                                    | 52         |
| 1.5.4.3  | Berechnungsmethoden für Fachwerke .....                      | 53         |
| 1.6      | Schnittgrößen in ebenen Trägern und Trägersystemen .....     | 58         |
| 1.6.1    | Definition der Schnittgrößen .....                           | 58         |
| 1.6.2    | Berechnung und grafische Darstellung der Schnittgrößen.....  | 61         |
| 1.6.3    | Differentielle Beziehungen .....                             | 65         |
| 1.6.4    | Anwendungen.....   | 67         |
| 1.7      | Zentrales räumliches Kraftsystem.....                        | 76         |
| 1.7.1    | Ermittlung der Resultierenden.....                           | 76         |
| 1.7.2    | Gleichgewicht einer zentralen räumlichen Kräftegruppe .....  | 77         |
| 1.8      | Allgemeines räumliches Kraftsystem.....                      | 79         |
| 1.8.1    | Zusammensetzung von Kräften und Momenten .....               | 81         |
| 1.8.2    | Gleichgewichtsbedingungen für Kräfte und Momente.....        | 82         |
| 1.8.3    | Räumlich gestützter Körper .....                             | 83         |
| 1.8.4    | Schnittgrößen am räumlich belasteten Balken .....            | 86         |
| 1.9      | Haftung und Gleitreibung.....                                | 89         |
| 1.9.1    | Haftung (Zustand der Ruhe).....                              | 89         |
| 1.9.2    | Gleitreibung (Zustand der Bewegung) .....                    | 94         |
| 1.9.3    | Seilhaftung und Seilreibung .....                            | 95         |
| 1.9.3.1  | Seilhaftung.....   | 96         |
| 1.9.3.2  | Seilreibung.....   | 98         |
| 1.10     | Schwerpunkt .....  | 99         |
| 1.10.1   | Massenschwerpunkt .....                                      | 99         |
| 1.10.2   | Volumenschwerpunkt .....                                     | 100        |
| 1.10.3   | Flächenschwerpunkt ebener Flächen.....                       | 100        |
| 1.10.4   | Linienschwerpunkt ebener Linien .....                        | 102        |
| 1.10.5   | Schwerpunkt zusammengesetzter Gebilde .....                  | 102        |
| 1.10.6   | Anmerkungen zur Berechnung von Schwerpunkten.....            | 103        |
| 1.11     | Flächenmomente 2. Grades.....                                | 103        |
| 1.11.1   | Definition der Flächenmomente 2. Grades.....                 | 103        |
| 1.11.2   | Satz von STEINER.....  | 105        |
| 1.11.3   | Flächenmomente 2. Grades einfacher Querschnittsflächen ..... | 107        |
| 1.11.4   | Hauptflächenmomente.....                                     | 108        |
| 1.11.5   | Flächenmomente 2. Grades zusammengesetzter Flächen.....      | 112        |
| <b>2</b> | <b>Festigkeitslehre.....</b>                                 | <b>115</b> |
| 2.1      | Grundlagen der Festigkeitslehre .....                        | 115        |
| 2.1.1    | Einleitung .....   | 115        |
| 2.1.2    | Spannungszustand.....  | 121        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.1.3    | Deformationszustand .....  | 123        |
| 2.1.4    | Elastizitätsgesetze (Materialgesetze) .....                                  | 125        |
| 2.1.4.1  | Elastizitätsgesetz für die Dehnung.....                                      | 126        |
| 2.1.4.2  | Elastizitätsgesetz für die Gleitung.....                                     | 129        |
| 2.1.4.3  | Verallgemeinertes HOOKEsches Gesetz.....                                     | 130        |
| 2.2      | Zug und Druck.....   | 131        |
| 2.2.1    | Spannungen und Verformungen von Stabsystemen.....                            | 131        |
| 2.2.1.1  | Berechnung der Spannungen .....  | 131        |
| 2.2.1.2  | Berechnung der Verformungen .....  | 133        |
| 2.2.2    | Flächenpressung .....  | 141        |
| 2.3      | Biegung.....   | 145        |
| 2.3.1    | Voraussetzungen und Annahmen .....   | 145        |
| 2.3.2    | Spannungen bei gerader Biegung.....  | 146        |
| 2.3.3    | Verformungen bei gerader Biegung.....  | 151        |
| 2.3.4    | Schiefe Biegung .....  | 164        |
| 2.4      | Querkraftschub .....   | 167        |
| 2.4.1    | Schubspannungen infolge Querkraftbelastung.....                              | 168        |
| 2.4.2    | Abschätzung der Verformungen infolge Querkraftschub .....                    | 171        |
| 2.5      | Torsion.....   | 175        |
| 2.5.1    | Torsion von Stäben mit Kreis- und Kreisringquerschnitten .....               | 175        |
| 2.5.1.1  | Annahmen und Voraussetzungen .....   | 175        |
| 2.5.1.2  | Berechnung der Torsionsspannung.....   | 176        |
| 2.5.1.3  | Berechnung der Verformung (Verdrehwinkel $\varphi$ ) .....                   | 178        |
| 2.5.2    | Hinweise zur Torsion allgemeiner Querschnitte.....                           | 183        |
| 2.6      | Scherbeanspruchung .....   | 186        |
| 2.7      | Zusammengesetzte Beanspruchung .....   | 189        |
| 2.7.1    | Überlagerung gleichartiger Spannungen .....                                  | 190        |
| 2.7.2    | Mehrachsiges Spannungszustände .....   | 191        |
| 2.7.3    | Spannungshypothesen.....   | 197        |
| 2.8      | Stabilität .....   | 203        |
| 2.8.1    | Einführung .....   | 203        |
| 2.8.2    | Ein einfaches Stabilitätsproblem .....                                       | 205        |
| 2.8.3    | EULER-Fälle.....   | 207        |
| <b>3</b> | <b>Dynamik .....</b>   | <b>213</b> |
| 3.1      | Kinematik des Punktes.....   | 214        |
| 3.1.1    | Definitionen .....   | 214        |
| 3.1.2    | Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in kartesischen<br>Koordinaten ..... | 215        |
| 3.1.3    | Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in Bahnkoordinaten ...               | 216        |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 3.1.4  | Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in Polarkoordinaten...        | 218        |
| 3.1.5  | Bewegung auf einer Kreisbahn .....                                    | 220        |
| 3.1.6  | Grundaufgaben der Kinematik .....                                     | 221        |
| 3.2  | Kinematik der ebenen Bewegung des starren Körpers .....               | 226        |
| 3.2.1  | Grundlagen .....  | 226        |
| 3.2.2  | Momentanpol .....   | 227        |
| 3.2.3  | Kinematik von Systemen aus Punktmassen und starren Körpern ...        | 232        |
| 3.3  | Kinetik der ebenen Bewegung von Punktmassen und starren Körpern ..... | 236        |
| 3.3.1  | D'ALEMBERTSches Prinzip für Punktmassen.....                          | 236        |
| 3.3.2  | Ebene Bewegungen von starren Körpern .....                            | 242        |
| 3.3.3  | Aufstellung von Bewegungsgleichungen .....                            | 250        |
| 3.4  | Energiebetrachtungen .....  | 256        |
| 3.4.1  | Arbeit, Energie, Leistung .....                                       | 256        |
| 3.4.1.1  | Arbeit.....   | 256        |
| 3.4.1.2  | Potentielle Energie .....   | 258        |
| 3.4.1.3  | Energieerhaltungssatz.....  | 260        |
| 3.4.1.4  | Leistung .....  | 266        |
| 3.4.1.5  | Kinetische Energie für die ebene Bewegung eines starren Körpers ..    | 268        |
| 3.4.2  | Verallgemeinerung des Energiesatzes .....                             | 271        |
| 3.4.3  | LAGRANGESche Bewegungsgleichungen 2. Art .....                        | 274        |
| 3.5  | Schwingungen.....   | 281        |
| 3.5.1  | Einführung .....  | 281        |
| 3.5.2  | Freie ungedämpfte Schwingungen mit einem Freiheitsgrad .....          | 285        |
| 3.5.3  | Freie gedämpfte Schwingungen mit einem Freiheitsgrad .....            | 294        |
| 3.5.4  | Erzwungene Schwingungen mit einem Freiheitsgrad .....                 | 301        |
| 3.5.5  | Systeme mit mehreren ( $n$ ) Freiheitsgraden .....                    | 305        |
| 3.5.5.1  | Einführung .....  | 305        |
| 3.5.5.2  | Aufstellen der Bewegungsgleichungen .....                             | 305        |
| <b>Hinweise zur DVD zum Buch.....</b>                    |   | <b>313</b> |
| <b>Verzeichnis der Videos auf der DVD zum Buch .....</b> |   | <b>315</b> |
| <b>Literatur .....</b>                                   |   | <b>316</b> |
| <b>Sachwortverzeichnis.....</b>                          |   | <b>317</b> |