

Stabilitätsberechnungen im Stahlbetonbau

Prof. Dr.-Ing. Günther Lohse

3., neubearbeitete und erweiterte Auflage 1997

Werner Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Bemessung für Biegung mit Längskraft bei symmetrischer Bewehrung	1
1.1	Kennlinien der Baustoffe	1
1.1.1	Beton	1
1.1.2	Stahl	2
1.2	Annahmen für die Bemessung	3
1.2.1	Zulässige Dehnungszustände	3
1.3	Zusammenhang der geometrischen Größen	4
1.3.1	Lage der Bewehrung	4
1.3.2	Dehnungen im Bereich 1 (Überdrückter Querschnitt)	5
1.3.3	Dehnungen im Bereich 2 und 3 (Druck- und Zugdehnungen)	6
1.3.3.1	Gebrauchsformeln für den Bereich 2	7
1.3.3.2	Gebrauchsformeln für den Bereich 3	8
1.3.4	Form der Druckzone	9
1.3.5	Ermittlung der inneren Kräfte und Hebelarme	10
1.3.5.1	Betondruckkraft	10
1.3.5.2	Stahlkräfte (Druck oder Zug)	12
1.4	Gleichgewichtsbedingungen	13
1.5	Erweiterung der Formeln auf den umlaufend bewehrten Rechteckquerschnitt	14
1.5.1	Beeinflussung der Gleichgewichtsbedingungen durch seitliche Teilflächen	15
1.6	Lösung der Gleichungen	16
1.7	Der Kreisquerschnitt	17
1.7.1	Geometrie des Kreises und der Kreisteilflächen	17
1.7.2	Gleichgewichtsbedingungen für den Kreisquerschnitt	19
1.8	Der Kastenquerschnitt	20
1.8.1	Betondruckkräfte	20
1.8.2	Stahlkräfte	22
1.8.3	Gleichgewichtsbedingungen	24
2	Grundlagen der Stabilitätsberechnungen	25
2.1	Definition der Begriffe	25
2.1.1	Imperfektionen	25
2.1.2	Momente und Biegelinie	26
2.2	Grundgleichung für den Stabilitätsnachweis	27
2.3	Momenten-Krümmungs-Beziehungen	27
2.3.1	Krümmungen nach dem Modellstützenverfahren	31
2.3.1.1	Grenzen des Verfahrens	34
2.3.2	Ermittlung von Verformungen	34
2.3.3	Die Ersatz-Steifigkeit	35
2.3.4	Interpolationshilfen für den Gebrauch des Anhanges	36

3	Das Ersatzstabverfahren	39
3.1	Allgemeines	39
3.2	Der Ersatzstab mit konstanter Bewehrung	41
	Beispiel 1 (Erläuterungsbeispiel)	45
3.2.1	Berechnung des Bemessungsmomentes M_2	44
3.2.2	Vergleich zwischen dem Ersatzstabverfahren des Buches und dem Modellstützenverfahren	48
3.2.3	Erfassung des Kriechens	49
	Beispiel 2 (Rahmen mit Koppelstützen)	49
3.2.4	Programm für die Berechnung des Ersatzstabes mit konstanter Bewehrung (Erläuterungsbeispiel)	53
3.3	M_2 und ΔM_2 als Funktion der Belastung und der vorhandenen Bewehrung	54
	Beispiel 3 (Erläuterungsbeispiel)	55
3.3.1	Theoretische Betrachtung der Gleichung (3.3 c)	57
3.3.2	Ermittlung der Grenzschlankheit des Ersatzstabes	58
	Beispiel 4 und Beispiel 5	59
3.3.3	Überprüfung der Bemessung durch eine Verformungsberechnung mit Hilfe der numerischen Integration	60
	Beispiel 6	60
3.4	Der Ersatzstab mit gestaffelter Bewehrung und beliebiger Momentenlinie	64
3.4.1	Berechnung des Bemessungsmomentes M_2	66
3.4.2	M_2 als Funktion der Belastung und der vorhandenen Bewehrung	67
	Beispiel 7 (Erläuterungsbeispiel)	68
3.4.3	Vergleich des Verfahrens mit den Vorgaben für das Modellstützenverfahren nach Lit. [5]	73
3.4.4	Programme für die Berechnungen am Ersatzstab	73
3.5	Hinweise für die Ermittlung von Ersatzstablängen	73
4	Direkte Lösungsverfahren	75
4.1	Allgemeines	75
4.2	Direktes Verfahren bei einer eingespannten Stütze mit beliebiger M_1 -Linie und konstanter Bewehrung auf der gesamten Stablänge	76
4.2.1	Berechnung des Bemessungsmomentes M_2	78
	Beispiel 8 (Erläuterungsbeispiel)	78
	Beispiel 9 (Vergleich der Auswirkung der verschiedenen Formen von M_1 auf m_2 , tot ω , Δm_2 und k_v)	80
4.2.1.1	Der Katastrophenlastfall	81
	Beispiel 10 (Erläuterungsbeispiel)	82
4.2.2	M_2 als Funktion der Belastung und der vorhandenen Bewehrung	84
	Beispiel 11 (Erläuterungsbeispiel)	84
4.3	Direktes Verfahren bei eingespannten Stützen mit beliebiger Momentenlinie und konstanter Bewehrung unter Berücksichtigung anderer Einflüsse	86
4.3.1	Erfassung der Koppellasten	86
4.3.2	Erfassung des Kriechens	87
4.3.3	Erfassung der elastischen Einspannung des Fundamentes	88
4.3.4	Berücksichtigung aller drei Einflüsse	91
	Beispiel 12	93

Beispiel 13	95	
Beispiel 14	98	
4.4	Direktes Verfahren bei eingespannten Stützen mit beliebiger Momentenlinie und gestaffelter Bewehrung	98
	Beispiel 15 (Erläuterungsbeispiel mit Nachrechnung)	100
4.4.1	Schrittweise Berechnung des Zusatzmomentes ΔM_2 aus der Normalkraft und den Verschiebungsdifferenzen	104
	Beispiel 16 (Nachrechnung mit Iteration)	106
	Beispiel 17 (Bemessung)	108
4.4.2	Erweiterung des direkten Verfahrens bei gestaffelter Bewehrung auf Koppellasten, Kriechen und elastische Bodeneinspannung	111
	Beispiel 18 (Erläuterungsbeispiel mit Nachrechnung)	112
4.4.3	M_2 als Funktion der Belastung und der vorhandenen Bewehrung	117
	Beispiel 19	118
4.5	Schlanke, geschoßweise belastete Stützen als Gebäudeaussteifung	118
4.5.1	Allgemeines	118
4.5.1.1	System und Belastung des vorliegenden Problems	118
4.5.1.2	Aussteifungskriterium	120
4.5.1.3	Ermittlung des Lastschwerpunktes am verformten System	122
4.5.1.4	Form der Momentenlinie des Zusatzmomentes ΔM_2	124
4.5.1.5	Bestimmung der Faktoren für die Ermittlung der Durchbiegung bei b unter der Annahme einer Momentenlinienform nach 2.2, 2.3 und 2.4 des Abschnittes 4.5.1.4	129
4.5.1.6	Berücksichtigung der Koppellasten $\sum F_1$	131
4.5.2	Aussteifungsstütze mit konstanter Bewehrung nach Zustand II	133
	Beispiel 20 (Fahrstuhlschacht zu Aussteifung)	135
	Beispiel 21 (Nachrechnung des Fahrstuhlschachtes)	140
4.5.2.1	Erweiterung der Gleichungen auf die Einflüsse Kriechen und Fundamentverdrehung	140
4.5.2.2	Mindestbewehrung	141
4.5.3	Aussteifungsstützen mit gestaffelter Bewehrung	143
	Beispiel 22 (Fahrstuhlschacht mit gestaffelter Bewehrung. Nachrechnung nach Abschnitt 4.4.1)	145
	Beispiel 23 (Hohe Treppenhauausscheibe mit überwiegend Mindestbewehrung)	149
4.6	Berechnung und Bemessung von Kastenquerschnitten	154
	Beispiel 24	155
	Beispiel 25	156
	Beispiel 26	159
4.6.1	Programme für die Berechnungen bei direkten Verfahren	161
4.7	Direktes Verfahren bei Stützen mit abschnittsweise konstantem Querschnitt, beliebiger Momentenlinie und gestaffelter Bewehrung	162
	Beispiel 27 (Erläuterungsbeispiel für zwei Bereiche)	165
	Beispiel 28 (Bemessung einer Stütze mit drei Bereichen)	169
	Beispiel 29 (Beliebige Staffelung in den Bereichen)	173
4.7.1	Nachrechnung von Stützen mit abschnittsweise konstantem Querschnitt	174
	Beispiel 30 (Nachrechnung der Stütze aus dem Beispiel 27)	174
5	Weitere Beispiele	177
	Beispiel 31 (Konischer Brückenpfeiler, Bemessung und Nachrechnung)	178
	Beispiel 32 (Hochbelastete Geschoßstütze)	184

Beispiel 33 (Stütze mit Kragarm, Bemessung)	184
Beispiel 34 (Stütze mit Kragarm, Nachrechnung)	187
Beispiel 35 (Überprüfung einer Bemessung)	189
6 Ermittlung der Verformungen mit einer nichtlinearen Momentenkrümmungs- linie und ihre Auswirkungen auf die Berechnung und Bemessung	191
6.1 Verformungen bei Kurzzeitbelastungen	191
6.2 Momentenkrümmungslinien	191
6.3 Fehler bei den grundsätzlichen Annahmen	193
6.4 Nachrechnung des Beispiels 35	193
6.5 Nachrechnung des Beispiels 8	194
Anhang	196
Zusammenstellung der Tafeln siehe Anhang Seite 196 und 197	196
Stichwortverzeichnis	251
Zusammenstellung der Programme der Diskette	253