

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 Versagens- mechanismen	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

Inhaltsverzeichnis 15

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

16 Inhaltsverzeichnis

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 Schweißedeines 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

18 Inhaltsverzeichnis

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 vier 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 Internetadressen 377

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 Aufgaben 381

Kapitel 2	381
Kapitel 3	383
Kapitel 4	386

20 Inhaltsverzeichnis

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