

| | |
|--|-----------|
| Über die Autoren | 9 |
| Einführung | 21 |
| Über dieses Buch | 21 |
| Konventionen in diesem Buch | 21 |
| Was Sie nicht lesen müssen | 22 |
| Törichte Annahmen über die Leser | 22 |
| Wie dieses Buch aufgebaut ist | 22 |
| Teil I: Grundlagen | 22 |
| Teil II: Statik | 22 |
| Teil III: Endlich etwas Bewegung: Die Dynamik | 23 |
| Teil IV: Unter Druck gesetzt: Festigkeitslehre | 23 |
| Teil V: Der Top-Ten-Teil | 23 |
| Symbole, die in diesem Buch verwendet werden | 23 |
| Wie es weitergeht | 24 |
| | |
| TEIL I | |
| GRUNDLAGEN | 25 |
| | |
| Kapitel 1 | |
| Technische Mechanik: Die Grundlagen | 27 |
| Technische Mechanik: Eine eigenständige Wissenschaft | 27 |
| Eine Wissenschaft, viele Themen | 28 |
| Eine Wissenschaft, viele Anwendungen | 30 |
| Teil I: Mathematische und physikalische Grundlagen | 30 |
| Alles über Winkel und Richtungen | 30 |
| Alles über Bewegungen | 31 |
| Teil II: Fest und unverrückbar: Die Statik | 31 |
| Mit frischen Kräften | 32 |
| Immer in Ruhe bleiben: Schwerpunkt und Gleichgewicht | 32 |
| Statik angewandt: Lager, Balken und Fachwerke | 32 |
| Sich aneinander reiben | 33 |
| Teil III: Endlich etwas Bewegung: Dynamik | 33 |
| Klein, aber beweglich: Die Dynamik von Massepunkten | 33 |
| Einerseits starr, andererseits beweglich: Die Dynamik starrer Körper | 34 |
| Alles schwingt und rotiert: Die Maschinendynamik | 34 |
| Teil IV: Unter Druck gesetzt: Festigkeitslehre | 34 |
| Ziehen, drücken oder biegen: Die Grundbegriffe | 35 |
| Wieder in Form kommen: Elastische Verformung | 35 |
| Die Form ändern: Plastische Verformung | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Marmor, Stein und Eisen bricht: Bruchmechanik und andere Versagensmechanismen | 36 |
| Teil V: Top-Ten-Teil | 37 |
| Kapitel 2 | |
| Ganz ohne Mathematik geht es nicht | 39 |
| Auf die Richtung kommt es an: Vektorrechnung | 40 |
| Wozu braucht man Vektoren? | 40 |
| Was ist eigentlich ein Vektor? | 41 |
| Pfeile oder Zahlen: Die Darstellung von Vektoren | 41 |
| Addition und Subtraktion von Vektoren | 43 |
| Drei Mal Multiplizieren | 44 |
| Auf den Winkel kommt es an: Trigonometrie | 50 |
| Mein Hut, der hat drei Ecken | 50 |
| Sie sind oft nützlich: Sinus- und Kosinussatz | 51 |
| Rechte Winkel | 52 |
| Aufgaben | 55 |
| Kapitel 3 | |
| Alles ist in Bewegung: Die Kinematik | 57 |
| Bewegung pur: Kinematik | 58 |
| Geradeaus: Gradlinige Translationsbewegungen | 59 |
| Eine konstante Beschleunigung nach unten: Der freie Fall | 61 |
| Eins nach dem anderen: Überlagerung von Geschwindigkeiten | 63 |
| Immer dasselbe: Energie- und Impulserhaltungssatz | 68 |
| Beispiel: Stöße | 69 |
| Kreisverkehr: Kreisbewegungen | 71 |
| Karussell fahren: Die Winkelgeschwindigkeit | 72 |
| Nicht aus der Bahn geraten: Die Zentripetalbeschleunigung | 74 |
| Immer schneller werden: Die Winkelbeschleunigung | 75 |
| Aufgaben | 76 |
| TEIL II | |
| FEST UND UNVERRÜCKBAR: DIE STATIK | 79 |
| Kapitel 4 | |
| Mit frischen Kräften | 81 |
| Ein starkes Team: Kraft und Drehmoment | 81 |
| Auf die Kraft kommt es an | 82 |
| Die Kraft auf den Punkt bringen: Das Drehmoment | 84 |
| Mit Kraft arbeiten | 87 |
| Die Linie entlang | 88 |
| Addition von Kräften | 88 |
| In die Bestandteile zerlegen | 90 |
| Von allen Seiten: Kräftesysteme | 92 |
| Übersicht über Kräftesysteme | 92 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Zentrale ebene Kräftesysteme | 93 |
| Allgemeine ebene Kräftesysteme | 95 |
| Räumliche Kräftesysteme | 99 |
| Kräfte freimachen..... | 101 |
| Aufgaben | 106 |

Kapitel 5

Immer in Ruhe bleiben: Schwerpunkt und Gleichgewicht 109

| | |
|--|-----|
| Der Momentensatz..... | 110 |
| Man muss Schwerpunkte setzen | 110 |
| Eine ganze Reihe von Schwerpunkten: Begriffsbestimmungen | 111 |
| Den Schwerpunkt bestimmen | 112 |
| Den Schwerpunkt berechnen | 113 |
| Flächenschwerpunkt | 115 |
| Auch Linien besitzen einen Schwerpunkt..... | 122 |
| Die Freiheit, sich zu bewegen: Freiheitsgrade | 124 |
| Gleichgewicht und Standsicherheit | 126 |
| Gleichgewicht | 126 |
| Arten des Gleichgewichts | 131 |
| Fest auf den Füßen stehen: Standsicherheit | 132 |
| Aufgaben | 136 |

Kapitel 6

Statik angewandt: Lager, Balken und Fachwerke 139

| | |
|---|-----|
| Die Verbindung mit der Außenwelt: Lager und Gelenke | 139 |
| Lagerkräfte..... | 140 |
| Auf die Wertigkeit kommt es an: Lagerarten | 142 |
| Gelenke..... | 146 |
| Balken | 147 |
| Äußere und innere Kräfte | 147 |
| Frei oder bestimmt: Die statische Bestimmtheit von Balken | 148 |
| Altehrwürdig und doch modern: Fachwerke | 151 |
| Nichts als Stäbe und Knoten: Wichtige Begriffe | 151 |
| Bestimmt oder unbestimmt? | 153 |
| Ermittlung der Stabkräfte | 156 |
| Aufgaben | 167 |

Kapitel 7

Sich aneinander reiben..... 169

| | |
|---|-----|
| Und sie bewegt sich doch | 170 |
| Haften, Gleiten, Rollen: Arten der Reibung..... | 170 |
| Es kommt nur auf die Reibungskoeffizienten an | 171 |
| Räder müssen rollen: Die Rollreibung | 179 |
| Reibung: Hinderlich und nützlich zugleich | 181 |
| Reibung ist überall: Das Fahrrad | 182 |
| Reibung in Lagern..... | 183 |

| | |
|--|-----|
| In die Höhe steigen: Die Leiter | 185 |
| Seilreibung | 187 |
| Voll in die Eisen steigen: Bremsen | 190 |
| Aufgaben | 192 |

TEIL III
ENDLICH ETWAS BEWEGUNG: DIE DYNAMIK 193

Kapitel 8
Klein, aber dynamisch: Die Dynamik der Massepunkte 195

| | |
|---|-----|
| Noch einmal: Kräfte | 196 |
| Newton | 196 |
| Träge und schwer: Die Masse | 200 |
| Rund ums Zentrum: Kreisbewegungen | 203 |
| Auch Kräfte können träge sein: Das Prinzip von d'Alembert | 204 |
| Im Schweißdeines Angesichts: Die Arbeit | 207 |
| Arbeit gleich Kraft mal Weg | 207 |
| Viele Kräfte, viel Arbeit | 208 |
| Nobody is perfect: Der Wirkungsgrad | 211 |
| Energie ist überall und geht nicht verloren | 212 |
| Es gibt mehr als eine Art der Energie | 213 |
| Stets konstant, aber nicht das Gleiche | 214 |
| Was für eine Leistung! | 215 |
| Leistung gleich Arbeit pro Zeit | 216 |
| Was lange wirkt, wirkt endlich gut | 219 |
| Vergleich Translation – Kreisbewegung | 219 |
| Aufgaben | 220 |

Kapitel 9
Einerseits starr, andererseits beweglich:
Die Dynamik starrer Körper 221

| | |
|--|-----|
| Ein wichtiges Gesetz: Der Schwerpunktsatz | 221 |
| Der Schwerpunkt bestimmt, wo es lang geht | 222 |
| Das 2. Newton'sche Gesetz für starre Körper | 222 |
| Drehbewegungen starrer Körper | 223 |
| Alle Punkte im Gleichschritt: Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung | 224 |
| Auf den Punkt gebracht: Das Drehmoment | 225 |
| Trägheit in unterschiedlichen Formen: Das Trägheitsmoment | 226 |
| Jeder Punkt zählt einzeln | 226 |
| Steiner'scher Satz | 233 |
| Zwei wichtige Größen: Rotationsenergie und Drehimpuls | 235 |
| Rotationsenergie | 235 |
| Pirouetten drehen: Drehimpuls und Drehimpulserhaltungssatz | 239 |
| Voll getroffen: Stöße | 241 |
| Wumms! Es hat gekracht | 241 |

| | |
|---|-----|
| Voll ins Zentrum: Der gerade, zentrale, elastische Stoß | 243 |
| Nicht ganz einfach: Schiefe Stöße | 245 |
| Vergleich von Translation und Rotation | 247 |
| Aufgaben | 248 |

Kapitel 10

Alles schwingt und rotiert: Einführung in die Maschinendynamik.....

251

| | |
|---|-----|
| Harmonische Schwingungen | 252 |
| Hin und her, auf und ab: Beispiele von Schwingungen | 252 |
| Viele Schwingungen, eine Beschreibung | 255 |
| Ziemlich verdreht: Das Torsionspendel | 261 |
| Alle harmonischen Schwingungen weisen Gemeinsamkeiten auf..... | 262 |
| Dämpfung und erzwungene Schwingungen | 263 |
| Alles hat einmal ein Ende: Gedämpfte Schwingungen..... | 263 |
| Das ist der Rhythmus, wo jeder mit muss: Erzwungene Schwingungen..... | 265 |
| Das kann in einer Katastrophe enden: Resonanz | 266 |
| Schwingungssysteme | 267 |
| Parallel- und Reihenschaltungen von Federn | 267 |
| Gekoppelte Pendel | 270 |
| Gekoppelte Schwingungssysteme | 273 |
| Auch Stäbe können schwingen..... | 275 |
| Aufgaben | 279 |

TEIL IV

FESTIGKEITSLEHRE UND KONTINUUMSMECHANIK.....

281

Kapitel 11

Ziehen, drücken oder biegen: Die Grundbegriffe

283

| | |
|--|-----|
| Den Belastungen nachgeben | 284 |
| Spannung pur | 284 |
| Auf die inneren Kräfte kommt es an | 285 |
| Körper freischneiden: Das Schnittverfahren | 285 |
| Ziehen, Drücken und Schieben..... | 286 |
| Ein jeder muss seine Last tragen | 287 |
| Die Ohren lang ziehen: Zugbeanspruchung..... | 288 |
| Dem Druck nachgeben: Druckbeanspruchung..... | 289 |
| Schubbeanspruchung | 290 |
| Auf Biegen und Brechen: Biegebeanspruchung | 291 |
| Torsionsbeanspruchung | 293 |
| Belastungen werden Realität | 294 |
| Gemischte Belastungen..... | 294 |
| Körper voller Spannungen | 297 |
| Spannungszustand | 298 |
| Spannungstensor | 299 |
| Mohr'scher Spannungskreis | 300 |

| | |
|---|-----|
| Den Stab brechen: Die Spannungs-Dehnungs-Kurve..... | 301 |
| Aufgaben | 303 |

Kapitel 12
Wieder in Form kommen: Elastische Verformung 307

| | |
|--|-----|
| Am Haken hängen: Das Hooke'sche Gesetz..... | 308 |
| Elastizität beschreiben: Die elastischen Konstanten | 309 |
| In die Länge gezogen: Der Elastizitätsmodul | 310 |
| Dem Druck standhalten: Der Kompressionsmodul | 311 |
| Ziemlich verdreht: Der Schubmodul (Torsionsmodul)..... | 313 |
| Längs und quer: Die Poisson-Zahl | 314 |
| Nur zwei von vieren zählen: Beziehungen zwischen den elastischen Konstanten | 317 |
| Elastische Energie..... | 318 |
| Vollkommen elastisch | 321 |
| Bis ans Limit. | 321 |
| Im Bereich des Hooke'schen Gesetzes | 322 |
| Man kann selbst Stahl in die Länge ziehen..... | 322 |
| Auf dass sich die Balken biegen..... | 323 |
| Der beidseitig gelagerte Balken und die Biegelinie..... | 327 |
| Ans Herz gedrückt: Die Hertz'sche Pressung | 328 |
| Aufgaben | 331 |

Kapitel 13
Die Form ändern: Plastische Verformung 333

| | |
|---|-----|
| Spannungs-Dehnungs-Diagramme | 334 |
| Begriffe zur Beschreibung der plastischen Deformation..... | 334 |
| Nominelle und wahre Spannungen..... | 337 |
| Atome verschieben sich: Die Mechanismen der plastischen Verformung..... | 339 |
| Verfestigungsmechanismen | 341 |
| Nachwirkungen..... | 342 |
| Nicht zu stoppen: Das Kriechen | 342 |
| Schließlich doch relaxt..... | 344 |
| Hart wie Marmelade..... | 344 |
| Härteskalen | 345 |
| Aufgaben | 347 |

Kapitel 14
**Marmor, Stein und Eisen bricht: Bruchmechanik
und andere Versagensmechanismen..... 349**

| | |
|--|-----|
| Spröder Bruch..... | 351 |
| Ein Riss reicht aus: Das Griffith-Modell..... | 351 |
| Widerstand gegen spröden Bruch: Die Zähigkeit | 353 |
| Bruchzähigkeit..... | 355 |
| Duktiler Bruch: Versagen durch dauerhafte Verformung | 358 |
| Irgendwann wird es zu viel: Der Ermüdungsbruch..... | 360 |

| | |
|---|-----|
| Einfach umgeknickt | 362 |
| Auch Oberflächen können versagen: Der Verschleiß | 364 |
| Mit der Zeit abgenutzt | 365 |
| Es kommt auf das Gesamtsystem an: Tribologische Systeme | 365 |
| Angriff von außen: Arten des Verschleißes | 366 |
| Verschleiß quantitativ | 367 |
| Aufgaben | 370 |

TEIL V
DER TOP-TEN-TEIL.....371

Kapitel 15
Zehn wichtige Anwendungen der Technischen Mechanik.....373

| | |
|---|-----|
| Bauingenieurwesen | 373 |
| Baustatik | 373 |
| Maschinenbau | 374 |
| Maschinenbau | 374 |
| Maschinendynamik | 374 |
| Apparatebau | 374 |
| Materialwissenschaften und Werkstoffkunde | 374 |
| Werkstoffkunde | 375 |
| Materialwissenschaften | 375 |
| Weitere Bereiche | 375 |
| Anlagenbau | 375 |
| Feinmechanik | 376 |
| Mechatronik | 376 |
| Luft- und Raumfahrttechnik | 376 |

Kapitel 16
Zehn wichtige Internetadressen377

| | |
|---|-----|
| Vektorrechnung | 377 |
| Die gesamte Statik und die Festigkeitslehre in einem Link | 377 |
| Statik lernen | 378 |
| Baustatik aus Kassel | 378 |
| Technische Mechanik interaktiv | 379 |
| Reibung von allen Seiten | 379 |
| Interaktive Dynamik | 379 |
| Hier schwingt alles | 379 |
| Alles über die Mechanik | 380 |
| Das Neueste aus der Physik | 380 |

Anhang
Lösungen der Aufgaben381

| | |
|-----------------|-----|
| Kapitel 2 | 381 |
| Kapitel 3 | 383 |
| Kapitel 4 | 386 |

| | |
|------------------|-----|
| Kapitel 5 | 390 |
| Kapitel 6 | 394 |
| Kapitel 7 | 398 |
| Kapitel 8 | 401 |
| Kapitel 9 | 404 |
| Kapitel 10 | 408 |
| Kapitel 11 | 411 |
| Kapitel 12 | 414 |
| Kapitel 13 | 416 |
| Kapitel 14 | 417 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Stichwortverzeichnis | 421 |
|-----------------------------------|------------|