

# Inhaltsverzeichnis

## GRUNDLAGEN

1	Einführung	3
1.1	Historische Entwicklung der Baustatik	5
1.2	Aufgaben der Baustatik	7
1.3	Der Tragwerksentwurf	9
1.4	Die Tragwerksmodellierung	12
1.5	Die Tragwerksberechnung	14
2	Tragwerksmodelle der Stabstatik	15
2.1	Einordnung der Tragwerke	15
2.2	Idealisierung der Tragwerke	18
2.3	Idealisierung der Einwirkungen	22
2.4	Beispiele für Tragwerksmodellierungen	27
2.5	Modellierungsfehler	32
3	Grundlagen der Berechnungsverfahren	33
3.1	Das Schnittprinzip	35
3.2	Vorzeichendefinitionen	36
3.3	Statische Bestimmtheit	38
3.4	Grundgleichungen für Stabtragwerke	50
3.5	Analytische Lösung der Grundgleichungen	59
3.6	Vorgehensweise der Baustatik	61

## STATISCH BESTIMMTE SYSTEME

4	Zustandslinien statisch bestimmter Systeme	71
4.1	Fachwerke	71
4.2	Rahmentragwerke	80
4.3	Bogentragwerke	100
4.4	Seiltragwerke	106
5	Kinematik von ebenen Stabtragwerken	108
5.1	Begriffsbildung für Polpläne	109
5.2	Vorgehen beim Aufstellen von Polplänen	111
5.3	Anwendungsgebiete von Polplänen	116
5.4	Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen	120

6	Arbeitssätze	122
6.1	Begriffe zur Formulierung der Arbeiten	122
6.2	Der Arbeitssatz für elastische Stabtragwerke	125
6.3	Verschiedene Formulierungen des Arbeitssatzes	127
7	Virtuelle Arbeiten	129
7.1	Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen (PvV)	129
7.2	Das Prinzip der virtuellen Kräfte (PvK)	133
8	Berechnung von Schnittgrößen mit dem PvV	138
9	Einflusslinien für Kraftgrößen	142
9.1	Statische Methode	143
9.2	Kinematische Methode	145
9.3	Beispiele zur kinematischen Methode	147
9.4	Auswertung von Einflusslinien	159
10	Berechnung von Weggrößen mit dem PvK	162
10.1	Die Grundfälle	162
10.2	Umformung der Arbeitsgleichung des PvK	168
10.3	Auswertung der Integrale der Inneren Arbeiten	169
11	Berechnung von Biegelinien	173
11.1	Baustatische Methode mit $\omega$ -Funktionen	174
11.2	Rechnerorientiertes Vorgehen mit Teilbiegelinien	179
12	Einflusslinien für Weggrößen	181
12.1	Sätze von Betti und Maxwell	181
12.2	Berechnung von Einflusslinien für Weggrößen	185
12.3	Dualität der Einflusslinien für Weg- und Kraftgrößen	187

## STATISCH UNBESTIMMTE SYSTEME

13	Eigenschaften statisch unbestimmter Systeme	193
13.1	Tragverhalten statischer unbestimmter Systeme	194
13.2	Berechnungsansätze für statisch unbestimmte Systeme	197
13.3	Dualität von Kraft- und Weggrößenverfahren	202
14	Das Kraftgrößenverfahren	204
14.1	Rückführung auf statisch bestimmte Hauptsysteme	205
14.2	Die Gleichgewichtsbedingungen	206
14.3	Die Verformungsbedingungen	208
14.4	Die Berechnung der Weggrößen am Hauptsystem	208
14.5	Zustandslinien des statisch unbestimmten Systems	210
14.6	Anwendungsbeispiele für das Kraftgrößenverfahren	211
14.7	Fehlerquellen und Rechenkontrollen	225

15	Verallgemeinerung des Kraftgrößenverfahrens	230
15.1	Folgerungen aus dem PvK	232
15.2	Beispiel für die Wahl unterschiedlicher Hauptsysteme	234
15.3	Grenzen des Kraftgrößenverfahrens	236
16	Berechnung von Weggrößen	237
16.1	Herleitung des Reduktionssatzes	237
16.2	Anwendungsbeispiel für den Reduktionssatz	239
17	Das Drehwinkelverfahren	240
17.1	Kinematisch unbestimmte Tragwerke	240
17.2	Kinematisch bestimmte Hauptsysteme	243
17.3	Grundlagen des Drehwinkelverfahrens	245
17.4	Lösungsweg des Drehwinkelverfahrens	251
17.5	Anwendungsbeispiele	254
17.6	Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen mit dem PvV	262
17.7	Eingeprägte Weggrößen	270
17.8	Berechnung von Biegelinien	276
17.9	Kontrollen beim Drehwinkelverfahren	277
18	Anmerkungen zu den Berechnungsverfahren	278
18.1	Analogie zwischen Kraftgrößen- und Drehwinkelverfahren	278
18.2	Kontrolle des Spannungs- und Verformungszustandes	280
19	Einflusslinien statisch unbestimmter Systeme	286
19.1	Einflusslinien für Weggrößen	287
19.2	Einflusslinien für Kraftgrößen	289
19.3	Analogie der Einflusslinien für Weg- und Kraftgrößen	293
19.4	Einflusslinien bei Durchlaufträgern und deren Auswertung	294

**SPANNUNGSTHEORIE II. ORDNUNG**

20	Stabtragwerke nach Theorie II. Ordnung	299
20.1	Einführung in die Theorie II. Ordnung	301
20.2	Stabendmomente nach Theorie II. Ordnung	304
20.3	Einfluss der Knotenverschiebungen auf das Gleichgewicht	314
20.4	Abschätzen der Stabsteifigkeiten	326

**FACHWERKMODELLE**

21	Fachwerkmodelle	329
21.1	Fachwerkmodelle für Stabtragwerke	330
21.2	Fachwerkmodelle für gedrungene Tragwerke	334
21.3	Lastabtrag über Stützlinien	336

**TRAGLASTVERFAHREN**

22	Einführung in das Traglastverfahren	339
22.1	Grenzen der Bemessung nach Elastizitätstheorie	340
22.2	Phänomenologie des Werkstoffverhaltens	343
22.3	Elastisch–plastische Verformungen bei Balkenbiegung	345
22.4	Grenzlasten nach Eurocode 3 – DIN 18800	348
23	Tragverhalten der Querschnitte	350
23.1	Momenten–Verkrümmungs–Diagramme	350
23.2	Arbeit in plastischen Gelenken	354
24	Traglasttheoreme	357
24.1	Traglastberechnung durch Steigerung der Belastung	357
24.2	Einschränkungssätze	359
24.3	Zahl der unabhängigen kinematischen Ketten	362
25	Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen	366
26	Traglast von Durchlaufträgern und Rahmen	369
27	Kombination mehrerer kinematischer Ketten	377
27.1	Systematische Kombination von Ketten	377
27.2	Vorgehen bei statisch unbestimmten Restsystemen	386
28	Traglastverfahren mit M–N–Q–Interaktion	388
28.1	M–N–Interaktion: Querschnittstragfähigkeit	388
28.2	M–Q–Interaktion	391
28.3	M–N–Q–Interaktion	392
28.4	Berechnung der Traglast bei M–N–Interaktion	393
29	Verformungsberechnung	399
29.1	Schrittweises Hochrechnen	399
29.2	Verformungen im Erschöpfungszustand	401
29.3	Bestimmung des letzten plastischen Gelenkes	402
30	Tragverhalten bei Be– und Entlastung	406
30.1	Eigenspannungszustände	406
30.2	Lastzyklen	412
30.3	Shake–down–Theoreme	413
30.4	Untere und obere Schranken der shake–down–load	415
30.5	Lösungsweg für die Berechnung der shake–down–load	416
31	Bemessung nach Traglastverfahren	427
32	Fließgelenktheorie II. Ordnung	430
32.1	Grundlagen der Theorie II. Ordnung	431
32.2	Lösungsweg	431
32.3	Beispiel nach Theorie II. Ordnung	432

33	Ergänzungen	436
33.1	Beanspruchungen aus Zwang	436
33.2	Nicht geeignete Systeme	437
33.3	Lasten	439
33.4	Verformungen im Gebrauchszustand	440
34	Stahlbetontragwerke	441
34.1	Querschnittstragfähigkeit und $M-\kappa$ -Diagramm	441
34.2	Systemtragreserven	446
35	Anmerkungen zum Traglastverfahren	448

**TABELLEN****VERSTÄNDNISFRAGEN****LITERATUR****BILDNACHWEIS****STICHWORTVERZEICHNIS**