

Auf einen Blick

Über den Autor	7
Einführung	19
Teil I: Grundlagen	23
Kapitel 1: Technische Mechanik: Die Grundlagen	25
Kapitel 2: Ganz ohne Mathematik geht es nicht	37
Kapitel 3: Alles ist in Bewegung: Die Kinematik	55
Teil II: Fest und unverrückbar: Die Statik	77
Kapitel 4: Mit frischen Kräften	79
Kapitel 5: Immer in Ruhe bleiben: Schwerpunkt und Gleichgewicht	107
Kapitel 6: Statik angewandt: Lager, Balken und Fachwerke	137
Kapitel 7: Sich aneinander reiben	167
Teil III: Endlich etwas Bewegung: Die Dynamik	191
Kapitel 8: Klein, aber dynamisch: Die Dynamik der Massepunkte	193
Kapitel 9: Einerseits starr, andererseits beweglich: Die Dynamik starrer Körper	219
Kapitel 10: Alles schwingt und rotiert: Einführung in die Maschinendynamik	249
Teil IV: Festigkeitslehre und Kontinuumsmechanik	279
Kapitel 11: Ziehen, drücken oder biegen: Die Grundbegriffe	281
Kapitel 12: Wieder in Form kommen: Elastische Verformung	305
Kapitel 13: Die Form ändern: Plastische Verformung	331
Kapitel 14: Marmor, Stein und Eisen bricht: Bruchmechanik und andere Versagensmechanismen	347
Teil V: Der Top-Ten-Teil	369
Kapitel 15: Zehn wichtige Anwendungen der Technischen Mechanik	371
Kapitel 16: Zehn wichtige Internetadressen	375
Stichwortverzeichnis	379

Inhaltsverzeichnis

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

14 Inhaltsverzeichnis

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 Schweiß des 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