

# Inhalt Band 1

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b>                                               | <b>1</b>  |
| 1.1      | Wie wird das Wissen gewonnen? .....                             | 2         |
| 1.1.1    | Gültigkeitsbereiche physikalischer Gesetze.....                 | 4         |
| 1.1.2    | Prinzipien der klassischen Physik .....                         | 5         |
| 1.2      | Physikalische Größen .....                                      | 6         |
| 1.2.1    | Basisgrößen und Maßsysteme.....                                 | 8         |
| 1.2.2    | Rechnen mit physikalischen Größen.....                          | 9         |
| <b>2</b> | <b>Mechanik</b>                                                 | <b>13</b> |
| 2.1      | Bewegung .....                                                  | 13        |
| 2.1.1    | Rotation.....                                                   | 14        |
| 2.1.2    | Translation .....                                               | 15        |
| 2.2      | Kinematik .....                                                 | 15        |
| 2.2.1    | Eindimensionale Bewegungen.....                                 | 16        |
| 2.2.2    | Spezielle eindimensionale Bewegungen.....                       | 19        |
| 2.2.3    | Allgemeiner Zusammenhang zwischen den kinematischen Größen..... | 21        |
| 2.2.4    | Bewegungszustände und ihre Änderung.....                        | 22        |
| 2.2.5    | Bewegungen in zwei und drei Dimensionen.....                    | 22        |
| 2.3      | Dynamik von Massenpunkten.....                                  | 34        |
| 2.3.1    | Erstes Newtonsches Axiom .....                                  | 34        |
| 2.3.2    | Mengenartige physikalische Größen.....                          | 35        |
| 2.3.3    | Zweites Newtonsches Axiom .....                                 | 36        |
| 2.3.4    | Drittes Newtonsches Axiom .....                                 | 37        |
| 2.3.5    | Kräfte in der Natur .....                                       | 40        |
| 2.3.6    | Anwendungen der Newtonschen Axiome.....                         | 47        |
| 2.3.7    | Koordinatentransformationen .....                               | 56        |
| 2.3.8    | Numerisches Lösen von Bewegungsgleichungen .....                | 62        |
| 2.3.9    | Arbeit und Energie.....                                         | 67        |
| 2.4      | Systeme von Massenpunkten .....                                 | 86        |
| 2.4.1    | System und Systemgrenze .....                                   | 86        |
| 2.4.2    | Schwerpunkt .....                                               | 87        |
| 2.4.3    | Einfluss von äußeren Kräften.....                               | 91        |
| 2.4.4    | Schwerpunktsystem .....                                         | 93        |
| 2.4.5    | Kinetische Energie eines Systems von Massenpunkten.....         | 93        |

|          |                                                                    |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5      | Stoßprozesse .....                                                 | 94         |
| 2.5.1    | Unelastische Stöße.....                                            | 95         |
| 2.5.2    | Antrieb durch Massenströme: Raketen.....                           | 98         |
| 2.5.3    | Elastische Stöße.....                                              | 102        |
| 2.5.4    | Kräfte bei Stößen .....                                            | 107        |
| 2.6      | Dynamik des starren Körpers, Drehbewegungen .....                  | 109        |
| 2.6.1    | Freiheitsgrade bei der Rotation.....                               | 110        |
| 2.6.2    | Rotationsenergie und Trägheitsmoment .....                         | 110        |
| 2.6.3    | Vektorielle Beschreibung der Drehbewegung .....                    | 119        |
| 2.6.4    | Drehmoment .....                                                   | 123        |
| 2.6.5    | Drehimpuls .....                                                   | 135        |
| 2.6.6    | Arbeit und Leistung bei Drehbewegungen .....                       | 152        |
| 2.6.7    | Vermischte Probleme der Dynamik.....                               | 153        |
| 2.7      | Mechanik deformierbarer Körper .....                               | 162        |
| 2.7.1    | Deformation fester Körper.....                                     | 164        |
| 2.7.2    | Flüssigkeiten.....                                                 | 167        |
| 2.7.3    | Strömungen.....                                                    | 176        |
| <b>3</b> | <b>Thermodynamik</b> .....                                         | <b>191</b> |
| 3.1      | Temperatur .....                                                   | 191        |
| 3.1.1    | Temperaturskalen .....                                             | 192        |
| 3.1.2    | Temperaturmessung.....                                             | 194        |
| 3.2      | Thermodynamische Systeme.....                                      | 196        |
| 3.2.1    | Zustandsgrößen in der Thermodynamik .....                          | 197        |
| 3.3      | Thermische Ausdehnung .....                                        | 198        |
| 3.3.1    | Festkörper: Längenausdehnung .....                                 | 198        |
| 3.3.2    | Flüssigkeiten.....                                                 | 201        |
| 3.3.3    | Gase .....                                                         | 204        |
| 3.4      | Die Zustandsgleichung idealer Gase.....                            | 205        |
| 3.5      | Mikroskopische Beschreibung der Wärme – kinetische Gastheorie..... | 211        |
| 3.5.1    | Kinetische Energie und Temperatur eines idealen Gases .....        | 212        |
| 3.5.2    | Geschwindigkeitsverteilung der Moleküle .....                      | 215        |
| 3.5.3    | Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung .....                       | 217        |
| 3.6      | Erster Hauptsatz der Thermodynamik .....                           | 221        |
| 3.6.1    | Formulierungen des 1. Hauptsatzes.....                             | 222        |
| 3.6.2    | Wärme und Wärmekapazität .....                                     | 226        |
| 3.6.3    | Spezielle Zustandsänderungen idealer Gase.....                     | 236        |
| 3.7      | Thermodynamische Maschinen .....                                   | 243        |
| 3.7.1    | Kreisprozesse.....                                                 | 243        |
| 3.7.2    | Carnotscher Kreisprozess .....                                     | 247        |
| 3.7.3    | Vergleichsprozesse für reale thermodynamische Maschinen .....      | 252        |

|              |                                                  |            |
|--------------|--------------------------------------------------|------------|
| 3.7.4        | Kreisprozesse für Turbinen.....                  | 261        |
| 3.7.5        | 1. Hauptsatz für offene Systeme .....            | 264        |
| 3.8          | 2. Hauptsatz der Thermodynamik .....             | 267        |
| 3.8.1        | Irreversible Prozesse .....                      | 267        |
| 3.8.2        | Wirkungsgrade thermodynamischer Maschinen.....   | 269        |
| 3.8.3        | Entropie.....                                    | 275        |
| 3.8.4        | Thermodynamische Potentiale.....                 | 296        |
| 3.9          | Reale Gase und Phasenänderungen.....             | 298        |
| 3.9.1        | Reale Gase .....                                 | 298        |
| 3.9.2        | Phasenübergänge reiner Stoffe .....              | 304        |
| 3.9.3        | Phasenübergänge von Stoffgemischen.....          | 314        |
| 3.9.4        | Feuchte Luft.....                                | 317        |
| 3.10         | Wärmetransport .....                             | 320        |
| 3.10.1       | Wärmeleitung.....                                | 321        |
| 3.10.2       | Konvektion .....                                 | 335        |
| 3.10.3       | Wärmestrahlung.....                              | 343        |
| <b>4</b>     | <b>Schwingungen und Wellen</b> .....             | <b>355</b> |
| 4.1          | Klassifikation von Schwingungen und Wellen ..... | 355        |
| 4.2          | Eindimensionale Schwingungen .....               | 356        |
| 4.2.1        | Freie harmonische Schwingungen .....             | 356        |
| 4.2.2        | Gedämpfte freie harmonische Schwingungen .....   | 372        |
| 4.2.3        | Erzwungene Schwingungen.....                     | 382        |
| 4.2.4        | Parametrisch angeregte Schwingungen .....        | 393        |
| 4.2.5        | Selbsterregte Schwingungen .....                 | 395        |
| 4.2.6        | Überlagerung von Schwingungen.....               | 396        |
| 4.2.7        | Gekoppelte Schwingungen .....                    | 410        |
| 4.3          | Wellen.....                                      | 414        |
| 4.3.1        | Ausbreitung eindimensionaler Wellen.....         | 416        |
| 4.3.2        | Reflexion von eindimensionalen Wellen .....      | 424        |
| 4.3.3        | Überlagerung von eindimensionalen Wellen .....   | 429        |
| 4.3.4        | Wellenfelder .....                               | 441        |
| 4.3.5        | Doppler-Effekt.....                              | 454        |
| <b>Index</b> |                                                  | <b>461</b> |