

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	9
Widmung	9
Danksagung	9
Über die Übersetzer	9
Einführung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	24
Was Sie nicht lesen müssen	25
Törichte Annahmen über den Leser	25
Wie dieses Buch aufgebaut ist	25
Teil I: Vorbereitung auf die Statik	25
Teil II: Die Grundlagen der Statik: Vektoren	26
Teil III: Kräfte und Momente als Vektoren	26
Teil IV: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte (oder Gleichungen): Das Freischneiden von Körpern	26
Teil V: Eine Frage der Balance: Das Gleichgewicht	26
Teil VI: Angewandte Statik	27
Teil VII: Der Top-Ten-Teil	27
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	27
Wie es weiter geht	28
Teil I	
Vorbereitung auf die Statik	29
Kapitel 1	
Mithilfe der Statik die Welt beschreiben	31
Die Themen der Mechanik	31
Mit Vektoren arbeiten	32
Arten von Vektoren	32
Die Aufgaben von Vektoren	33
Größen in der Statik	33
Den Dingen auf den Grund gehen: Das Freischneiden von Körpern	34
Das Prinzip des Gleichgewichts	35
Anwendungen der Statik	35

Kapitel 2

Eine kurze Auffrischung Ihrer Mathematik-Kenntnisse

37

Exakte Angaben und die Bestimmung der Signifikanz	37
Fachausdrücke mit Exponenten: Die wissenschaftliche Schreibweise	39
Zusammenfassung grundlegender Algebra-Kenntnisse	40
Bestimmung der Steigung von Geraden und Funktionen	40
Berechnung unbekannter Variablen: Umstellung von Gleichungen	41
Die Summenschreibweise	42
Mit Geometrie und Trigonometrie formen und gestalten	43
Der Umgang mit wichtigen Grundlagen der Geometrie	43
Die drei grundlegenden Beziehungen der Trigonometrie	46
Auffrischung der Kenntnisse in Differentialrechnung	46
Die Potenzregel: Polynome differenzieren und integrieren	47
Bestimmung der Maxima und Minima anhand der Differentialrechnung	48

Kapitel 3

Einheitensysteme und Konstanten

49

Messungen in der Statik	49
Das metrische System	49
Messgrößen und Konstanten in der Statik	52
Wichtige Konstanten	52
Zum täglichen Gebrauch: Drei Einheiten der Statik	53
Weitere abgeleitete Einheiten	53

Teil II

Die Grundlagen der Statik: Vektoren

55

Kapitel 4

Mit Vektoren die Welt beschreiben

57

Definition eines Vektors	57
Der Unterschied zwischen Skalaren und Vektoren	58
Beschreibung von Vektoren	58
Verwendung von Vektoren	59
Graphische Darstellung eines Vektors	60
Darstellung in Form eines Pfeils	60
Ein doppelköpfiges Ungeheuer: Ein Pfeil mit zwei Spitzen	62
Verschiedene Kategorien von Vektoren	63
Gebundene Vektoren	63
Ungebundene Vektoren	64
Linienflüchtige Vektoren	64

Kapitel 5

Vektoren geben die Richtung vor **65**

Das kartesische Koordinatensystem	65
Auf dem kürzesten Weg: Verwendung von Ortsvektoren zur Bestimmung der Richtung	66
Einzelheiten zur Beschreibung einer Richtung	67
Bewegung von Punkt A nach Punkt B und zurück	68
Berechnung des Betrags eines Vektors: Teil 1	69
Schreibweise des Betrags eines Vektors	69
Pythagoras hilft immer: Berechnung des Betrags eines Ortsvektors	70
Einheitsvektoren: Eine Möglichkeit zur Angabe der Richtung	72
Schreibweise der Einheitsvektoren	72
Darstellung von Ortsvektoren anhand von Einheitsvektoren	73
Erzeugung von Einheitsvektoren aus dem Nichts	75
Ortsvektoren reduzieren	75
Verwendung des Richtungskosinus	76
Ähnliche Dreiecke ausnutzen	77
Welche Methode ist die richtige?	80

Kapitel 6

Vektorrechnung **81**

Die Grundrechenarten in der Vektorrechnung	81
Addition von Vektoren	81
Subtraktion von Vektoren	83
Vektoren aneinanderreihen	84
Kann man Vektoren multiplizieren? Die Erzeugung von Produkten	85
Das Skalarprodukt	85
Kreuzprodukt	86
Mathematische Gesetze in der Vektorrechnung	88

Kapitel 7

Resultierende Vektoren **91**

Einführung resultierender Vektoren	91
Darstellung resultierender Vektoren	92
Richtlinien zur Verwendung des resultierenden Vektors	92
Berechnung der Richtung und des Betrags resultierender Vektoren	93
Verwendung graphischer Methoden zur Bestimmung des resultierenden Vektors	94
Verwendung geometrischer Methoden zur Bestimmung des resultierenden Vektors: Die Parallelogramm-Methode	97
Hilfreiche trigonometrische Beziehungen	97
Das Parallelogramm der Kräfte	98
Verwendung mathematischer Methoden zur Bestimmung des resultierenden Vektors	103
Verwendung der Vektoraddition	104
Berechnung der Richtung des resultierenden Vektors	105

Kapitel 8

Die Komponentenschreibweise von Vektoren **107**

Definition der Vektorkomponenten	107
Zerlegung von Vektoren in Komponenten	109
Bestimmung kartesischer Komponenten	109
Nicht kartesische Koordinaten	113
Berechnung nicht kartesischer Komponenten zweidimensionaler Vektoren	114

Teil III

Kräfte und Momente als Vektoren **119**

Kapitel 9

Angriff innerer und äußerer Kräfte an einem Punkt **121**

Vergleich innerer und äußerer Kräfte sowie starrer und verformbarer Körper	121
Betrachtung äußerer Einzelkräfte	122
Die Normalkraft	123
Reibung	124
Punktbelastungen	124
Im Inneren verborgen: Innere Kräfte	125
Kräfte in Seilen und Kabeln	126
Kräfte in Federn	128
Die Gewichtskraft als äußere Kraft	130
Spezifische Größen	130
Gesamtmasse eines homogenen Körpers	131
Das Prinzip der Längsverschiebung	132

Kapitel 10

Sie breiten sich aus: Verteilte Lasten **133**

Beschreibung verschiedener verteilter Belastungen	133
Verschiedene Arten verteilter Last	134
Verteilte Kräfte	134
Flächenkraft (Druck)	136
Volumenkraft	136
Berechnung der Resultierenden einer verteilten Last	136
Gleichmäßig und linear variierende Kräfte	137
Oberflächenkräfte und Spannungen im dreidimensionalen Raum	140
Vermeidung des Doppelintegrals	141
Beschreibung der Masse und Gewichtskraft durch verteilte Größen	142

Kapitel 11

Schwerpunkte von Körpern und Flächen 145

Der Angriffspunkt verteilter Lasten	145
Der geometrische Mittelpunkt	146
Art des betrachteten Gebiets	146
Berechnung des geometrischen Mittelpunktes eines diskreten Bereichs	146
Berechnung geometrischer Mittelpunkte kontinuierlicher Bereiche	152
Berücksichtigung der Symmetrie	154
Massenschwerpunkt und Gravizentrum	156
Massenschwerpunkt	157
Gravizentrum	158

Kapitel 12

Besondere Kraftvektoren: Drehmomente und Kräftepaare 159

Moment mal: Drehbewegung und Drehmomente	159
Erzeugung einer Rotation: Kräftepaare und Drehmomente	161
Verschiedene Drehmomente: Torsions- und Biegemomente	163
Die Rechte-Hand-Regel für Drehmomente	164
Berechnung des Betrags eines Drehmoments	165
Ebene Drehung um einen Punkt	166
Berechnung des Betrags und der Richtung eines zweidimensionalen Kräftepaars	167
Berechnung des Betrags eines Drehmoments auf Vektorbasis	168
Berechnung des Kreuzprodukts	169
Die Verwendung von Einheitsvektoren zur Erzeugung von Drehmomentvektoren	170
Verwendung von Pfeilen mit Doppelspitze zur Berechnung resultierender Drehmomente	173
Verschiebung von Kräften	175

Teil IV

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte (oder Gleichungen):

Das Freischneiden von Körpern 177

Kapitel 13

Das Freischneiden von Körpern 179

Kurz und bündig: Das Freischneiden von Körpern	179
Darstellung äußerer Kräfte	180
Darstellung punktförmig angreifender Kräfte	181
Darstellung verteilter Lasten	182
Zusammenfassung: Darstellung der äußeren Kräfte	183
Berücksichtigung von Drehmomenten	184

Statik für Maschinenbauer für Dummies

Axiale Lasten und weitere innere Kräfte	186
Einschränkung der Bewegung durch Lager	186
Die drei grundlegenden Lager	187
Dreidimensionale Lager	190
Gewichtskraft	192

Kapitel 14

Das Freischneiden von Körpern: Was wird berücksichtigt, und wie wird es berücksichtigt?

Los geht's: Das Freischneiden von Körpern	193
Die Richtung der Stützkkräfte	194
Erweiterte Darstellung	196
Die Einzelheiten genauer betrachten	197
Herausarbeiten innerer Kräfte	197
Anwendungsregeln	198
Vermeiden von Problemen	201
Freischneiden mehrerer Körper	203

Kapitel 15

Freischneiden vereinfachen

Das Prinzip der Überlagerung	205
Achsen zentrieren: Mittelachsen und Symmetrieachsen	207
Gleichwertige Systeme: Kräfte in Bewegung	209
Die Verlegung einer Kraft	209
Verlegung eines Drehmoments	211

Teil V

Eine Frage der Balance: Das Gleichgewicht

Kapitel 16

Newtons großer Auftritt: Die Grundlagen des Gleichgewichts

Definition des Gleichgewichts in der Statik	215
Gleichgewichtsbedingungen für Translationsbewegungen	216
Gleichgewichtsbedingungen für Rotationsbewegungen	216
Das Gleichgewicht und die Newton'schen Gesetze	218
Die Newton'schen Bewegungsgesetze	218
Die skalare Gleichung macht's möglich: Die großen Drei	220
Spezielle Systeme	221
Zentrale Kräftesysteme	221
Systeme paralleler Kräfte	222

Kapitel 17

Das Gleichgewicht im Zweidimensionalen: Skalare Methoden **225**

Lösung zweidimensionaler Statikaufgaben in drei Schritten	225
Berechnung der Stützkkräfte anhand zweidimensionaler Gleichgewichtsbedingungen	226
Das wichtigste zuerst: Freimachen der Körper	226
Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen des Systems	228
Aufsummierung von Drehmomenten: Wahl eines geeigneten Punktes	232

Kapitel 18

Das Gleichgewicht im Dreidimensionalen: Vektormethoden **235**

Wahl des Startpunktes	235
Die Gleichgewichtsbedingungen in der Vektorschreibweise	236
Translationsgleichgewicht	237
Rotationsgleichgewicht	237
Bestimmung von Stützkkräften anhand dreidimensionaler Gleichgewichtsbedingungen	238
Freimachen des Körpers	238
Die Gleichgewichtsbedingungen	241

Teil VI

Angewandte Statik **245**

Kapitel 19

Die Statik von Fachwerken **247**

Alles über Stäbe	247
Das Knotenpunktverfahren: Knoten um Knoten	249
Schritt 1: Freischneiden der Knoten	249
Schritt 2: Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen	251
Schritt 3: Überprüfen und Wiederholen	252
Nachteile der Knotenpunktmethode	252
Schnitte mit dem Ritterschen Schnittverfahren	253
Schritt 1: Schnitt des Fachwerks	254
Schritt 2: Freischneiden der Schnittstelle	255
Schritt 3: Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen der Translation	255
Schritt 4: Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen der Rotation	256
Schritt 4, Fortsetzung: Bestimmung des Angelpunktes	256
Vereinfachung: Kräftefreie Stäbe	259

Kapitel 20

Untersuchung von Balken und Biegebalken 261

Definition der inneren Biegekräfte	261
Und plötzlich waren sie zu dritt: Innere Kräfte zweidimensionaler Körper	262
Seltsame dreidimensionale Effekte	263
Berechnung der an einem Punkt angreifenden inneren Lasten	263
Positive Drehmomente machen glücklich: Noch eine zweidimensionale Vorzeichen-Konvention	264
Anwendung der Vorzeichen-Konvention	265
Berechnung der Beträge der inneren Kräfte	267
Verallgemeinerung der Gleichungen zur Berechnung innerer Kräfte	268
Bestimmung der kritischen Punkte	268
Die Bereiche der verallgemeinerten Gleichungen	269
Die verallgemeinerten Gleichungen: Weitere hilfreiche Tricks	271
Erstellung von Querkraft- und Drehmoment-Diagrammen anhand von Flächen-Berechnungen	272
Regeln bei der Verwendung von Flächen-Methoden	273
Anfertigung des Querkraft-Diagramms	274
Anfertigung des Drehmoment-Diagramms	276

Kapitel 21

Rahmen und komplexe Tragwerke 279

Was sind Rahmen und komplexe Tragwerke?	279
Eigenschaften von Rahmen und komplexen Tragwerken	279
Tragwerksanalyse: Teile und herrsche!	280
In Gelenken freischneiden	280
Statisch bestimmte Tragwerke	281
Arbeit sparen durch geschicktes Vorgehen	282
Wenn mehr als zwei Bauteile mit einem Gelenk verbunden sind	285
Typische Bauteile	286
Pendelstützen	286
Seile	287
Rollen	287
Berechnung von Rahmen	291
Freischneiden der Balken	291
Ordnung schaffen mit Teilsystemen	292
Spezielle Lager und Verbindungen	293
Ein Kontaktproblem: Kolben im Zylinder	293
Eine Frage der Führung: Langlöcher	295

Kapitel 22

Seilkonstruktionen

297

Das Verhalten nicht linearer Strukturen	297
Unterschiede zwischen verschiedenen Arten von flexiblen Seilkonstruktionen	298
Die Wirkung von Einzellasten auf Seile	298
Parabolische Seilkonstruktionen erkennen	299
Kettenförmige Seilkonstruktionen erkennen	300
Berechnung der Zugkraft in flexiblen Seilen	301
Einzellast-Seilkonstruktionen	301
Parabolische Seilkonstruktionen	303
Kettenförmige Seilkonstruktionen	306
Eine Abkürzung: Die Balken-Analogie	308

Kapitel 23

Diese verdammten Dämme: Oberflächen unter Wasser

311

Den Druck spüren: Der Flüssigkeitsdruck	311
Der hydrostatische Druck	312
Die Gewichtskraft einer Flüssigkeit	313
Berechnungen unter (Flüssigkeits-) Druck	315
Das Freischneiden einer Oberfläche unter Wasser	315
Die hydrostatische Druckverteilung	315
Berechnung der Gewichtskraft des Wassers und des Damms	316
Berücksichtigung der Stützkkräfte bei Dämmen	317
Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen	317
Berechnung des Partialdrucks an Toren und Öffnungen	318

Kapitel 24

Berücksichtigung der Reibung

321

Reibung: Viel mehr als nur Wärme	321
Einfluss verschiedener Größen auf die Reibung	322
Arten der Reibung	322
Verhinderung von Bewegung: Die Bestimmung der Richtung der Reibungskraft	323
Die Gleichgewichtsbedingungen unter Berücksichtigung der Reibung	324
Berechnung der maximalen Reibungskraft F_{max}	325
Lösung von Reibungsaufgaben mithilfe von Logik und Gleichungen	325
Berechnung der Reibung mithilfe von Winkeln	326
Der Reibungskeil: Bis hierher und nicht weiter	327
Wenn der Baum fällt: Der Kippunkt	330
Den Kippunkt bestimmen	330
Das Umkippen verhindern: Verschiebung der Normalkraft	331
Die Reibung: Gleiten oder kippen?	332
Untersuchung von Standard-Reibungsproblemen	334
Mit Keilen arbeiten	334
Mit Riemen und Rollen beweglich sein	337

Teil VII

Der Top-Ten-Teil

339

Kapitel 25

Zehn Schritte zur Lösung von Statikaufgaben

341

Eine Zeichnung anfertigen	341
Die Stützkkräfte bestimmen	341
Die äußeren Lasten und die Gewichtskraft berücksichtigen	342
Soviele Stützkkräfte wie möglich berechnen	342
Ist es ein Rahmen oder komplexes Tragwerk?	343
Notfalls mit Dynamit: Die Struktur in Teile zerlegen	344
Eine Annahme über die Richtungen der inneren Kräfte machen	344
Einheitlich bleiben bei der Annahme der Richtung	345
Es gibt drei (oder sechs) Gleichgewichtsbedingungen	345
Wenn Reibung eine Rolle spielt	345

Kapitel 26

Zehn Tipps zum Bestehen einer Statikklausur

347

Bearbeiten Sie zunächst Aufgaben, die Sie lösen können	347
Erklären Sie Ihre Annahmen	347
Bleiben Sie ruhig und erinnern Sie sich an die grundlegenden Schritte	348
Kennzeichnen Sie das Koordinatensystem und den Ursprung	348
Erinnern Sie sich an Ihre Kenntnisse der Vektorrechnung	348
Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen auf	349
Stecken geblieben? Schneiden Sie weitere Teile der Struktur frei	349
Zeichnen Sie die Querkraft- und Drehmoment-Diagramme korrekt	350
Schätzen Sie Ihre Antworten ein	350
Erkennen Sie Fehler und radieren Sie sie nicht aus	351

Stichwortverzeichnis

353