Inhaltsverzeichnis

1 Statik ... 1
1.1 Freimachen, Gleichgewichtsbedingungen ... 1
S 1 Flaschenzug ... 1
S 2 Differential-Flaschenzug ... 3
S 3 Hängebrücke ... 4
S 4 Brückenwaage ... 6
S 5 Sägebock ... 8
S 6 Anheben einer Walze ... 10
S 7 Ziehen eines Wagens über eine Stufe ... 12
S 8 Schubkarren in einer Rinne ... 14
S 9 Kraftmessung an einem Drehstahl ... 16
S 10 Belastung einer gelagerten Scheibe durch ein Moment ... 18
S 11 Unterschiedliche Angriffspunkte einer äußeren Kraft am Gelenk ... 20
1.2 Dreigelenkbogen ... 22
S 12 Hubwerk ... 22
S 13 Kranausleger ... 25
S 14 Walze zwischen zwei Balken ... 26
S 15 Greifzange ... 28
S 16 Nürnberger Korkenzieher ... 30
S 17 Dreigelenkbogen als Fachwerk ... 31
1.3 Fachwerke ... 37
S 18 Fachwerk belastet mit einem Kräftepaar ... 37
S 19 Fachwerk belastet mit zwei Kräften ... 39
S 20 Gerberträger mit Fachwerksunterbau ... 42
S 21 K-Fachwerk ... 44
S 22 Förderanlage als Fachwerk-Konstruktion ... 45
1.4 Schwerpunkt ... 49
S 23 Trapezscheibe an 3 Stäben ... 49
S 24 Halbkreisscheibe ... 52
S 25 Hochspringer ... 54
1.5 Haftung und Reibung an ebenen Flächen ... 56
S 26 Verschiebbare Stange ... 56
S 27 Monteur auf der Leiter ... 57
S 28 Verschieben eines Quaders ... 60

624423

S 29 Rolle in einer Ecke 63
S 30 Abrutschen eines Steigeisens 65
S 31 Abrutschen einer Zange 67
S 32 Brett auf einer Walze 69
S 33 Papierrolle an der Wand 71
S 34 Verschiebung zweier Keile 73
S 35 Klotz auf schiefer Ebene mit seitlicher Verschiebekraft 76
S 36 Balken auf zwei parallelen Stützen 77
S 37 Kraftwagen am Hang 79
S 38 Wagen auf schiefer Ebene mit Rollreibung 81
1.6 Haftung und Reibung an gekrümmten Flächen (Seilreibung) 83
S 39 Quader auf schiefer Ebene 83
S 40 Zwei Quader übereinander auf einer schiefen Ebene 85
S 41 Ladevorrichtung 86
S 42 Riementrieb mit Spannrolle 89
S 43 Selbstspannender Riementrieb 92
S 44 Backenbremse 94
1.7 Schnittgrößen 97
S 45 Aufzug 97
S 46 Kragträger mit Streckenlast und Einzelkraft 99
S 47 Gerberträger mit Streckenlasten 100
S 48 Tragwerk mit Fachwerkstütze 103
S 49 Balken auf 2 Stützen 105
1.8 Räumliche Systeme 107
Hinweise und Tipps 107
Vektorrechnung 107
Vektorielle Bestimmung von Momenten 108
Aufgaben 111
S 50 Moment einer Kraft im Raum 111
S 51 Räumlich gebogener Rohrstrang 113
S 52 Fahrrad-Kettentrieb 117
S 53 Quader auf 6 Stützen 119
S 54 Hebewinde 121
S 55 Rechteckige Konsole 123
S 56 Einstufiges, geradverzahntes Getriebe 125
S 57 Getriebewelle 127
S 58 Vorgelegewelle 129
S 59 Stabilität eines dreibeinigen Tisches 132

624423

1.9 Virtuelle Arbeit ... 134
Erläuterungen ... 134
S 60 Bestimmung von Auflagerreaktionen und Schnittgrößen ... 136
1.10 Stabilität von Gleichgewichtslagen ... 139
S 61 Brief- oder Paketwaage ... 139
Aufgaben zur Selbstkontrolle ... 144
Hinweise und Tipps ... 144
SA 1-1 Hydraulische Hebebühne ... 144
SA 1-2 Gelenkträger mit Stabwerk-Unterbau ... 145
SA 1-3 Balken über einer Rinne ... 145
SA 2-1 Förderanlage als Fachwerk ... 147
SA 2-2 Eingespannter Gerberträger ... 147
SA 2-3 Absetzen eines Trägers ... 148

2 Festigkeitslehre ... 150
2.1 Spannung und Verformung bei Längsbeanspruchung, Hookesches Gesetz ... 150
F 1 Federkräfte ... 150
F 2 Lagerung einer starren Platte ... 151
F 3 Abgesetzter Stab zwischen 2 starren Wänden ... 154
F 4 Einbau eines zu kurzen Fachwerkstabes ... 156
F 5 Schrauben-Flanschverbindung ... 157
2.2 Mohrscher Spannungskreis, Spannungen infolge Innendrucks ... 162
F 6 Dehnungsmessstreifen an einer Platte ... 162
F 7 Dünnwandiges Rohr beansprucht auf Innendruck, Biegung und Torsion ... 164
F 8 Quader in eine Nut gepresst ... 168
F 9 Zwei konzentrische Rohre ... 171
2.3 Spannung und Verformung bei Biegung und Torsion ... 175
F 10 Verbundsystem ... 175
F 11 Abgewinkelter Balken ... 177
F 12 Abgewinkeltes Rohr mit Innendruck und äußerer Belastung ... 181
F 13 Halbkreisförmig gebogenes Rohr mit Innendruck und Einzelkraft ... 186
F 14 Eingespannter Balken mit parabelförmiger Streckenlast ... 188
F 15 Balken mit abgesetzter Streckenlast ... 191
F 16 Balken mit abgesetztem Querschnitt ... 195
F 17 Balken mit veränderlicher Streckenlast ... 197
F 18 Überkragender Balken ... 203
F 19 Eingespannter Gerberträger ... 204
F 20 Verformung eines Hakens ... 207

624423

2.4 Einfach statisch unbestimmte Balkensysteme 210
F 21 Gelenkig gelagerter Träger mit elastischer Mittelstütze 210
F 22 Doppelpendelstütze als Balkenlager 212
F 23 Feder zwischen zwei Balken 215
F 24 Querbalken als Stütze 217
F 25 Zwei aufeinanderliegende Balken 218
F 26 Abgewinkelter, dreifach gelenkig gelagerter Balken 220
F 27 Eingespannter, abgewinkelter Balken mit Loslager 225
F 28 Balken mit Stabunterbau 227
2.5 Flächenträgheitsmomente, Steinerscher Satz, schiefe Biegung 231
F 29 Träger aus zwei U-Profilen zusammengesetzt 231
F 30 Träger mit Z-Profil belastet mit Einzelkräften 234
F 31 Träger mit Z -Profil und Streckenlast 239
F 32 Träger mit Dreiecks-Querschnitt 241
F 33 Träger belastet in 2 Ebenen 245
2.6 Schubspannungen durch Querkräfte bei der Biegung 248
F 34 Träger mit ungleichmäßigem Doppel T-Profil 248
F 35 Genagelter Holzbalken 250
F 36 Biegung eines kurzen, rechteckigen Kastenträgers 252
2.7 Torsion dünnwandiger Profile, Bredtsche Formeln 255
F 37 Torsion eines dünnwandigen Rechteckkastens 255
2.8 Knicken von Stäben, Stabilität 258
F 38 Schwerer Quader auf zwei Stäben 258
F 39 Untersuchung der Knickrichtung bei einem rechteckigen Stab 260
F 40 Knickbiegung bei einem eingespannten Stab 262
Aufgaben zur Selbstkontrolle 265
FA 1-1 Umbau eines Zweistäbeverbandes 265
FA 1-2 Statisch unbestimmt gelagerter Balken mit Momentenbelastung 266
FA 1-3 Eingespannter, am Seil hängender Balken mit Dreieckslast 267
FA 2-1 Eingespannter Balken mit Stütze 268
FA 2-2 Scheibe mit aufgewickeltem Seil 269
FA 2-3 Allgemeiner Biegefall 270

3 Dynamik 273
3.1 Kinematik, geradlinige Bewegung 273
D 1 Überholvorgang 273
D 2 Dopplereffekt bei einem Raumschiff 274
D 3 Kinematik eines Seilzugs 276

624423

D 4 Kinematik bei fester und loser Rolle ... 277
D 5 Rutschender Quader ... 278
3.2 Krummlinige Bewegung ... 282
D 6 Archimedische Spirale ... 282
D 7 Punktförmiger Körper auf glatter Bahn ... 284
D 8 Massenpunkt auf einer Schleifenbahn (Looping) ... 286
3.3 Eulerscher Geschwindigkeits- und Beschleunigungssatz ... 288
D 9 Gelenkviereck mit angehängtem Dreieck ... 288
D 10 Koppelschleifen-Getriebe ... 291
3.4 Dynamisches Grundgesetz, Prinzip von d'Alembert ... 294
D 11 Trägheitskräfte in einem Fahrstuhl ... 295
D 12 Kinetik eines Seilzugs ... 297
D 13 Kinetik bei einem System aus einer festen und einer losen Rolle ... 299
D 14 Aufsetzen einer rotierenden Scheibe auf dem Boden ... 300
D 15 Zugkraft am aufgespulten Faden einer Rolle ... 303
D 16 Doppelseilrolle ... 305
D 17 Walze mit aufgewickeltem Seil auf einer schiefen Ebene ... 307
D 18 Rutschender Stab ... 310
D 19 Bandbremse ... 313
D 20 Hubwerk mit einstufigem Getriebe ... 315
3.5 Prinzip der virtuellen Arbeit ... 318
D 21 Hubwerk mit zweistufigem Getriebe ... 319
D 22 Aufzug ... 322
3.6 Arbeitssatz, Impuls- und Drallsatz ... 325
D 23 Zwei Artisten klettern an einem Seil ... 325
D 24 Abschuss einer Kugel aus einer Kanone ... 327
D 25 Zwei rotierende Reibräder ... 329
D 26 Lastwagen auf schiefer Ebene ... 332
3.7 Stoßvorgänge ... 336
D 27 Stoß zweier Quader ... 337
D 28 Pendelschlagwerk ... 338
D 29 Stab stößt gegen eine Kante ... 342
D 30 Stoß bei einem sich straffendem Seil ... 345
D 31 Stab rutscht in einer Rinne ... 348
3.8 Relativbewegung ... 350
D 32 Absprung von Personen aus einem Boot ... 350
D 33 Mann bewegt sich auf einem Brett über Rollen ... 353
D 34 Relativbewegung eines Quaders gegenüber einem bewegten Keil ... 356

624423

D 35 Turmdrehkran 358

3.9 Schwingungen 361
D 36 Feder-Masse-System im Schwerefeld 361
D 37 Zwei Massen verbunden durch eine Feder 364
D 38 Kombinierte Translations- und Rotations-Schwingung 369
D 39 Erzwungene Schwingung mit harmonischer Krafterregung 374
D 40 Gedämpfte Translationsschwingung 376
D 41 Pendel mit Feder und Dämpfer 380
D 42 Schüttelsieb (Wegerregung über den Federendpunkt) 386
D 43 Bodenverdichter (Fliehkrafterregung) 389
D 44 Rotierende unwuchtige Maschine auf elastischem Träger 393
D 45 Unwuchterreger 398
Aufgaben zur Selbstkontrolle 402
DA 1-1 Walze und Quader auf schiefer Ebene 402
DA 1-2 Hubwerk 403
DA 1-3 Stab (Tür) prallt gegen einen Stopper 404
DA 2-1 Beschleunigung eines Kraftfahrzeugs 405
DA 2-2 Schrägaufzug 406
DA 2-3 Stoß einer Kugel gegen eine gelenkig gelagerte Platte 407

624423