

Inhaltsverzeichnis

Vorwort V

I EINFÜHRUNG

1	Aufgabe und Abgrenzung der Baustatik	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Grundlagen der Baustatik	1
1.3	Baustatische Verfahren	2
1.4	Baustatik und Baudynamik	3
1.5	Baustatik und Konstruktion	4

2	Geschichtlicher Hintergrund	5
----------	------------------------------------	---

II GRUNDLAGEN

3	Projektierung von Tragwerken	11
3.1	Allgemeines	11
3.2	Tragwerksentwurf	13
3.3	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	15
3.4	Zusammenfassung	26
3.5	Aufgaben	27

4	Tragwerksanalyse und Bemessung	29
4.1	Allgemeines	29
4.2	Einwirkungen	29
4.2.1	Einwirkungen und Auswirkungen	29
4.2.2	Einwirkungsmodelle und repräsentative Werte	30
4.3	Tragwerksmodell	31
4.4	Grenzzustände	32
4.5	Bemessungssituationen und Lastfälle	32
4.6	Nachweise	33
4.6.1	Nachweiskonzept	33
4.6.2	Bemessungswerte	33
4.6.3	Nachweis der Tragsicherheit	35
4.6.4	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	35
4.7	Bemerkungen	35
4.8	Hinweise zur statischen Berechnung	37
4.9	Hinweise zum technischen Bericht	39
4.10	Zusammenfassung	41
4.11	Aufgaben	41

5	Statische Beziehungen	43
5.1	Kräftesysteme und Gleichgewicht	43
5.1.1	Grundbegriffe	43
5.1.2	Kräftesysteme	44

5.1.3	Gleichgewicht	45
5.1.4	Standfestigkeit	45
5.1.5	Lager	47
5.1.6	Gelenke	50
5.1.7	Schnittgrößen	51
5.2	Spannungen	53
5.2.1	Grundbegriffe	53
5.2.2	Einachsiger Spannungszustand	53
5.2.3	Ebener Spannungszustand	54
5.2.4	Räumlicher Spannungszustand	57
5.3	Differentielle Tragwerkselemente	61
5.3.1	Gerade Stäbe	61
5.3.2	In einer Ebene gekrümmte Stäbe	62
5.4	Zusammenfassung	68
5.5	Aufgaben	69

6	Kinematische Beziehungen	71
6.1	Grundbegriffe	71
6.2	Ebener Verformungszustand	72
6.3	Räumlicher Verformungszustand	74
6.4	Zusammenfassung	76
6.5	Aufgaben	77

7	Werkstoffbeziehungen	79
7.1	Grundbegriffe	79
7.2	Linear elastisches Verhalten	81
7.3	Ideal plastisches Verhalten	83
7.3.1	Einachsiger Spannungszustand	83
7.3.2	Räumlicher Spannungszustand	84
7.3.3	Fliessbedingungen	85
7.4	Zeitabhängiges Verhalten	91
7.4.1	Schwinden	91
7.4.2	Kriechen und Relaxation	91
7.5	Temperaturverformungen	95
7.6	Ermüdung	95
7.6.1	Allgemeines	95
7.6.2	S-N-Diagramme	96
7.6.3	Schadensakkumulation unter Betriebslasten	97
7.7	Zusammenfassung	99
7.8	Aufgaben	100

8	Energieverfahren	103
8.1	Einführendes Beispiel	103
8.1.1	Statisch bestimmtes System	103
8.1.2	Statisch unbestimmtes System	105

8.1.3	Arbeitsgleichung	106
8.1.4	Bemerkungen	107
8.2	Variablen und Operatoren	107
8.2.1	Einleitung	107
8.2.2	Ebene Stabtragwerke	109
8.2.3	Räumliche Stabtragwerke	111
8.2.4	Ebener Spannungszustand	112
8.2.5	Ebener Verzerrungszustand	113
8.2.6	Platten	113
8.2.7	Dreidimensionale Kontinua	115
8.2.8	Bemerkungen	116
8.3	Prinzip der virtuellen Arbeiten	117
8.3.1	Virtuelle Kraft- und Verformungsgrößen	117
8.3.2	Prinzip der virtuellen Verformungen	117
8.3.3	Prinzip der virtuellen Kräfte	117
8.3.4	Bemerkungen	118
8.4	Elastische Systeme	120
8.4.1	Hyperelastische Werkstoffe	120
8.4.2	Konservative Systeme	121
8.4.3	Linear elastische Systeme	128
8.5	Näherungsverfahren	131
8.5.1	Einleitung	131
8.5.2	Verfahren von RITZ	131
8.5.3	Verfahren von GALERKIN	135
8.6	Zusammenfassung	136
8.7	Aufgaben	138

III LINEARE STATIK DER STABTRAGWERKE

9	Aufbau von Stabtragwerken	139
9.1	Allgemeines	139
9.2	Tragwerksmodellierung	139
9.3	Diskretisiertes Tragwerksmodell	142
9.3.1	Beschreibung des statischen Systems	142
9.3.2	Knotengleichgewicht	143
9.3.3	Statische Bestimmtheit	144
9.3.4	Kinematische Herleitung der Gleichgewichtsmatrix	146
9.4	Zusammenfassung	149
9.5	Aufgaben	149
10	Kraftgrössenermittlung	151
10.1	Allgemeines	151
10.2	Betrachtung ausgewählter Schnittkörper	152
10.3	Knotengleichgewicht	156
10.4	Kinematische Methode	158
10.5	Zusammenfassung	160
10.6	Aufgaben	160
11	Schnittgrößen und Zustandslinien	161
11.1	Allgemeines	161
11.2	Gelenkstabwerke	163
11.2.1	GERBERträger	163
11.2.2	Gelenkbogen und -rahmen	165
11.2.3	Verstärkte Balken mit Zwischengelenk	167

11.3	Fachwerke	168
11.3.1	Voraussetzungen und Tragwerksaufbau	168
11.3.2	Berechnungsverfahren	171
11.3.3	Knotengleichgewicht	171
11.3.4	CREMONAplan	173
11.3.5	RITTERsches Schnittverfahren	174
11.3.6	Kinematische Methode	175
11.4	Zusammenfassung	176
11.5	Aufgaben	177
12	Einflusslinien	179
12.1	Allgemeines	179
12.2	Einflusslinienermittlung mittels Gleichgewichtsbedingungen	180
12.3	Kinematische Einflusslinienermittlung	181
12.4	Zusammenfassung	185
12.5	Aufgaben	185
13	Elementare Verformungen	187
13.1	Allgemeines	187
13.2	Biegung und Normalkraft	187
13.2.1	Spannungs- und Verformungszustand	187
13.2.2	Hauptachsen	189
13.2.3	Spannungsberechnung	191
13.2.4	Verbundquerschnitte	192
13.2.5	Temperaturverformungen	194
13.2.6	Ebene Biegung gekrümmter Stäbe	195
13.2.7	Praktische Hinweise	196
13.3	Querkraft	196
13.3.1	Näherung für prismatische Stäbe unter spezieller Biegung	196
13.3.2	Approximativer ebener Spannungszustand	198
13.3.3	Dünnwandige Querschnitte	199
13.3.4	Schubmittelpunkt	201
13.4	Torsion	202
13.4.1	Kreisquerschnitte	202
13.4.2	Allgemeine Querschnitte	203
13.4.3	Dünnwandige Hohlquerschnitte	206
13.4.4	Wölb torsion	209
13.5	Zusammenfassung	218
13.6	Aufgaben	220
14	Einzelverformungen	223
14.1	Allgemeines	223
14.2	Arbeitssatz	224
14.2.1	Einführendes Beispiel	224
14.2.2	Allgemeine Formulierung	225
14.2.3	Berechnung der Verschiebungsarbeitsintegrale	225
14.2.4	Systematisches Vorgehen	228
14.3	Anwendungen	228
14.4	Satz von Maxwell	232
14.5	Zusammenfassung	233
14.6	Aufgaben	233

15	Verformungslinien	235	17.4.3	Gleichgewichtsbedingungen	.....	295
15.1	Allgemeines	.....	235	17.4.4	Anwendungen	.....
15.2	Differentialgleichungen gerader Stabelemente	.....	235	17.4.5	Zwängungen	.....
15.2.1	Ebene Beanspruchung	.....	235	17.4.6	Einflusslinien	.....
15.2.2	Räumliche Beanspruchung	.....	237	17.4.7	Momentenausgleichsverfahren von CROSS	.....
15.2.3	Querkrafteinfluss	.....	237	17.5	Zusammenfassung	.....
15.2.4	Kriech-, Schwind- und Temperaturverformungen	.....	237	17.6	Aufgaben	.....
15.2.5	Gekrümmte Stabachsen	.....	237	18	Kontinua	.....
15.3	Integrationsverfahren	.....	238	18.1	Allgemeines	.....
15.3.1	Analytische Integration	.....	238	18.2	Stabdehnung	.....
15.3.2	MOHRsche Analogie	.....	240	18.2.1	Anwendungsbeispiele	.....
15.4	Zusammenfassung	.....	245	18.2.2	Berechnungsmodell	.....
15.5	Aufgaben	.....	245	18.2.3	Eigenspannungen	.....
16	Kraftmethode	.....	247	18.2.4	Zwängungen	.....
16.1	Allgemeines	.....	247	18.2.5	Verbund	.....
16.2	Tragverhalten statisch unbestimmter Systeme	.....	247	18.2.6	Zusammenfassung	.....
16.2.1	Übersicht	.....	247	18.3	Schubträger	.....
16.2.2	Statisch bestimmtes System	.....	248	18.3.1	Anwendungsbeispiele	.....
16.2.3	Einfach statisch unbestimmtes System	.....	249	18.3.2	Berechnungsmodell	.....
16.2.4	Zweifach statisch unbestimmtes System	.....	251	18.3.3	Stockwerkrahmen	.....
16.2.5	Vertiefte Analyse des einfach statisch unbestimmten Systems	.....	252	18.3.4	VIERENDEEL-Träger	.....
16.2.6	Vertiefte Analyse des zweifach statisch unbestimmten Systems	.....	256	18.3.5	Sandwichplatten	.....
16.3	Klassische Darstellung der Kraftmethode	.....	256	18.3.6	Zusammenfassung	.....
16.3.1	Allgemeines Vorgehen	.....	256	18.4	Biegeträger	.....
16.3.2	Bemerkungen	.....	257	18.4.1	Allgemeines	.....
16.3.3	Verformungen	.....	259	18.4.2	Berechnungsmodell	.....
16.3.4	Einflusslinien	.....	261	18.4.3	Zwängungen	.....
16.4	Anwendungen	.....	264	18.4.4	Elastische Bettung	.....
16.5	Zusammenfassung	.....	274	18.4.5	Zusammenfassung	.....
16.6	Aufgaben	.....	276	18.5	Kombination von Schub- und Biegetragwirkung	.....
17	Verformungsmethode	.....	279	18.5.1	Allgemeines	.....
17.1	Unabhängige Stabendvariablen	.....	279	18.5.2	Schubwand-Rahmensysteme	.....
17.1.1	Allgemeines	.....	279	18.5.3	Schubwandverbindung	.....
17.1.2	Element-Steifigkeitsbeziehung	.....	279	18.5.4	Verdübelte Balken	.....
17.1.3	Stabeinwirkungen	.....	280	18.5.5	Zusammenfassung	.....
17.1.4	Algorithmus der Verformungsmethode	.....	282	18.6	Bogen	.....
17.2	Vollständige Stabendvariablen	.....	283	18.6.1	Allgemeines	.....
17.2.1	Allgemeines	.....	283	18.6.2	Berechnungsmodell	.....
17.2.2	Element-Steifigkeitsbeziehung	.....	284	18.6.3	Anwendungen	.....
17.2.3	Stabeinwirkungen	.....	285	18.6.4	Zusammenfassung	.....
17.2.4	Lagerkraftgrößen	.....	285	18.7	Ringförmige Konstruktionen	.....
17.3	Direkte Steifigkeitsmethode	.....	286	18.7.1	Allgemeines	.....
17.3.1	Inzidenztransformation	.....	286	18.7.2	Berechnungsmodell	.....
17.3.2	Drehtransformation	.....	287	18.7.3	Anwendungen	.....
17.3.3	Algorithmus der direkten Steifigkeitsmethode	.....	288	18.7.4	Randstörungen bei Zylinderschalen	.....
17.4	Drehwinkelverfahren	.....	292	18.7.5	Zusammenfassung	.....
17.4.1	Allgemeines	.....	292	18.8	Seile	.....
17.4.2	Grundzustände und Stabendmomente	.....	294	18.8.1	Allgemeines	.....
				18.8.2	Berechnungsmodell	.....
				18.8.3	Dehnstarre Seile	.....
				18.8.4	Dehnsteife Seile	.....
				18.8.5	Dehnsteifigkeit querbelasteter Seile	.....
				18.8.6	Zusammenfassung	.....

18.9	Kombination von Seil- und Biegetragwirkung	363
18.9.1	Berechnungsmodell	363
18.9.2	Biegesteife Zugglieder	364
18.9.3	Hängedächer und Spannbänder	365
18.9.4	Hängebrücken	370
18.9.5	Zusammenfassung	370
18.10	Aufgaben	371
19	Diskontinua	373
19.1	Allgemeines	373
19.2	Kraftmethode	374
19.2.1	Vollständige und globale Stabendkraftgrößen	374
19.2.2	Element-Nachgiebigkeitsbeziehung	374
19.2.3	Stabeinwirkungen	376
19.2.4	Algorithmus der Kraftmethode	376
19.2.5	Vergleich mit klassischer Kraftmethode	378
19.2.6	Praktische Anwendung	378
19.2.7	Reduzierte Freiheitsgrade	378
19.2.8	Ergänzende Bemerkungen	381
19.3	Einführung in die Methode der finiten Elemente	383
19.3.1	Grundlagen	383
19.3.2	Elementmatrizen	383
19.3.3	Schubstarres Stabelement	383
19.3.4	Ansatzfunktionen	387
19.3.5	Bemerkungen	388
19.4	Zusammenfassung	388
19.5	Aufgaben	389

IV NICHTLINEARE STATIK DER STABTRAGWERKE

20	Elastisch - plastische Systeme	391
20.1	Allgemeines	391
20.2	Einfach statisch unbestimmtes Fachwerk	391
20.2.1	Einparametrische Belastung	391
20.2.2	Zweiparametrische Belastung und Verallgemeinerung	398
20.3	Balkenbiegung	400
20.3.1	Momenten-Krümmungsdiagramme	400
20.3.2	Einfeldträger	402
20.3.3	Durchlaufträger	405
20.3.4	Rahmen	407
20.3.5	Bemerkungen	408
20.4	Zusammenfassung	408
20.5	Aufgaben	409

21 Traglastverfahren

21.1	Allgemeines	411
21.2	Grenzwertsätze	412
21.2.1	Grundlagen	412
21.2.2	Unterer Grenzwertsatz	412
21.2.3	Oberer Grenzwertsatz	413
21.2.4	Verträglichkeitssatz	413
21.2.5	Folgerungen aus den Grenzwertsätzen	413

21.3	Statische und kinematische Methode	414
21.3.1	Allgemeines	414
21.3.2	Einfeldträger	415
21.3.3	Durchlaufträger	417
21.3.4	Ebene Rahmen	418
21.3.5	Querbelastete ebene Rahmen	423
21.4	Plastische Festigkeitslehre	428
21.4.1	Allgemeines	428
21.4.2	Schiefe Biegung	428
21.4.3	Biegung und Normalkraft	430
21.4.4	Biegung und Torsion	434
21.4.5	Biegung und Querkraft	436
21.5	Einspiellast und Traglast	437
21.6	Bemessung auf minimale Eigenlast	439
21.6.1	Allgemeines	439
21.6.2	Lineare Zielfunktion	440
21.6.3	FOULKES-Mechanismen	440
21.6.4	Bemerkungen	442
21.7	Numerische Verfahren	444
21.7.1	Kraftmethode	444
21.7.2	Traglastprogramm	445
21.7.3	Optimale Bemessung	446
21.8	Zusammenfassung	448
21.9	Aufgaben	449

22 Stabilitätsprobleme

22.1	Allgemeines	451
22.2	Elastisches Knicken	451
22.2.1	Stützenbiegelineie	451
22.2.2	Verzweigungsprobleme	455
22.2.3	Näherungsverfahren	456
22.2.4	Ergänzungen	462
22.2.5	Drehwinkelverfahren	467
22.2.6	Steifigkeitsmatrizen	471
22.3	Elastisch - plastisches Knicken	473
22.3.1	Zentrisch beanspruchte Druckglieder	473
22.3.2	Exzentrische beanspruchte Druckglieder	476
22.3.3	Traglast von Rahmen nach Theorie 2. Ordnung	479
22.4	Biegedrillknicken und Kippen	482
22.4.1	Grundlage	482
22.4.2	Zentrische Belastung	484
22.4.3	Exzentrische Belastung in starker Ebene	485
22.4.4	Allgemeine Belastung	487
22.5	Zusammenfassung	490
22.6	Aufgaben	491

V FLÄCHENTRAGWERKE

23 Scheiben

23.1	Allgemeines	493
23.2	Elastische Scheiben	493
23.2.1	Spannungsfunktion	493
23.2.2	Polarkoordinaten	495
23.2.3	Ansätze für Verschiebungskomponenten	498

23.3	Stahlbeton-Scheibenelemente	498	25.2.3	Bemerkungen	595
23.3.1	Orthogonale Bewehrung	498	25.3	Nicht prismatische Faltwerke	596
23.3.2	Allgemeine Bewehrung	502	25.4	Zusammenfassung	596
23.4	Statische Methode	503	25.5	Aufgaben	597
23.4.1	Allgemeines	503	26	Schalen	599
23.4.2	Fachwerkmodelle	503	26.1	Allgemeines	599
23.4.3	Diskontinuierliche Spannungsfelder	507	26.2	Membrantheorie der Rotationsschalen	600
23.4.4	Stringer-Tafelmodell	513	26.2.1	Symmetrische Belastung	600
23.5	Kinematische Methode	514	26.2.2	Unsymmetrische Belastung	604
23.5.1	Anwendungen im Stahlbetonbau	514	26.3	Membrantheorie der Zylinderschalen	605
23.5.2	Anwendungen im Grundbau	519	26.3.1	Allgemeine Beziehungen	605
23.6	Zusammenfassung	522	26.3.2	Rohre und Tonnendächer	606
23.7	Aufgaben	524	26.3.3	Polygonale Kuppeln	608
24	Platten	527	26.4	Membrankräfte in Schalen beliebiger Form	610
24.1	Grundlagen	527	26.4.1	Gleichgewichtsbedingungen	610
24.1.1	Allgemeines	527	26.4.2	Elliptische Probleme	611
24.1.2	Statische Beziehungen	527	26.4.3	Hyperbolische Probleme	612
24.1.3	Kinematische Beziehungen	533	26.5	Biegetheorie drehsymmetrischer Kreiszyinderschalen	617
24.2	Schubstarre linear elastische Platten mit kleinen Durchbiegungen	535	26.6	Biegetheorie flacher Schalen	619
24.2.1	Grundlegende Beziehungen	535	26.6.1	Grundlagen	619
24.2.2	Lösungsverfahren	537	26.6.2	Differentialgleichung für Durchbiegung	620
24.2.3	Rotationssymmetrische Probleme	538	26.6.3	Kreiszyinderschalen unter asymmetrischer Belastung	621
24.2.4	Rechteckplatten	541	26.7	Biegetheorie symmetrisch belasteter Rotationsschalen	624
24.2.5	Flachdecken	545	26.7.1	Grundlagen	624
24.2.6	Energieverfahren	548	26.7.2	Differentialgleichung für Durchbiegung	624
24.3	Fliessbedingungen	549	26.7.3	Kugelschalen	625
24.3.1	Fliessbedingungen von v. MISES und TRESCA	549	26.7.4	Näherung für Schalen beliebiger Form	627
24.3.2	Stahlbetonplatten	552	26.8	Stabilität	627
24.4	Statische Methode	559	26.8.1	Allgemeines	627
24.4.1	Rotationssymmetrische Probleme	559	26.8.2	Verzweigungslasten	628
24.4.2	Momentenansätze	562	26.8.3	Bemerkungen	630
24.4.3	Streifenmethode	565	26.9	Zusammenfassung	631
24.5	Kinematische Methode	569	26.10	Aufgaben	632
24.5.1	Einführendes Beispiel	569			
24.5.2	Berechnung der Dissipationsarbeit	570	ANHANG		
24.5.3	Anwendungen	571	A1	Fachausdrücke	635
24.6	Einfluss von Querkraften	574	A2	Bezeichnungen	641
24.6.1	Elastische Platten	574	A3	Werkstoffkennwerte	647
24.6.2	Rotationssymmetrische v. MISES-Platten	576	A4	Querschnittswerte	649
24.6.3	Stahlbetonplatten	577	A5	Matrizenalgebra	653
24.7	Membranwirkung	577	A5.1	Grundbegriffe	653
24.7.1	Elastische Platten	577	A5.2	Rechenregeln	654
24.7.2	Ideal plastischer Plattenstreifen	579	A5.3	Lineare Gleichungen	656
24.7.3	Stahlbetonplatten	580	A5.4	Quadratische Formen	656
24.8	Zusammenfassung	583	A5.5	Eigenwertaufgaben	657
24.9	Aufgaben	585	A5.6	Matrixnormen und Konditionszahlen	658
25	Faltwerke	589			
25.1	Allgemeines	589			
25.2	Prismatische Faltwerke	590			
25.2.1	Zick-Zack-Dächer	590			
25.2.2	Tonnendächer	591			

A6	Tensorrechnung	.....	659
A6.1	Einleitung	.....	659
A6.2	Grundbegriffe	.....	659
A6.3	Vektoren und Tensoren	.....	660
A6.4	Hauptachsen symmetrischer Tensoren zweiter Stufe	.....	662
A6.5	Tensorfelder und Integralsätze	.....	662
A7	Variationsrechnung	.....	665
A7.1	Extremwerte stetiger Funktionen	.....	665
A7.2	Grundbegriffe	.....	665
A7.3	Das einfachste Problem der Variationsrechnung	.....	666
A7.4	Zweite Variation	.....	667
A7.5	Mehrere gesuchte Funktionen	.....	668
A7.6	Höhere Ableitungen	.....	668
A7.7	Mehrere unabhängige Variablen	.....	669
A7.8	Variationsprobleme mit Nebenbedingungen	.....	669
A7.9	Verfahren von RITZ	.....	670
A7.10	Natürliche Randbedingungen	.....	671

Literaturverzeichnis		673
-----------------------------	-------	-----

Namensverzeichnis		675
--------------------------	-------	-----

Sachverzeichnis		677
------------------------	-------	-----

BEISPIELSAMMLUNG

Beispiel 3.1	Nutzungsvereinbarung für das Industriegebäude XY in Z	15
Beispiel 3.2	Projektbasis für das Industriegebäude XY in Z	19
Beispiel 5.1	Winkelstützmauer	45
Beispiel 5.2	Standfläche	47
Beispiel 5.3	Stahlplatte	56
Beispiel 5.4	Spannungstensor	59
Beispiel 5.5	Kesselformel	63
Beispiel 5.6	Stützlinie	63
Beispiel 5.7	Dreigelenkbogen	65
Beispiel 5.8	Kreisringträger	67
Beispiel 6.1	Messnetz	73
Beispiel 7.1	Zeitunabhängige Zwängung	93
Beispiel 7.2	Zeitabhängige Zwängung	93
Beispiel 7.3	Vorspannung	94
Beispiel 7.4	Spannkraftverlust	94
Beispiel 7.5	Ermüdung von Betonstahl	98
Beispiel 8.1	Ermittlung innerer Kraftgrößen	118
Beispiel 8.2	Ermittlung äusserer Verformungsgrößen	119
Beispiel 8.3	Geometrisch und stofflich nichtlineares Verhalten	119
Beispiel 8.4	Zugstab	122
Beispiel 8.5	Einfach statisch unbestimmter Balken	123
Beispiel 8.6	Geometrisch nichtlineares Verhalten	125
Beispiel 8.7	Kragarm	125
Beispiel 8.8	Kragarm	127
Beispiel 8.9	Prüftring	127
Beispiel 8.10	Einfacher Balken	129
Beispiel 8.11	Einfacher Balken	131
Beispiel 8.12	Zugstab	132
Beispiel 8.13	Kragarm	132
Beispiel 8.14	Knickstab	133
Beispiel 8.15	Querbelastete Kragstütze	134
Beispiel 8.16	Querbelasteter Druckstab	136
Beispiel 10.1	Ebenes Fachwerk	154
Beispiel 10.2	Ebener Rahmen	155
Beispiel 10.3	Ebenes Fachwerk	156
Beispiel 10.4	Ebener Rahmen	156
Beispiel 10.5	Dreigelenkbogen	158
Beispiel 10.6	Ebener Rahmen	159
Beispiel 11.1	GERBERträger	164
Beispiel 11.2	Dreigelenkrahmen mit Zugband	166
Beispiel 11.3	Ebenes Fachwerk	171
Beispiel 11.4	Ebenes Fachwerk	173
Beispiel 11.5	Ebenes Fachwerk	174
Beispiel 11.6	Ebenes Fachwerk	174
Beispiel 12.1	GERBERträger	182
Beispiel 12.2	Dreigelenkbogen	182
Beispiel 12.3	Ebenes Fachwerk	184
Beispiel 13.1	Winkelprofil	190
Beispiel 13.2	Rechteckquerschnitt – Kern	192
Beispiel 13.3	Stahlbetonplatte – Biegung	193
Beispiel 13.4	Stahlbetonplatte – Schwinden	194
Beispiel 13.5	Rechteckquerschnitt – Schubspannungsverteilung	197
Beispiel 13.6	Breitflanschträger	199
Beispiel 13.7	Winkelprofil	200

Beispiel 13.8	Stab mit elliptischem Querschnitt	204
Beispiel 13.9	Schmaler Rechteckquerschnitt	205
Beispiel 13.10	Stahlbeton-Hohlkasten	207
Beispiel 13.11	Zweizelliger Hohlkasten	208
Beispiel 13.12	Tordierter I - Träger – konzentrierte Belastung	210
Beispiel 13.13	Tordierter I - Träger – verteilte Belastung	211
Beispiel 13.14	Stahlbetonträger	215
Beispiel 14.1	SIMPSONregel	227
Beispiel 14.2	Einfach statisch unbestimmter Balken	228
Beispiel 14.3	GERBERträger	229
Beispiel 14.4	Kragarm	230
Beispiel 14.5	Abgewinkelter Kragarm	230
Beispiel 14.6	Ebenes Fachwerk	231
Beispiel 14.7	Rechteckquerschnitt – Schubreduktionsfaktor	231
Beispiel 14.8	Dünnwandiger Hohlquerschnitt	232
Beispiel 15.1	Einfacher Balken	238
Beispiel 15.2	Beidseitig eingespannter Balken	238
Beispiel 15.3	Einfach statisch unbestimmter Balken	239
Beispiel 15.4	Federnd gehaltener Balken	241
Beispiel 15.5	Kragarm	241
Beispiel 15.6	Einfach statisch unbestimmter Balken	242
Beispiel 15.7	GERBERträger	242
Beispiel 16.1	Ebener Rahmen	259
Beispiel 16.2	Beidseitig eingespannter Stab	260
Beispiel 16.3	Einfach statisch unbestimmter Balken	261
Beispiel 16.4	Durchlaufträger	262
Beispiel 16.5	Beidseitig eingespannter Balken	264
Beispiel 16.6	Unendlich langer Durchlaufträger	265
Beispiel 16.7	Durchlaufträger – Auflagersenkung	269
Beispiel 16.8	Beidseitig eingespannter Bogen	270
Beispiel 16.9	Schief gelagerter Träger	271
Beispiel 16.10	Kreisringträger	272
Beispiel 16.11	Betrachtung von Teilsystemen	273
Beispiel 17.1	Schubstarrer Kragarm	282
Beispiel 17.2	Schubstarrer Kragarm	285
Beispiel 17.3	Ebener Rahmen	289
Beispiel 17.4	Unverschieblicher Rahmen	296
Beispiel 17.5	Tribünenrahmen	297
Beispiel 17.6	Verschieblicher Stockwerkrahmen	298
Beispiel 17.7	Unverschieblicher Stockwerkrahmen	299
Beispiel 17.8	Unverschieblicher Rahmen – Stützensenkung	301
Beispiel 17.9	Unverschieblicher Rahmen – gleichmässige Erwärmung	301
Beispiel 17.10	Unverschieblicher Rahmen – Temperaturdifferenz	303
Beispiel 17.11	Verschieblicher Rahmen – gleichmässige Erwärmung	303
Beispiel 17.12	Dreifeldrahmen	306
Beispiel 17.13	Durchlaufträger	308
Beispiel 18.1	Beidseitig unverschieblich gehaltener Stab	315
Beispiel 18.2	Einseitig federnd gehaltener Stab	315
Beispiel 18.3	Stahlbetonstütze – Temperaturänderung	316
Beispiel 18.4	Stahlbetonstütze – Schwinden	316
Beispiel 18.5	Ausziehen eines Bewehrungsstabs	319
Beispiel 18.6	Stockwerkrahmen	324
Beispiel 18.7	Äusserlich statisch unbestimmter VIRENDEEL-Träger	325
Beispiel 18.8	Kunststoffplatte mit aufgeklebten Stahlblechen	327
Beispiel 18.9	Einfacher Balken – sinusförmige Streckenlast	329
Beispiel 18.10	Beidseitig eingespannter Stab – linearer Temperaturverlauf	330

Beispiel 18.11	Hochhaus	337
Beispiel 18.12	Hochhaus mit Outrigger	339
Beispiel 18.13	Schubwand	342
Beispiel 18.14	Schubwand – Einfluss der Wanddehnung	343
Beispiel 18.15	Zweigelenkbogen – Gleichlast	349
Beispiel 18.16	Zweigelenkbogen – sinusförmige Last	350
Beispiel 18.17	Zweigelenkbogen – abschnittsweise konstante Last	351
Beispiel 18.18	Widerlagerverschiebung eines Betonbogens	352
Beispiel 18.19	Ausgesteiftes Rohr unter Innendruck	356
Beispiel 18.20	Einzellitze – Gleichlast	361
Beispiel 18.21	Einzellitze – Temperatureinwirkung	361
Beispiel 18.22	Einzellitze – Vorspannung	361
Beispiel 18.23	Einzellitze – halbseitig konstante Last	362
Beispiel 18.24	Seil unter Radlast	364
Beispiel 18.25	Spannungen in Schrägkabel	365
Beispiel 18.26	Hängedach – Gleichlast	366
Beispiel 18.27	Hängedach – einseitige Nutzlast	367
Beispiel 18.28	Spannband – einseitige Nutzlast	367
Beispiel 18.29	Hängedach – mittige Einzellast	369
Beispiel 18.30	Spannband – Temperatureinwirkung	369
Beispiel 19.1	Ebener Rahmen	376
Beispiel 19.2	Orthogonalisierte Zwängungszustände	381
Beispiel 19.3	Einfach statisch unbestimmter Balken	386
Beispiel 21.1	Ungleichschenkeliges Winkelprofil	429
Beispiel 21.2	Zweifeldträger – wiederholte veränderliche Einwirkungen	438
Beispiel 21.3	Ebener Rahmen	444
Beispiel 21.4	Ebener Rahmen – statisches Programm	445
Beispiel 21.5	Ebener Rahmen – kinematisches Programm	446
Beispiel 21.6	Ebener Rahmen – minimale Eigenlast	447
Beispiel 22.1	Querbelastete Stütze	453
Beispiel 22.2	Kragstütze	457
Beispiel 22.3	Knickstab	457
Beispiel 22.4	Querbelasteter Druckstab	458
Beispiel 22.5	Knickstab	458
Beispiel 22.6	Einfach statisch unbestimmter Knickstab	459
Beispiel 22.7	Stütze mit Steifigkeitssprung	460
Beispiel 22.8	Am Kopf belastete Kragstütze	460
Beispiel 22.9	Statisch bestimmter Rahmen	461
Beispiel 22.10	Elastisch gestütztes Sprengwerk	465
Beispiel 22.11	Zweigelenkrahmen	469
Beispiel 22.12	Unverschieblicher Rahmen	470
Beispiel 22.13	Verschieblicher Rahmen	470
Beispiel 22.14	Elastisch gehaltene Kragstütze	470
Beispiel 22.14	Kragstütze	479
Beispiel 22.15	Kippen eines I - Trägers	488
Beispiel 22.16	Kippen – Verschieben des Lastangriffspunkts	488
Beispiel 23.1	Kragarm	494
Beispiel 23.2	Kreiszyndrisches Rohr	497
Beispiel 23.3	Kreisbogenförmiger Balken	497
Beispiel 23.4	Einachsige Zugbeanspruchung	500
Beispiel 23.5	Vertikale Böschung	507
Beispiel 23.6	Streifenfundament auf TRESKA-Halbraum	508
Beispiel 23.7	Abgestufte Zuggurtbewehrung	516
Beispiel 23.8	Stegdruckbruch	518
Beispiel 23.9	Dissipation an hyperbolischer Gleitlinie	519
Beispiel 23.10	Streifenfundament auf TRESKA-Halbraum	521

Beispiel 24.1	Eckgestützte Quadratplatte	530
Beispiel 24.2	Mittig gestützte Quadratplatte	531
Beispiel 24.3	Eckgestützte Rechteckplatte	531
Beispiel 24.4	Einfach gelagerte Quadratplatte	549
Beispiel 24.5	Eingespannte Quadratplatte	549
Beispiel 24.6	Einfach gelagerte Kreisplatte	551
Beispiel 24.7	Eingespannte Kreisplatte	552
Beispiel 24.8	Stahlbetonplatte – Biegebemessung	555
Beispiel 24.9	Plattenelement unter reiner Drillung	556
Beispiel 24.10	Eingespannte Kreisplatte	560
Beispiel 24.11	Innen eingespannte, aussen durch m_u beanspruchte Kreisringplatte	560
Beispiel 24.12	Einfach gelagerte Rechteckplatte	563
Beispiel 24.13	An zwei benachbarten Rändern einfach gelagerte Quadratplatte	563
Beispiel 24.14	Einfach gelagerte, regulär polygonale Platten	563
Beispiel 24.15	Kragplatten unter Einzellast am Rand	565
Beispiel 24.16	Eingespannte Rechteckplatte	571
Beispiel 24.17	An zwei benachbarten Rändern einfach gelagerte Quadratplatte	571
Beispiel 24.18	Eingespannte Quadratplatte	572
Beispiel 24.19	Plattenstreifen unter mittlerer Einzellast	572
Beispiel 24.20	Kragplatte unter Einzellast am Rand	572
Beispiel 24.21	Flachdecke	573
Beispiel 24.22	Semi-infinite Rechteckplatte unter Randlasten	575
Beispiel 24.23	Beulen einfach gelagerter Rechteckplatten	577
Beispiel 24.24	Initial verformte Rechteckplatte	578
Beispiel 24.25	Quadratische Membran	579
Beispiel 25.1	Tonnendach – Membrantheorie	592
Beispiel 25.2	Tonnendach – Biegetheorie	593
Beispiel 26.1	Kugelschalen	601
Beispiel 26.2	Kugelbehälter	602
Beispiel 26.3	Kugelschale	602
Beispiel 26.4	Kugelschale – Eigenlast	603
Beispiel 26.5	Kugelschale – Winddruck	604
Beispiel 26.6	Kugelschale – Winddruck	605
Beispiel 26.7	Kuppel mit kreiszyklindrischen Sektoren – Eigenlast	609
Beispiel 26.8	Rohr unter Endlasten	617
Beispiel 26.9	Kreiszyklindrischer Tank	618
Beispiel 26.10	Rohr unter Temperatureinwirkung	618
Beispiel 26.11	Kamin unter Winddruck	622
Beispiel 26.12	Eingespannte Kugelschale unter Innendruck	626
Beispiel 26.13	Druckkessel	626
Beispiel A7.1	Schubstarrer Kragarm	670
Beispiel A7.2	Kragarm – Gleichlast und Belastung am freien Ende	671