



# Auf einen Blick

---

<b>Über den Autor</b> .....	<b>11</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>25</b>
<b>Teil I: Grundlagen</b> .....	<b>31</b>
<b>Kapitel 1:</b> Problemstellung und Ersatzmodelle .....	33
<b>Kapitel 2:</b> Vektoren in der Mechanik .....	41
<b>Kapitel 3:</b> Kraft und Kraftwirkung .....	57
<b>Kapitel 4:</b> Prinzipie und Axiome .....	71
<b>Kapitel 5:</b> Schwerpunkte .....	83
<b>Kapitel 6:</b> Lager .....	99
<b>Kapitel 7:</b> Spezielle Lagerelemente .....	111
<b>Teil II: Stäbe, Seile und Ketten</b> .....	<b>123</b>
<b>Kapitel 8:</b> Fachwerke .....	125
<b>Kapitel 9:</b> Seilstatik .....	149
<b>Teil III: Analyse von Tragwerken</b> .....	<b>183</b>
<b>Kapitel 10:</b> Tragwerke .....	185
<b>Kapitel 11:</b> Schnittreaktionen: die Computertomografie der Statik .....	213
<b>Kapitel 12:</b> Virtuelle Arbeit .....	251
<b>Teil IV: Reibung</b> .....	<b>263</b>
<b>Kapitel 13:</b> Kontakt und Reibgesetze .....	265
<b>Kapitel 14:</b> Statisch bestimmte Systeme .....	275
<b>Kapitel 15:</b> Statisch überbestimmte Systeme .....	295
<b>Kapitel 16:</b> Seid umschlungen: die Seilreibung .....	309
<b>Teil V: Top-Ten Teil</b> .....	<b>321</b>
<b>Kapitel 17:</b> Die ersten zehn Schritte vom Statik-Dummy zum Statik-Expert .....	323
<b>Kapitel 18:</b> Zehn Tipps zur Lösung von Statikaufgaben .....	327
<b>Anhang A: Lösungen</b> .....	<b>331</b>
<b>Anhang B: Zusätzliche Aufgaben oder auch Fifty Shades of Hard Work</b> .....	<b>359</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>387</b>







# Inhaltsverzeichnis

<b>Über den Autor .....</b>	<b>11</b>
<b>Einführung .....</b>	<b>25</b>
Über dieses Buch.....	25
Konventionen in diesem Buch.....	26
Was Sie nicht lesen müssen .....	26
Törichte Annahmen über die Leser.....	27
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	27
Teil I: Grundlagen .....	27
Teil II: Stäbe, Seile, Ketten.....	28
Teil III: Analyse von Tragwerken.....	28
Teil IV: Reibung.....	28
Teil V: Top-Ten Teil .....	28
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....	29
Wie es weitergeht .....	29
<b>TEIL I</b>	
<b>GRUNDLAGEN .....</b>	<b>31</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Problemstellung und Ersatzmodelle.....</b>	<b>33</b>
Lösungsschritte .....	33
Ersatzmodelle und Ersatzsysteme .....	34
Ein einführendes Beispiel .....	34
Problemstellung und Ersatzmodell.....	34
Mathematische Beschreibung .....	36
Lösung.....	37
Interpretation .....	37
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Vektoren in der Mechanik.....</b>	<b>41</b>
Koordinatensysteme geben uns Richtungen vor .....	41
So sehen bei uns die Vektoren aus.....	42
Länge oder Betrag: eine skalare Größe.....	45
Gleichheit .....	46
Addition und Subtraktion.....	47
Multiplikation mit einem Skalar .....	48
Einheitsvektoren.....	49
Spalten- und Zeilenvektoren .....	49
Skalarprodukt.....	50
Kreuzprodukt: etwas ganz Besonderes.....	50
Beispiel: Winkel zwischen zwei Vektoren.....	52





## 16 Inhaltsverzeichnis

Übungen.....	54
Zahlenbeispiel .....	54
Antennenmast.....	54
Krausleger .....	55

### Kapitel 3

#### **Kraft und Kraftwirkung..... 57**

Kräftearten .....	57
Kraftdarstellung.....	58
Kraftwirkung.....	59
Kraftwirkung auf starre Körper .....	59
Wirkungslinie.....	63
Nullkraft.....	64
Dehnung.....	65
Kräftepaar.....	66
Nullmoment und Scherverformung.....	67
Beispiel: Strommast.....	67
Übungen.....	69
Konstruktion.....	69
Handbohrer.....	70
Inbus-Schlüssel.....	70

### Kapitel 4

#### **Prinzipie und Axiome..... 71**

Das Äquivalenzprinzip.....	71
Das Gleichgewichtsaxiom .....	72
Gegenwirkungsprinzip .....	73
Schnittprinzip.....	74
Beispiel: Lampenaufhängung.....	75
Übungen.....	79
Schaukel.....	79
Kraftmessung .....	80
Sattelzug.....	80

### Kapitel 5

#### **Schwerpunkte..... 83**

Gewichtsmittelpunkt.....	83
Massenmittelpunkt.....	85
Volumenmittelpunkt.....	85
Flächenmittelpunkt.....	86
Linienmittelpunkt .....	86
Mittelpunkte von Standardformen.....	87
Flächenlast.....	88
Streckenlast .....	89
Zusammengesetzte Körper.....	92
Beispiel: L-Profil.....	93



## Inhaltsverzeichnis 17

Die Guldinschen Regeln für Rotationskörper .....	96
Regel eins und zwei .....	96
Beispiel: L-Profil .....	97
Übungen.....	97
U-Profil.....	97
Behälter .....	98
Muldenkipper .....	98
Rohrstützen.....	98

### Kapitel 6

<b>Lager</b> .....	<b>99</b>
Reaktionen.....	99
Räumliche Lager .....	99
Lager in der Ebene.....	100
Beispiele.....	101
Problemfälle gibt es leider auch .....	104
Bestimmtheit einer Lagerung.....	106
Übungen.....	108
Träger mit Kragarm .....	108
Verschiedene Belastungssfälle.....	108
Verschiedene Lagerungsfälle.....	109

### Kapitel 7

<b>Spezielle Lagerelemente</b> .....	<b>111</b>
Die Umlenkscheibe .....	111
Beispiel: einfacher Seilzug.....	111
Beispiel: Flaschenzug.....	113
Das frei rollende Rad.....	113
Die Pendelstütze.....	115
Allgemeines Beispiel.....	116
Beispiel: Motorhaube .....	117
Übungen.....	120
Flaschenzug.....	120
Seilbahngondel.....	120
Kiste mit Deckel .....	121

## TEIL II

<b>STÄBE, SEILE UND KETTEN</b> .....	<b>123</b>
--------------------------------------	------------

### Kapitel 8

<b>Fachwerke</b> .....	<b>125</b>
Grundlegendes.....	125
Ideale Fachwerke .....	125
Stäbe.....	126
Knoten.....	127
Bestimmtheit.....	128





## 18 Inhaltsverzeichnis

Ebene Fachwerke.....	128
Beispiel: einfaches Fachwerk.....	128
Beispiel: nichteinfaches Fachwerk.....	132
Nullstäbe.....	134
Der unbelastete Zweischlag.....	135
Der belastete Zweischlag.....	135
Der unbelastete Dreischlag.....	136
Beispiel: Fachwerk mit Nullstäben.....	136
Der Ritterschnitt.....	138
Räumliche Fachwerke.....	141
Einfaches Beispiel.....	141
Mit 3-D-Brille.....	142
Eingeebnet.....	143
Probleme bei komplexen Strukturen.....	146
Übungen.....	147
Einfaches Fachwerk.....	147
Nichteinfaches Fachwerk.....	147
Abspannmast.....	147
Räumliches Fachwerk.....	148

## Kapitel 9

<b>Seilstatik.....</b>	<b>149</b>
Was antike Kräne und Funkmasten verbindet.....	149
Nur nicht überheblich werden.....	152
Beispiel: Seil unter Einzellast.....	153
Es kann auch kompliziert werden.....	156
Eine Hängepartie.....	158
Problemstellung.....	158
Die Seilkurve.....	159
Seil unter konstanter Streckenlast.....	161
Beispiele.....	164
Teil einer Hängebrücke.....	165
Seil mit Last unter Windbelastung.....	166
Schwerer geht es nicht.....	169
Problemstellung.....	169
Die Kettenlinie.....	170
Beispiel: Hochspannungsleitung.....	173
Jetzt stellen wir das Ganze auf den Kopf.....	176
Mit der Seilbahn in luftige Höhen.....	178
Übungen.....	180
Gewicht an Kette und Seil.....	180
Abgestützter Kragarm.....	180
Tennisnetz.....	181



## Inhaltsverzeichnis 19

### TEIL III

## ANALYSE VON TRAGWERKEN ..... 183

### Kapitel 10

## Tragwerke ..... 185

Einfache Tragwerke .....	185
Problemstellung.....	185
Zuerst gehen wir aufs Ganze.....	186
Teile und herrsche – ein altes, aber sehr nützliches Sprichwort.....	188
Nichteinfache Tragwerke.....	192
Beispiel.....	192
Gesamtsystem.....	193
Teilsysteme.....	194
Matrizenschreibweise.....	197
Räumliche Tragwerke .....	198
Beispiel: Portalkran .....	199
Beispiel: Container an Traverse.....	200
Beispiel: Kiste auf Palette.....	203
Übungen.....	209
Einfaches Tragwerk.....	209
Mars-Rover Curiosity.....	209
Ölpumpe.....	210
Basketballkorb.....	210

### Kapitel 11

## Schnittreaktionen: die Computertomografie der Statik..... 213

The Name of the Game .....	213
Definition .....	213
Räumliches Beispiel.....	216
Einfache Tragwerke .....	218
Belastung durch Einzelkraft.....	218
Träger mit Streckenlast.....	225
Von der Makro- zur Mikroskopie.....	230
Differenzielle Betrachtung.....	230
Beispiel: Bauteil unter Eigengewicht.....	232
Randbedingungen.....	234
Plötzliche Belastungsänderungen .....	234
Nichteinfache Tragwerke.....	235
Ersatzmodell und Lagerreaktionen.....	235
Schnittreaktionen.....	238
Gekrümmte Abschnitte.....	242
Ein feines Kochrezept.....	246
Übungen.....	247
Einzelträger .....	247
Sprungbrett.....	247
Absperrhahn .....	248
Streckenlast.....	248
Kran.....	249
Rahmentragwerk.....	249



## 20 Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel 12</b>	
<b>Virtuelle Arbeit</b> .....	<b>251</b>
Prinzip der minimalen Energie.....	251
Arbeit und potenzielle Energie.....	252
Beispiel.....	252
Stabilität von Gleichgewichtslagen.....	255
Standardlösung.....	255
Virtuelle Arbeit.....	257
Beispiel: Einzelne Stabkräfte.....	257
Beispiel: Einzelne Lagerreaktionen.....	260
Übungen.....	262
Einfaches Fachwerk.....	262
Gelenkträger.....	262
<b>TEIL IV</b>	
<b>REIBUNG</b> .....	<b>263</b>
<b>Kapitel 13</b>	
<b>Kontakt und Reibgesetze</b> .....	<b>265</b>
Kontaktkraft.....	265
Reibgesetze und Reibungsungleichung.....	267
Unterschiedliche Berührebenen.....	269
Gleichgewicht mit Kontaktkräften.....	270
Übungen.....	271
Sonnenliege.....	271
Schubkarren auf schiefer Ebene abgestellt.....	272
Platte an Rolle gelehnt.....	272
Leiter auf Treppe.....	273
<b>Kapitel 14</b>	
<b>Statisch bestimmte Systeme</b> .....	<b>275</b>
Einsetzende Bewegung.....	275
Schritt 1: Ersatzsystem, Gleichgewicht und Lagerreaktionen.....	275
Teilschritt 2a: Abheben.....	277
Teilschritt 2b: Kippen.....	278
Zwischenbilanz.....	279
Teilschritt 2c: Reibungsungleichung.....	280
Erforderliche Reibwerte.....	282
Schritt 1: Ersatzsystem, Gleichgewicht und Lagerreaktionen.....	282
Schritt 2: Reibungsungleichung.....	284
Gleichgewichtsbereiche.....	286
Schritt 1: Ersatzsystem, Gleichgewicht und Lagerreaktionen.....	287
Schritt 2: Reibungsungleichung.....	288
Reibungskegel.....	288
Selbsthemmung.....	289
Schritt 1: Ersatzsystem, Gleichgewicht und Lagerreaktionen.....	289
Schritt 2: Reibungsungleichung.....	291







## Inhaltsverzeichnis 21

Fazit.....	292
Übungen.....	292
Sonnenliege, Schubkarre, Leiter, Platte.....	292
Platte auf Platte.....	292
Kabeltrommel.....	293
Abgestützte Platte.....	293
Werbetafel.....	294

### **Kapitel 15** **Statisch überbestimmte Systeme ..... 295**

Die Leiter an der Wand: das klassische Beispiel.....	295
Ersatzsystem.....	295
Gleichgewichtsbeziehungen.....	296
Sonderfall: rauher Boden und glatte Wand.....	297
Sonderfall: glatter Boden und raue Wand.....	298
Grenzbetrachtung: rauher Boden und raue Wand.....	298
Eine Klemmvorrichtung.....	300
Ersatzsystem.....	300
Gleichgewicht.....	301
Sonderfall: glatte Wand und rauher Bügel.....	301
Grenzbetrachtung: Quader rutscht nach unten.....	304
Grenzbetrachtung: Quader wird nach oben gezogen.....	305
Übungen.....	306
Muffe.....	306
Walze mit Stab.....	307
Hubtisch.....	307

### **Kapitel 16** **Seid umschlungen: die Seilreibung ..... 309**

Grundgleichung.....	309
Riemenantrieb.....	314
Bandbremse.....	315
Übungen.....	318
Wurzelstock.....	318
Bergsteiger.....	318
Lampe.....	319
Riementrieb.....	320
Bandbremse.....	320

### **TEIL V** **TOP-TEN TEIL ..... 321**

### **Kapitel 17** **Die ersten zehn Schritte vom Statik-Dummy zum Statik-Expert ..... 323**

### **Kapitel 18** **Zehn Tipps zur Lösung von Statikaufgaben ..... 327**



## 22 Inhaltsverzeichnis

<b>Anhang A: Lösungen</b> .....	<b>331</b>
Kapitel 1 .....	331
Kapitel 2 .....	331
Zahlenbeispiel .....	331
Antennenmast.....	332
Krausleger .....	332
Kapitel 3 .....	333
Konstruktion.....	333
Handbohrer.....	334
Inbus-Schlüssel.....	334
Kapitel 4 .....	335
Schaukel.....	335
Kraftmessung.....	336
Sattelzug.....	336
Kapitel 5 .....	337
U-Profil.....	337
Behälter .....	338
Muldenkipper .....	338
Rohrstutzen.....	338
Kapitel 6 .....	339
Träger mit Kragarm .....	339
Verschiedene Belastungsfälle.....	340
Verschiedene Lagerungsfälle.....	341
Kapitel 7 .....	341
Flaschenzug.....	341
Seilbahngondel.....	341
Kiste mit Deckel .....	341
Kapitel 8 .....	342
Einfaches Fachwerk.....	342
Nichteinfaches Fachwerk .....	342
Abspannmast .....	342
Räumliches Fachwerk .....	343
Kapitel 9 .....	344
Gewicht an Kette und Seil.....	344
Abgestützter Kragarm.....	344
Tennisnetz.....	345
Kapitel 10.....	345
Einfaches Tragwerk.....	345
Marsrover Curiosity.....	345
Ölpumpe.....	346
Basketballkorb.....	347
Kapitel 11.....	349
Einzelträger .....	349
Sprungbrett.....	349
Absperrhahn .....	350
Streckenlast.....	350

**Inhaltsverzeichnis 23**

Kran.....	351
Rahmentragwerk.....	351
Kapitel 12.....	351
Einfaches Fachwerk.....	351
Gelenkträger .....	352
Kapitel 13.....	353
Sonnenliege.....	353
Schubkarren auf schiefer Ebene abgestellt.....	353
Platte an Rolle gelehnt.....	353
Leiter auf Treppe.....	354
Kapitel 14.....	354
Sonnenliege, Schubkarre, Leiter, Platte.....	354
Platte auf Platte .....	355
Kabeltrommel.....	355
Abgestützte Platte.....	355
Werbetafel.....	356
Kapitel 15.....	356
Muffe.....	356
Walze mit Stab.....	356
Hubtisch .....	357
Kapitel 16.....	357
Bergsteiger.....	357
Lampe .....	357
Riementrieb.....	357
Bandbremse.....	357

**Anhang B: Zusätzliche Aufgaben oder auch  
Fifty Shades of Hard Work..... 359**

**Stichwortverzeichnis..... 387**

