

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	13
Über dieses Buch	13
Konventionen in diesem Buch	13
Was Sie nicht lesen müssen	14
Annahmen über den Leser	14
Wie dieses Buch aufgebaut ist	14
Über die Technische Mechanik	15
Symbole in diesem Buch	16
Wie es weitergeht	17
Teil 1 – Tag 1	
Kräfte und Gleichgewichte: Die Grundlagen der Statik	19
Kapitel 1	
Kräfte und Drehmomente	21
Die zentralen Größen der Statik: Kräfte und Drehmomente	21
Definition der Kraft	22
Nicht immer punktförmig: Linien- und Flächenkräfte	23
Es kommt nicht nur auf die Kraft, sondern auch auf den Abstand an: Drehmomente	23
Arbeiten mit Kräften und Drehmomenten	25
Gemeinsam wirken: Das Zusammensetzen von Kräften	25
Manchmal kommt es auf die Bestandteile an: Das Zerlegen von Kräften	25
Übungen zu Kräften und Drehmomenten	26
Eine Kraft kommt selten allein: Kräftesysteme	28
Es gibt viele Kräftesysteme: Eine Übersicht	28
Alle auf einen Punkt: Zentrale ebene Kräftesysteme	28
Allgemeine ebene Kräftesysteme	29
Es wird dreidimensional: Räumliche Kräftesysteme	30
Entscheidend: Das Freimachen von Körpern	30
Wie macht man einen Körper frei?	30
Fünf wichtige Regeln zum Freimachen von Körpern	31
Übungen zu Kräftesystemen und zum Freimachen von Körpern	32
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	34

Kapitel 2

Schwerpunkte und Gleichgewicht

39

Die Schwerpunkte sind entscheidend	39
Bestimmung von Schwerpunkten	40
Berechnung von Schwerpunkten	40
Flächen- und Linienschwerpunkte	41
Übungen zum Schwerpunkt	46
In der Statik herrscht das Gleichgewicht	48
Wie frei ist ein Körper? Die Freiheitsgrade	48
Nun endlich: Die Gleichgewichtsbedingungen	49
Labil, stabil, indifferent: Arten von Gleichgewicht	50
Kippen verboten: Die Standsicherheit	50
Übungen zum Gleichgewicht	51
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	53

Teil II – Tag 2

Lager, Balken und Fachwerke: Statik angewandt

59

Kapitel 3

Körper miteinander verbinden: Lager und Gelenke

61

Es kommt auf die richtige Lagerung an	61
Auch Lager können reagieren	62
Arten von Lagern	63
Übungen zu Lagern	64
Untereinander verbunden: Gelenke	66
Typen von Gelenken	66
Auch Gelenke können Kräfte übertragen	67
An jedem Ende ein Gelenk: Die Pendelstütze	68
Übungen zu Gelenken	69
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	70

Kapitel 4

Immer noch modern: Fachwerke

75

Es sind nicht immer Balken, die tragen	75
Was unterscheidet einen Balken von einem Stab?	75
In der Statik zählen nur die äußeren Kräfte	76
Ganz bestimmt: Die statische Bestimmtheit	76
Übungen zu Balken und zur statischen Bestimmtheit	78
Stäbe und Knoten: Fachwerke	80
Nur Stäbe und Knoten: Die Elemente von Fachwerken	80
Statische Bestimmtheit	81
Ermittlung der Stabkräfte	82
Übungen zu Fachwerken	87
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	88

Teil III – Tag 3

Klein, aber oho: Die Dynamik von Massenpunkten

95

Kapitel 5

Geradeaus oder im Kreis: Die Bewegung von Massenpunkten

97

Immer geradeaus: Translationsbewegungen	97
Reduzierung auf das Nötigste: Der Massenpunkt	97
Beschreibung durch drei Größen	98
Mehrere Bewegungen gleichzeitig: Das Superpositionsprinzip	99
Übungen zu Translationsbewegungen	100
Sie sind immer konstant: Impuls und Energie	101
Masse mal Geschwindigkeit: Der Impuls	101
Je schneller, umso größer: Die kinetische Energie	101
Voll getroffen: Stöße	102
Übungen zu Impuls, Energie und Stößen	102
Im Kreis herum: Kreisbewegungen	103
Runde um Runde: Gleichmäßige Kreisbewegungen	103
Beschleunigte Kreisbewegungen	105
Vergleich: Translationsbewegung und Kreisbewegung	106
Übungen zu Kreisbewegungen	106
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	108

Kapitel 6

Jetzt geht die Post ab: Die Dynamik von Massenpunkten

115

Sie beschreiben die Dynamik: Die Newton'schen Gesetze	115
Körper sind träge: Das erste Newton'sche Gesetz	115
Kräfte können eine Menge bewirken: Das zweite Newton'sche Gesetz	116
Wie du mir, so ich dir: Das dritte Newton'sche Gesetz	116
Sie ist sowohl schwer als auch träge: Die Masse	117
Der Beschleunigung abgeneigt: Die träge Masse	117
Ziemlich attraktiv: Die schwere Masse und die Gravitation	117
Ob träge oder schwer: Auf die Masse kommt es an	118
Übungen zu den Newton'schen Gesetzen und zur Masse	119
Arbeit, Energie und Leistung	120
Arbeit	120
Energie	122
Leistung	123
Übungen zu Arbeit, Energie und Leistung	124
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	125

Teil IV – Tag 4

Ausgedehnt, aber nicht verformbar:

Die Dynamik starrer Körper

131

Kapitel 7

Dynamik starrer Körper

133

Aus der Kurve fliegen: Die Zentrifugalkraft	133
Das 2. Newton'sche Gesetz für starre Körper	134
Der Abstand spielt eine Rolle, Teil 1: Das Drehmoment	135
Der Abstand spielt eine große Rolle, Teil 2: Das Trägheitsmoment	135
Der Satz von Steiner	137
Übungen zum Bewegungsgesetz	137
Die Beschreibung vervollständigen: Weitere Größen	139
Drehimpuls	139
Rotationsenergie	139
Vergleich Translation/Rotation	140
Übungen zum Drehimpuls, Rotationsenergie usw.	141
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	142

Kapitel 8

Es läuft nicht immer wie geschmiert: Die Reibung

151

Die Coulomb'sche Reibung	151
Wie festgeklebt: Die Haftreibung	152
Wie auf Sandpapier: Die Gleitreibung	152
Die Coulomb'sche Reibung im Überblick	153
Übungen zur Coulomb'schen Reibung	154
Weitere Reibungsarten	155
Rollen statt gleiten: Die Rollreibung	156
Luftwiderstand	157
Seilreibung	158
Reibung ist nicht nur negativ	159
Quietschende Reifen: Das Bremsen	159
Übungen zur Roll- und Seilreibung sowie zum Luftwiderstand	160
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	162

Teil V – Tag 5

Maschinendynamik

169

Kapitel 9

Harmonische Schwingungen

171

Schwingungen	171
Harmonische Schwingungen	172
Größen zur Beschreibung von Schwingungen	173

Übungen zu harmonischen Schwingungen	174
Typische harmonische Schwingungen	176
Auf und ab: Das Federpendel	176
Hin und Her: Das Fadenpendel	177
Eher massiv: Das Brettpendel	178
Ziemlich verdreht: Das Torsionspendel	178
Viele Schwingungen, eine Beschreibung	179
Übungen zu harmonischen Schwingungen	180
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	182

Kapitel 10

Gemeinsam Schwingen macht mehr Spaß: Schwingungssysteme **187**

Der Idealfall ist unerreichbar: Reale Schwingungen	187
Die Reibung spielt immer mit: Gedämpfte Schwingungen	187
Erzwungene Schwingungen	189
Selbst Brücken können einstürzen: Resonanz	190
Überlagerung von Schwingungen	191
Übungen zur realen Schwingungssystemen	193
Gemeinsam im Takt: Gekoppelte Schwingungen und Schwingungssysteme	195
Miteinander oder gegeneinander: Einfache gekoppelte Systeme	195
Selbst Stäbe können schwingen	197
Übungen zu gekoppelten Schwingungen und Schwingungssystemen	200
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	201

Teil VI – Tag 6

Kontinuumsmechanik Teil I: Reversible Verformungen **205**

Kapitel 11

Ein jeder trägt seine Last: Die Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik **207**

Die inneren Kräfte sind entscheidend	207
Äußere und innere Kräfte	207
Das Schnittverfahren: Bestimmung der inneren Kräfte	208
Die Spannung ist entscheidend	209
Definition der Spannung	209
Ziehen, drücken oder schieben: Die fünf Grundbelastungen	210
Übungen zu Spannungen und Belastungen	211
Die Belastungen lassen nicht nach	213
Zug, Druck und Schub in einem Rutsch	213
Ein komplizierter Fall: Die Biegebeanspruchung	214
Auch nicht ganz einfach: Die Torsion	216
Die Spannungs-Dehnungs-Kurve	217
Übungen zu den verschiedenen Belastungen	218
Lösung der Aufgaben in diesem Kapitel	220

Kapitel 12

Wieder in Form kommen: Die elastische Verformung 227

Reversible Verformungen: Das Hookesche Gesetz	227
Drei Moduln und ein Verhältnis: Die elastischen Konstanten	228
In eine Richtung gezogen: Der Elastizitätsmodul	228
Von allen Seiten gedrückt: Der Kompressionsmodul	229
Schubmodul	229
Der Querschnitt verringert sich: Die Poissonzahl	230
Übungen zum Hooke'schen Gesetz und den elastischen Konstanten	231
Nur zwei von vieren sind unabhängig	233
Auch bei der Verformung geht keine Arbeit verloren: Die elastische Energie	234
In engem Kontakt: Die Hertzsche Pressung	234
Weitere Übungen zu den elastischen Konstanten und zur elastischen Energie	236
Lösungen zu den Aufgaben in diesem Kapitel	237

Teil VII – Tag 7

Kontinuumsmechanik II 245

Kapitel 13

Da bleibt etwas zurück: Die plastische Verformung 247

Spannungs-Dehnungs-Kurven	247
Verformbar oder nicht?	247
Begriffe zur Beschreibung von Spannungs-Dehnungs-Kurven	248
Nominelle und wahre Spannung	250
Mechanismen der plastischen Verformung	252
Manchmal braucht es etwa Zeit: Nachwirkungen	254
Es hört einfach nicht auf: Das Kriechen	254
Übungen zur Plastischen Verformung	255
Das ist die Härte	257
Definition durch Vergleich	257
Härteskalen	258
Übungen zur Härte	259
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	260

Kapitel 14

Bruch 265

Und schon macht es knack! Der Spröder Bruch	265
Ein kleiner Riss genügt: Das Griffith-Modell	265
Zäh wie Himbeergelee: Die Zähigkeit	266
Wie spröde ist ein Material? Testverfahren	268
Aufgaben zum spröden Bruch	269
Weitere Bruchmechanismen	270
Er kündigt sich vorher an: Der duktile Bruch	270
Irgendwann reicht es: Der Ermüdungsbruch	271

Einfach nur geknickt	271
Ein Oberflächeneffekt: Der Verschleiß	273
Das Gesamtsystem ist entscheidend: Tribologische Systeme	274
Verschleißmechanismen: Haften, Abreiben, Korrodieren	274
Verschleiß quantitativ	275
Aufgaben zu den verschiedenen Bruchmechanismen und zum Verschleiß	276
Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel	278
Kapitel 15	
140 Fakten	283
Kapitel 1: Statik: Kräfte und Drehmomente	283
Kapitel 2: Statik: Schwerpunkte und Gleichgewicht	284
Kapitel 3: Lager und Gelenke	284
Kapitel 4: Balken und Fachwerke	285
Kapitel 5: Die Kinematik von Massenpunkten	286
Kapitel 6: Die Dynamik von Massenpunkten	286
Kapitel 7: Die Dynamik starrer Körper	287
Kapitel 8: Reibung	288
Kapitel 9: Harmonische Schwingungen	288
Kapitel 10: Schwingungssysteme	289
Kapitel 11: Belastungen	289
Kapitel 12: Elastische Verformung	290
Kapitel 13: Plastische Verformung	291
Kapitel 14: Bruchmechanik	291
Lösungen der Eingangstests	283
Glossar	293
Stichwortverzeichnis	305