

KIPPEN

Von Prof. Dr.-Ing. Günther Lohse
3., neubearbeitete und erweiterte Auflage 1997

Werner Verlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage	XI
Vorwort zur 2. Auflage	XII
Vorwort zur 1. Auflage	XIII
1 Allgemeine Einführung	1
1.1 Definition des Kippens	1
1.2 Verfahren für die Lösung des Problems	1
1.3 Mathematische Grundlagen	2
1.3.1 Symmetrische Parabel mit den Randwerten $\eta(0) = \eta(1) = 1,0$	3
1.3.2 Symmetrische Funktion. Die erste Ableitung in der Mitte soll Null werden	3
1.3.3 Antimetrische Funktion. Die erste Ableitung am Rande soll Null werden	4
1.3.4 Symmetrische Funktion. Die erste Ableitung bei $\xi = 0$ und bei $\xi = 0,5$ soll Null werden	5
1.3.4.1 Symmetrische Funktion mit vorgegebener Randsteigung und horizontaler Tangente in der Mitte	5
1.3.5 Unsymmetrische Funktion	6
1.3.6 Allgemeine Parabelfunktion am Kragarm	6
1.3.7 Allgemeine Funktion am Kragarm	7
1.3.8 Berechnung der rationalen Funktionen	7
1.3.9 Integralfunktion	8
1.3.9.1 Programm einer Polynomapproximation für die Polynom-berechnung nach 1.3.8 und für die Integral-berechnung nach 1.3.9	8
1.3.10 Ermittlung der Durchbiegung bei einer beliebigen Momenten-funktion	9
1.3.10.1 Programm für die Ermittlung der Durchbiegungen nach Abschnitt 1.3.10	10
1.4 Torsion	12
1.4.1 <i>St.-Venant-Torsion</i>	12
1.4.2 Wölbkrafttorsion	12
1.4.3 Lösung der Torsionsdifferentialgleichungen	14
1.4.4 Analogiebetrachtung für die Lösung des Torsionsproblems	17
1.4.4.1 Verteilung der Torsionsmomente und Spannungs-ermittlung	25
2 Verfahren für die Lösung der verschiedenen Kippprobleme	29
2.1 Festlegung des Koordinatensystems	29
2.2 Gegenseitige Beeinflussung der Momente am verformten System	30
2.3 Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter konstanter Momenten-beanspruchung	32
2.3.1 Berechnung des Systems mit rationalen Funktionen	34
2.3.1.1 Iterative Verbesserung des Ergebnisses	36

2.4	Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter konstanter Momentenbeanspruchung bei Berücksichtigung der Wölbkrafttorsion	38
2.4.1	Beispiel IPE 200, $l = 6,0$ m	39
2.4.2	Beispiel IPB 200, $l = 4,0$ m	40
2.5	Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter konstanter Momentenbeanspruchung bei einfachsymmetrischen Querschnitten	40
2.5.1	Verfeinerung der Formeln des Abschnittes 2.5	43
2.5.2	Beispiel zu 2.5	44
2.5.3	Beispiel zu 2.5	44
2.5.4	Beispiel zu 2.5	45
2.5.5	Programm für die Berechnung der Träger nach Abschnitt 2.5	47
2.6	Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter konstanter Momenten- und Längskraftbeanspruchung	50
2.6.1	Beispiel zu 2.6	52
2.7	Der seitlich eingespannte Träger unter konstanter Momentenbeanspruchung	52
2.8	Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter konstanter Momentenbeanspruchung bei Veränderlichkeit der Torsions- und Biegesteifigkeit ..	53
2.8.1	Beispiel zu 2.8	59
2.8.2	Vergleichsbeispiel zu 2.8	59
2.8.3	Programm für die Ermittlung der k -Werte	61
2.9	Der beidseitig gabelgelagerte Träger unter einseitiger Momentenbeanspruchung	61
2.10	Lösung des Kippproblems mit Hilfe einer Differentialgleichung	64
2.10.1	Beispiel und Programm für 2.10	65
3	Der beidseitig gelagerte Träger mit Gleichlast	68
3.1	Allgemeines	68
3.2	Der beidseitig frei drehbare, gabelgelagerte Träger unter Gleichlast	68
3.3	Der beidseitig eingespannte, gabelgelagerte Träger unter Gleichlast	72
3.3.1	Genauere Ermittlung von p_{krit} bei Volleinspannung	73
3.3.2	Der einseitig eingespannte, gabelgelagerte Träger unter Gleichlast	75
3.4	Ermittlung der k -Werte bei Gleichlast mit der Differentialgleichung gemäß Kapitel 2.10	79
3.4.1	Betrachtungen zur Form der Zustandslinien in Abhängigkeit von den Randeinspannungen	82
3.4.2	Einfluß der Höhe des Lastangriffes auf die kritische Last	85
3.4.3	Einfluß der beidseitigen Quereinspannung auf die kritische Last ..	88
3.4.3.1	Berücksichtigung der Randeinspannungsmomente M_y bei 3.4.3	90
3.4.3.2	Näherungsformeln für die Erfassung der elastischen Quereinspannung	91
3.4.4	Einfluß der einseitigen Quereinspannung auf die kritische Last	92
3.5	Der einfachsymmetrische Träger unter Gleichlast	93
3.6	Einfluß der Höhe des Lastangriffes auf die kritische Last bei den verschiedenen Lagerungsfällen	96

3.7	Elastische Lagerung des Obergurtes	98
3.7.1	Näherung für I_{Tid} und M_{krit}	101
3.7.2	Verschiebungselastische Lagerung des Obergurtes	101
3.8	Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 18 800 Teil 2 für doppeltsymmetrische Stahlträger unter Gleichlast mit elastischer Randeinspannung	103
3.8.1	Beispiel zu 3.8	107
3.8.2	Programm für die Ermittlung der Kippsicherheit nach Abschnitt 3.8	108
3.8.3	Grenzbedingung für den Kippsicherheitsnachweis bei Halterung des Obergurtes gegen Verdrehung durch Trapezbleche	110
4	Der beidseitig gelagerte Träger mit einer Einzellast in der Mitte	112
4.1	Allgemeines	112
4.2	Der beidseitig frei drehbare, gabelgelagerte Träger unter mittiger Einzellast	112
4.2.1	Einfluß der Höhe des Lastangriffes auf die kritische Last F	115
4.2.2	Der einfachsymmetrische Träger unter mittiger Einzellast	118
4.2.3	Ermittlung der k -Werte bei mittiger Einzellast mit Hilfe der Differentialgleichung	119
4.3	Ein Näherungsverfahren für die Ermittlung des kritischen Moments bei gemischter Beanspruchung	122
4.3.1	Beispiele zu Abschnitt 4.3	123
4.3.2	Ermittlung der ζ -Werte in Sonderfällen	126
4.3.2.1	Der ζ -Wert des in Abb. 4.3 e dargestellten Trägers soll ermittelt werden	127
4.3.2.2	Das kritische Moment des in Abb. 4.3 f dargestellten Trägers soll ermittelt werden	128
4.3.3	Programm für 4.3 und Beispiele	130
5	Der Kragträger	136
5.1	Allgemeines zur Berechnung	136
5.2	Berechnungsverfahren	136
5.2.1	Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 18 800 Teil 2 bei Kragträgern unter beliebiger Beanspruchung	139
5.2.2	Berechnungsbeispiel zu 5.2	139
5.3	Wölbbehinderung an der Einspannstelle	141
5.4	Programm für die Ermittlung der Kippsicherheit nach Abschnitt 5.2.1 und Beispiele hierzu	142
5.4.1	Nachweise für Kragarme, die am Ende oder irgendwo im Feld zusätzlich durch Gabeln gehalten sind	144
6	Gebundene Kippung	146
6.1	Der gabelgelagerte Träger unter gleichmäßiger Momentenbeanspruchung mit gebundener Kippachse	146
6.1.1	Beispiel zu 6.1	149
6.2	Der gabelgelagerte Träger unter Gleichlast bei gebundener Kippachse ..	150
6.2.1	Gleichlast mit beidseitiger Randeinspannung (Verwölbung soll nicht behindert sein)	151

6.2.2	Gleichlast mit einseitiger Randeinspannung (Verwölbung soll nicht behindert sein)	151
6.3	Der gabelgelagerte Träger unter Gleichlast, die nicht im Schwerpunkt angreift	152
6.4	Gebundene Kippung beim Kragarm	153
7	Kippträger mit elastischer Gabellagerung	154
7.1	Beispiel zu 7	157
8	Spannungsberechnungen nach Theorie II. Ordnung am kippgefährdeten Träger	159
8.1	Allgemeines	159
8.2	Ableitung der Näherungsgleichungen	159
8.3	Beispiel zu 8.2	161
8.4	Berechnung der maßgebenden Werte mit einem programmgesteuerten Rechner	164
8.4.1	Berechnung des Beispiels im Abschnitt 8.3 mit dem programmgesteuerten Rechner	164
8.4.2	Beispiel für eine Bemessung	165
8.4.3	Beispiel für eine beliebige Lagerungsart	167
8.4.4	Vergleichsbeispiel	171
8.4.5	Vergleichsbeispiel	171
8.5	Ermittlung der zulässigen Belastung bei vorgegebenen Imperfektionen ..	172
8.5.1	Beispiel zu 8.5	173
9	Der gabelgelagerte Stahlbetonträger mit veränderlichen Steifigkeiten	174
9.1	Allgemeines	174
9.2	Ermittlung der Torsionssteifigkeiten im Zustand I und Zustand II	174
9.3	Ermittlung der Quersteifigkeit	175
9.4	Ermittlung des kritischen Moments	177
9.4.1	Beispiel Rechteckquerschnitt	178
9.4.2	Beispiel Plattenbalken	180
9.4.3	Programm für die Berechnungen nach Abschnitt 9	182
9.4.4	Einige Abhängigkeiten	184
10	Der aufgehängte Träger	186
10.1	Aufgehängter Träger mit Kragarmen	187
10.2	Aufgehängter Träger mit Schrägzug	188
11	Biegedrillknicken nach DIN 18 800 Teil 2 für Walzträger	191
11.1	Planmäßig mittiger Druck	193
11.2	Einachsige Biegung ohne Druckkraft	193
11.3	Einachsige Biegung mit Druckkraft und zweiachsige Biegung mit oder ohne Druckkraft	193
11.3.1	Erläuterungsbeispiel zu 11.3	195
11.3.2	Programm für den Biegedrillknicksicherheitsnachweis nach 11.3 ..	197
11.3.3	Weitere Beispiele	198

11.3.4	Programm für den Biegedrillknicksicherheitsnachweis bei Einzel- feldern mit gemischter Beanspruchung und Berücksichtigung von M_z	200
11.3.5	Programm für den Biegedrillknicksicherheitsnachweis beim Krag- arm mit Berücksichtigung des Quermoments M_z	205
11.4	Leitfaden für die Anwendung der verschiedenen Berechnungsverfahren nach DIN 18 800 Teil 2	207
	Verzeichnis der Programme	209
	Literaturverzeichnis	211
	Stichwortverzeichnis	213