

Prof. Dr.-Ing. Otto Wommelsdorff

STAHLBETONBAU

BEMESSUNG UND KONSTRUKTION

TEIL 2

Stützen
Sondergebiete des Stahlbetonbaus

7., neu bearbeitete
und erweiterte Auflage 2006

Mit Beiträgen von Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert

Inhaltsverzeichnis

12	Grenzzustand der Tragfähigkeit: Bemessung für Biegung mit Normalkraft ohne Berücksichtigung von Bauteilverformungen	1
12.1	Allgemeines	1
12.1.1	Kombination der Einwirkungen	1
12.1.2	Anwendungsbeispiele: Kombination der Einwirkungen	3
12.1.3	Zur Angabe von Schnittgrößen und Dehnungsbereichen	5
12.2	Vorschriften und konstruktive Gestaltung bügelbewehrter Stützen	6
12.3	Bemessung bei zentrischem Druck ohne Knickgefahr	12
12.3.1	Grundlagen	12
12.3.2	Anwendungen	13
12.4	Bemessung bei Längskraft mit großer Ausmitte	17
12.4.1	Ansätze zur Bemessung	17
12.4.2	Anwendungen	18
12.5	Biegung mit überwiegender Druck-Normalkraft (Längskraft mit kleiner Ausmitte)	19
12.5.1	Dehnungsbereiche, Ansätze zur Bestimmung von Bemessungshilfen	19
12.5.2	Interaktionsdiagramme	21
12.5.3	Durchführung der Bemessungsaufgabe	22
12.5.4	Anwendungsbeispiel	23
12.6	Bemessung für zweiachsig Biegung mit und ohne Längsdruck	24
12.6.1	Ansätze zur Entwicklung von Bemessungshilfen	24
12.6.2	Anwendungsbeispiel	26
12.7	Bemessung für Zugkräfte bei kleiner Ausmitte	28
12.7.1	Dehnungsbereich, Grundlagen	28
12.7.2	Anwendungsbeispiel	29
12.8	Überblick über die Bemessungsverfahren	31
13	Stabförmige Bauteile unter Längsdruck (Theorie II. Ordnung)	33
13.1	Überblick und Grundlagen	33
13.1.1	Allgemeines	33
13.1.2	Momenten-Krümmungslinien	35
13.1.3	Ermittlung der Schnittgrößen nach Theorie II. Ordnung	36
13.2	Das Modellstützenverfahren	38
13.2.1	Grundlagen	38
13.2.2	Abweichungen des Modellstützenverfahrens	41
13.3	Versagensmöglichkeiten von Einzeldruckgliedern	41
13.4	Einzelheiten zum Modellstützenverfahren	43
13.4.1	Ersatzlänge und Schlankheit	43
13.4.2	Imperfektionen	47
13.4.3	Nachweisverfahren	48
13.4.4	Lastausmitte im kritischen Querschnitt	51
13.4.5	Ermittlung der Lastausmitte e_2 beim Modellstützenverfahren	53
13.4.6	Zusammenfassung	54
13.5	Bemessungshilfen	56
13.6	Anwendungen: Unverschiebliche Stützen	58
13.6.1	Aufgabenstellung und Lastermittlung	58
13.6.2	Nachweis Pos. 1: Innenstütze	59

Inhaltsverzeichnis

13.6.3	Nachweis Pos. 2: Innenstütze	61
13.6.4	Nachweis Pos. 3: Randstütze	63
13.7	Berücksichtigung besonderer Einflüsse	66
13.7.1	Gestaffelte Bewehrung	66
13.7.2	Einfluss des Kriechens	66
13.7.3	Gekoppelte Stützensysteme, Modellstützenbeiwerte	68
13.7.4	Vereinfachung der Stützenbemessung im Zugbruchbereich	71
13.8	Anwendung: Verschiebliche Hallenstütze	73
13.8.1	Aufgabenstellung	73
13.8.2	Durchführung	73
13.9	Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte	79
13.9.1	Allgemeines, Nachweisverfahren	79
13.9.2	Getrennte Nachweismöglichkeit bei Rechteckquerschnitten	80
13.9.3	Anwendungsbeispiel	82
13.10	Kippen schlanker Biegeträger	85
13.10.1	Grundlagen, Ermittlung des ideellen Kippmomentes	85
13.10.2	Bemessung gemäß DIN 1045-1	87
13.10.3	Genauere Verfahren	88
13.10.4	Anwendungsbeispiel	89
14	Aussteifung von Gebäuden	92
14.1	Aussteifung von Gebäuden durch Scheiben	92
14.2	Ableitung von Horizontalkräften durch Wandscheiben in einfachen Fällen	94
14.2.1	Grundlagen	94
14.2.2	Anwendungsbeispiel	98
14.3	Einteilung der Tragwerke und der Bauteile	101
14.3.1	Allgemeines	101
14.3.2	Scheiben mit veränderlichen Querschnittsabmessungen	103
14.3.3	Anwendungsbeispiel	105
14.4	Berücksichtigung von Imperfektionen	107
14.4.1	Grundlagen	107
14.4.2	Horizontal aussteifende Bauteile	108
14.4.3	Vertikal aussteifende Bauteile	109
14.4.4	Zum Ansatz von Kombinationsbeiwerten	110
14.4.5	Anwendungsbeispiel 1: Belastung und Schnittgrößen in aussteifenden Bauteilen	110
14.4.6	Anwendungsbeispiel 2: Nachweis der Betonzugspannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	115
14.4.7	Anwendungsbeispiel 3: Bemessung einer aussteifenden Wand	118
14.5	Ergänzende Hinweise	122
14.5.1	Ringanker	122
14.5.2	Wandscheiben in Verbindung mit steifen Kellerkästen	123
15	Sondergebiete des Stahlbetonbaus	125
15.1	Bemessen und Konstruieren mit Stabwerkmodellen	125
15.1.1	Grundlagen	125
15.1.2	Bemessung der Stäbe	127
15.1.3	Bemessung der Knoten	129
15.2	Durchstanzen	130
15.2.1	Grundlagen	130
15.2.2	Lasteinleitung und Nachweisschnitte	131

15.2.3	Nachweisverfahren	133
15.2.4	Platten ohne Durchstanzbewehrung	135
15.2.5	Anwendungsbeispiel: Platte ohne Durchstanzbewehrung	135
15.2.6	Platten mit Durchstanzbewehrung	136
15.2.7	Anwendungsbeispiel: Platte mit Durchstanzbewehrung	139
15.2.8	Hinweise zur Konstruktion	144
15.3	Teilflächenbelastung	145
15.4	Nachweis der Rotationsfähigkeit	146
15.4.1	Grundlagen	146
15.4.2	Ermittlung der vorhandenen Rotation	147
15.4.3	Anwendungsbeispiel	150
15.4.4	Bemerkungen zum rechnerischen Nachweis ausreichender Rotationsfähigkeit	157
15.5	Begrenzung von Tragwerksverformungen	158
15.5.1	Allgemeines	158
15.5.2	Wesentliche Einflüsse auf die Größe der Verformung	161
15.5.3	Zur Genauigkeit von Verformungsberechnungen	163
15.5.4	Begrenzung der Verformung ohne direkte Berechnung	164
15.5.5	Näherungsweise Abschätzung der zu erwartenden Verformung	166
15.5.6	Anwendungsbeispiel 1: Näherungsweise Berechnung der Durchbiegung einer Einfeldplatte	167
15.5.7	Anwendungsbeispiel 2: Näherungsweise Berechnung der Durchbiegung bei einer Mehrfeldplatte	169
16	Rahmenartige Tragwerke	171
16.1	Schnittgrößen in rahmenartigen Tragwerken	171
16.1.1	Allgemeines	171
16.1.2	Randmomente nach dem Näherungsverfahren	172
16.2	Besonderheiten der Bewehrungsführung in Rahmenknoten	174
16.2.1	Allgemeines	174
16.2.2	Rahmenecke mit negativem Moment (Zug außen)	174
16.2.3	Rahmenecke mit positivem Moment (Zug innen)	177
16.2.4	Rahmenendknoten	179
16.2.5	Rahmeninnenknoten	181
16.3	Anwendungen	182
16.3.1	Rahmenecke mit positivem Moment	182
16.3.2	Rahmenendknoten (Randeinspannung)	184
16.4	Konsolen	186
16.4.1	Tragverhalten, Schnittgrößen	186
16.4.2	Bewehrung von Konsolen	189
16.4.3	Anwendungsbeispiel: Bemessung einer Konsole	191
16.5	Abgesetzte Balkenauflager	193
16.6	Bauteile mit ungerader Systemlinie	194
16.7	Träger mit Öffnungen im Steg	196
16.7.1	Kleinere Stegöffnungen	196
16.7.2	Träger mit größeren Stegöffnungen	197
16.7.3	Anwendungsbeispiel: Träger mit einer größeren Öffnung	199
16.8	Verschiebbliche Rahmen	203
16.8.1	Allgemeines	203
16.8.2	Näherungsverfahren: Berechnung nach Theorie I. Ordnung mit vergrößerten Horizontallasten	204
16.8.3	Anwendungsbeispiel	206

Inhaltsverzeichnis

17 Wände und wandartige Träger	210
17.1 Wände – konstruktive Einzelheiten	210
17.2 Bemessung von bewehrten Wänden	212
17.3 Wandartige Träger	213
17.3.1 Tragverhalten	213
17.3.2 Stabwerkmodelle bei wandartigen Trägern	215
17.3.3 Näherungsweise Ermittlung der Hauptzugkräfte	216
17.3.4 Konstruktive Einzelheiten	217
17.4 Anwendungen	219
17.4.1 Stahlbeton-Innenwand	219
17.4.2 Stahlbeton-Wandscheibe (wandartiger Träger)	221
18 Bemessung für Torsionsmomente sowie für Torsion mit Querkraft	226
18.1 Grundlagen	226
18.2 Tragverhalten	227
18.3 Nachweise bei reiner Torsionsbeanspruchung	228
18.4 Bemessung bei kombinierter Beanspruchung: Querkraft mit Torsion	231
18.5 Konstruktive Einzelheiten	232
18.6 Anwendungsbeispiel	234
18.6.1 Aufgabenstellung, Belastung, Schnittgrößen	234
18.6.2 Biegebemessung mit Tafel 3 (k_d -Tafel)	236
18.6.3 Bemessung für Querkräfte und Torsion (vereinfachtes Verfahren)	237
18.6.4 Zusammenstellung der erforderlichen Bewehrungen und Bewehrungswahl	238
18.6.5 Bemessung für Querkräfte und Torsion (genauerer Verfahren)	241
19 Treppen	244
19.1 Tragsysteme, Treppenbelastung	244
19.2 Treppen mit Lastabtrag in Richtung der Treppenläufe	245
19.3 Hinweise zum Schallschutz von Treppen	248
19.4 Konstruktive Hinweise	251
19.5 Anwendungsbeispiel	251
20 Fundamente	257
20.1 Größe und Verteilung des Sohldrucks	257
20.2 Unbewehrte Fundamente	259
20.2.1 Grundlagen	259
20.2.2 Anwendungsbeispiel	260
20.3 Bewehrte Einzelfundamente	262
20.3.1 Biegebemessung	262
20.3.2 Durchstanzen: Nachweis der Querkrafttragfähigkeit	265
20.3.3 Durchstanzen: Erforderliche Durchstanzbewehrung	266
20.3.4 Anwendungsbeispiel	269
20.4 Sonstige Fundamentformen	276
20.5 Köcherfundamente, Blockfundamente	279
21 Unbewehrte Bauteile	282
21.1 Grundlagen	282
21.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querschnittsbemessung für Biegung mit Normalkraft	282

21.3 Druckglieder aus unbewehrtem Beton	283
21.4 Bemessung für Querkräfte	285
21.5 Anwendungsbeispiele	285
21.5.1 Zentrisch belastete Stütze	285
21.5.2 Ausmittig belastete Stütze	285
21.6 Unbewehrte Wände	288
Literaturverzeichnis	289
Gesamtstichwortverzeichnis	295
Anhang: Bemessungstabeln	299
Im Teil 1	
Tafel 1 Allgemeines Bemessungsdiagramm (aus [4])	
Tafel 2 Bemessungsdiagramm für Rechteckquerschnitte (μ -Tafel) ohne Druckbewehrung (aus [4])	
Tafel 3 Dimensionsgebundene Bemessungstafel für Rechteckquerschnitte ohne Druckbewehrung (aus [4])	
Tafel 4 Hilfswerte zur Bestimmung von Flächenwerten im Zustand II (aus [3.3])	
Tafel 5 Bemessungstafel (μ -Tafel) für Rechteckquerschnitte mit Druckbewehrung (aus [4])	
Tafel 6 Dimensionsgebundene Bemessungstafel für Rechteckquerschnitte mit Druckbewehrung (aus [3.3])	
Im Teil 2	
Tafel 7 Interaktionsdiagramm für Rechteckquerschnitte mit symmetrischer zweiseitiger Bewehrung (aus [4])	301
Tafel 8 Interaktionsdiagramm für schiefe Biegung mit Längsdruckkraft (aus [4]) ...	302
Tafel 9 Bemessungsdiagramm für das Modellstützenverfahren (e/h -Diagramm) im Druckbruchbereich (nach [8], 13. Auflage)	303
Tafel 10 Bemessungsnomogramm für das Modellstützenverfahren (μ -Nomogramm) im Zugbruchbereich (nach [8], 13. Auflage)	304
Tafel 11 Bemessungsdiagramm nach dem Modellstützenverfahren (aus [4])	305