

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Einleitung</b> .....	1
	Literatur .....	3
2	<b>Grundlagen für die Berechnung mit Stabwerkmodellen</b> .....	5
2.1	Kraftfluss in Betonbauteilen.....	6
2.2	Beschreibung von Spannungen in der Ebene.....	8
2.3	Konzept der Stabwerkmodelle.....	9
2.4	Diskontinuitätsbereiche .....	12
2.5	Methodik des Bemessens mit Stabwerkmodellen.....	13
2.6	Beschreibung des Materialverhaltens von Stahlbeton.....	16
2.6.1	Allgemeines.....	16
2.6.2	Statischer Grenzwertsatz.....	17
2.6.3	Kinematischer Grenzwertsatz.....	19
2.6.4	Bewertung der Grenzwertsätze.....	21
	Literatur .....	22
3	<b>Modellbildung und Nachweis von Stabwerkmodellen</b> .....	23
3.1	<b>Modellfindung von Stabwerkmodellen</b> .....	25
3.1.1	Allgemeines.....	25
3.1.2	Modellentwicklung mit Hilfe linear-elastischer Spannungsbilder.....	26
3.1.3	Modellentwicklung mittels Lastpfadmethode.....	27
3.1.4	Modellierung mit Hilfe kinematischer Überlegungen .....	28
3.2	<b>Entwurfsgrundsätze von Stabwerkmodelle</b> .....	30
3.3	<b>Berechnung der Stabkräfte</b> .....	33
3.4	<b>Bemessung der Zugstreben</b> .....	36
3.5	<b>Nachweis der Druckstreben</b> .....	37
3.5.1	Allgemeines.....	37
3.5.2	Druckfestigkeit für Betonstreben.....	38
3.5.3	Effektive Querschnittsfläche der Strebe.....	40
3.6	<b>Nachweis der Knoten</b> .....	42
3.6.1	Allgemeines.....	42
3.6.2	Druckknoten .....	43
3.6.3	Druck-Zugknoten.....	48
3.7	<b>Bewehrungsverankerungen</b> .....	53
3.7.1	Zugbewehrung.....	53
3.7.2	Druckbewehrung.....	56
3.8	<b>Bewehrungsumlenkungen</b> .....	57
3.9	<b>Beispiel 1: Brückenquerträger</b> .....	60
3.9.1	Aufgabenstellung .....	60
3.9.2	Vorgehen.....	62
3.9.3	Auflagerreaktionen Gesamtsystem .....	62
3.9.4	Übergangsbedingungen Querträger – B-Bereich.....	63

3.9.5	Festlegung der statischen Randbedingungen des D- Bereichs .....	63
3.9.6	Modellentwicklung Stabwerkmodell .....	64
3.9.7	Berechnung der Strebenkräfte.....	68
3.9.8	Bemessung der Zugstreben .....	69
3.9.9	Bemessung der Druckstrebe.....	69
3.9.10	Bemessung der Knoten.....	70
3.9.11	Detailmodell zur Berücksichtigung der Öffnung .....	71
3.9.12	Konstruktive Durchbildung .....	72
3.10	<b>Beispiel 2: Wandartiger Träger mit Öffnung</b> .....	74
3.10.1	Angabe.....	74
3.10.2	Belastung Gesamtsystem.....	75
3.10.3	Modellentwicklung Stabwerkmodell .....	75
3.10.4	Bemessung der Zugstreben .....	92
3.10.5	Bemessung der Hochhängebewehrung .....	93
3.10.6	Bemessung der Knoten.....	94
3.10.7	Bemessung der Druckstreben .....	98
3.10.8	Konstruktive Durchbildung .....	98
	Literatur .....	100
<b>4</b>	<b>Krafteinleitungsbereiche</b> .....	<b>103</b>
4.1	<b>Begriffserklärung und praktisches Vorkommen</b> .....	<b>105</b>
4.2	<b>Konzentrierte Krafteinleitung</b> .....	<b>107</b>
4.3	<b>Nachweis der Spaltzugkräfte</b> .....	<b>112</b>
4.3.1	Allgemeines.....	112
4.3.2	Zentrische Einzellast .....	112
4.3.3	Exzentrische Einzellast .....	116
4.3.4	Mehrere Einzellasten.....	119
4.4	<b>Spanngliedverankerungen von Vorspannsystemen</b> .....	<b>121</b>
4.5	<b>Spanngliedverankerungen im sofortigen Verbund</b> .....	<b>124</b>
4.6	<b>Weiterleitung der Spannkkräfte in den Flansch</b> .....	<b>125</b>
4.7	<b>Beispiel 1: Lasteinleitung an einem Lager</b> .....	<b>126</b>
4.7.1	Allgemeines und Geometrie .....	126
4.7.2	Nachweis Teilflächenbelastung.....	126
4.7.3	Ermittlung Bewehrung.....	128
4.7.4	Bewehrungsführung.....	128
4.8	<b>Beispiel 2: Lasteinleitung in einen Stahlbetonblock</b> .....	<b>129</b>
4.8.1	Allgemeines und Geometrie .....	129
4.8.2	Nachweis Teilflächenbelastung.....	129
4.8.3	Nachweis Spaltzug.....	131
4.8.4	Bewehrungsführung.....	132
4.9	<b>Beispiel 3: Spanngliedverankerung</b> .....	<b>133</b>
4.9.1	Allgemeines.....	133
4.9.2	Geometrie .....	133
4.9.3	Spannverfahren .....	133
4.9.4	Nachweis des Verankerungsbereichs .....	134
4.9.5	Nachweis vertikaler Spaltzug.....	136
4.9.6	Nachweis horizontaler Spaltzug.....	137

4.9.7	Einleitung in den Flansch .....	139
4.9.8	Bewehrungsführung .....	141
	Literatur .....	143
<b>5</b>	<b>Konsolen</b> .....	<b>145</b>
5.1	Begriffserklärung und praktisches Vorkommen.....	147
5.2	Äußere Schnittgrößen (Randbedingungen aus dem B-Bereich) .....	148
5.3	Tragmechanismus .....	149
5.3.1	Allgemeines.....	149
5.3.2	Gedrungene Konsole $ac/hc \leq 0,5$ .....	152
5.3.3	Schlanke Konsole $0,5 < ac/hc \leq 1,0$ .....	153
5.3.4	Sehr schlanke Konsole $1,0 < ac/hc \leq 1,5$ .....	153
5.3.5	Kragträger $ac/hc > 1,5$ .....	154
5.3.6	Sehr gedrungene Konsole $ac/hc \leq 0,2$ .....	155
5.3.7	Konsolbänder .....	156
5.4	<b>Bemessungsansatz</b> .....	<b>157</b>
5.4.1	Belastung .....	157
5.4.2	Geometrische Abmessungen .....	158
5.4.3	Berechnung und Nachweise .....	160
5.4.4	Bewehrungsführung.....	165
5.5	<b>Beispiel 1: Einseitige Konsole</b> .....	<b>166</b>
5.5.1	System, Geometrie und Lasten .....	166
5.5.2	Bemessung Stütze unterhalb der Konsole.....	167
5.5.3	Bemessung der Stütze am Stützenfuß .....	168
5.5.4	Konsole Ermittlung der Kräfte .....	170
5.5.5	Konsole: Ermittlung der Bewehrung.....	171
5.5.6	Konsole: Nachweis Druckstrebe.....	172
5.5.7	Konsole: Verankerung im Knoten 1 .....	172
5.5.8	Konsole: Überprüfung Auflagerabmessungen .....	173
5.5.9	Konsole: Nachweis Druck-Zug Knoten 1.....	174
5.5.10	Übergreifung Stützenbewehrung – Längsbewehrung.....	175
5.5.11	Bewehrungsführung.....	175
5.6	<b>Beispiel 2: Doppelte Konsole</b> .....	<b>177</b>
5.6.1	Allgemeines und Geometrie .....	177
5.6.2	Schnittgrößen.....	177
5.6.3	Randbedingungen.....	179
5.6.4	Bemessung der Stütze unterhalb der Konsole .....	180
5.6.5	Wahl der Stabwerkgeometrie.....	180
5.6.6	Ermittlung der Strebenkräfte.....	184
5.6.7	Nachweis der Druckspannungen in den Knoten.....	185
5.6.8	Nachweis der Druckstrebe $S_2$ .....	186
5.6.9	Ermittlung der Bewehrung.....	186
5.6.10	Verankerung der Bewehrung.....	187
5.6.11	Biegerollendurchmesser.....	189
5.6.12	Bewehrungsführung.....	189
	Literatur .....	190

6	<b>Abgesetzte Auflager</b> .....	191
6.1	<b>Begriffserklärung und praktisches Vorkommen</b> .....	192
6.2	<b>Tragmechanismus</b> .....	193
6.2.1	Allgemeines.....	193
6.2.2	Tragmodell A: Lotrechte Hochhängebewehrung .....	194
6.2.3	Tragmodell B: Schräge Hochhängebewehrung.....	196
6.2.4	Tragmodell C: Rückhängung einer Horizontalkraft.....	196
6.2.5	Kombiniertes Modell .....	197
6.3	<b>Bemessungsansatz</b> .....	198
6.3.1	Anzusetzende Belastung.....	198
6.3.2	Geometrische Abmessungen .....	198
6.3.3	Berechnung und Nachweise .....	198
6.3.4	Bewehrungsführung.....	202
6.4	<b>Beispielrechnung</b> .....	202
6.4.1	System, Geometrie und Lasten .....	202
6.4.2	Aufteilung der Kräfte in die verschiedenen Modelle .....	203
6.4.3	Ermittlung der Hebelarme.....	204
6.4.4	Ermittlung der Zugkräfte und der Bewehrung .....	205
6.4.5	Nachweise am Knoten 1 .....	206
6.4.6	Nachweis des Knoten 4.....	208
6.4.7	Nachweis des Knoten 2.....	208
6.4.8	Nachweis des Knoten 6.....	209
6.4.9	Nachweis des Knoten 5.....	210
6.4.10	Bewehrungsführung.....	211
	Literatur .....	212
7	<b>Rahmenknoten</b> .....	213
7.1	<b>Begriffserklärung und praktisches Vorkommen</b> .....	215
7.2	<b>Rahmenecken mit schließendem Moment</b> .....	217
7.2.1	Tragmodell.....	217
7.2.2	Versagensmöglichkeiten .....	219
7.2.3	Nachweise.....	221
7.2.4	Bewehrungsführung.....	221
7.3	<b>Rahmenecken mit öffnendem Moment</b> .....	223
7.3.1	Tragmodelle .....	223
7.3.2	Konstruktive Hinweise.....	226
7.3.3	Bewehrungsführung und Nachweise .....	228
7.4	<b>Rahmenknoten</b> .....	230
7.4.1	Allgemeines.....	230
7.4.2	Rahmenknoten mit durchlaufendem Riegel .....	230
7.4.3	Rahmenknoten mit durchlaufender Stütze.....	232
7.4.4	Rahmeninnenknoten.....	236
7.5	<b>Beispiel 1: Einfaches Rahmeneck mit schließendem Moment</b> .....	238
7.5.1	System, Geometrie und Lasten .....	238
7.5.2	Schnittgrößen und Bemessung .....	239
7.5.3	Konstruktive Durchbildung.....	241
7.5.4	Bewehrungsführung.....	242

7.6	<b>Beispiel 2: Einfaches Rahmeneck mit öffnendem Moment</b> .....	243
7.6.1	System, Geometrie und Lasten .....	243
7.6.2	Schnittgrößen und Bemessung .....	244
7.6.3	Konstruktive Durchbildung .....	247
7.6.4	Bewehrungsführung .....	250
7.7	<b>Beispiel 3: Mehrstöckiger Hallenrahmen</b> .....	251
7.7.1	System, Geometrie und Lasten .....	251
7.7.2	Berechnungsgrundlagen .....	252
7.7.3	Lastermittlung .....	254
7.7.4	Ermittlung der Schnittgrößen .....	259
7.7.5	Bemessung der B-Bereiche .....	261
7.7.6	Bemessung Rahmeneckknoten 1 .....	269
7.7.7	Bemessung Rahmeneckknoten 2 .....	270
7.7.8	Bemessung Rahmenendknoten 3 .....	272
7.7.9	Bemessung Rahmenendknoten 4 .....	274
7.7.10	Bewehrung .....	275
	Literatur .....	278
8	<b>Änderung der Systemlinie</b> .....	281
8.1	<b>Querschnittsprünge</b> .....	282
8.1.1	Allgemeines .....	282
8.1.2	Bemessungsmodell .....	283
8.2	<b>Änderung der Querschnittsneigung</b> .....	288
8.2.1	Allgemeines .....	288
8.2.2	Geknickter Druckgurt .....	289
8.2.3	Geknickter Zuggurt .....	290
8.3	<b>Knicke und Krümmungen</b> .....	290
8.4	<b>Beispiel Änderung Systemlinie</b> .....	291
8.4.1	Aufgabenstellung .....	291
8.4.2	Schnittgrößen .....	291
8.4.3	Bemessung für die maximalen Schnittgrößen .....	292
8.4.4	Bemessung Querschnittsprung 1 .....	294
8.4.5	Bemessung Querschnittsprung 2 .....	297
8.4.6	Bemessung Querschnittsprung 3 .....	299
8.4.7	Konstruktive Durchbildung .....	301
	Literatur .....	303
9	<b>Stegöffnungen</b> .....	305
9.1	<b>Praktisches Vorkommen</b> .....	306
9.2	<b>Unterscheidung in große und kleine Öffnungen</b> .....	307
9.3	<b>Bemessung von kleinen Öffnungen</b> .....	308
9.3.1	Allgemeines .....	308
9.3.2	Bemessungsmodell .....	308
9.4	<b>Bemessung von großen Öffnungen</b> .....	311
9.4.1	Einfluss der Öffnungen auf die Schnittgrößen und Verformungen .....	311
9.4.2	Allgemeines Tragverhalten .....	313
9.4.3	Bemessungsmodell .....	314
9.4.4	Bewehrungsführung .....	320

9.5	<b>Beispiel Träger mit Öffnung</b> .....	321
9.5.1	Aufgabenstellung .....	321
9.5.2	Schnittgrößen.....	321
9.5.3	Bemessung für die maximalen Schnittgrößen.....	322
9.5.4	Betrachtung Kreisöffnung.....	325
9.5.5	Betrachtung Rechtecköffnung.....	327
9.5.6	Bewehrungsführung.....	334
	Literatur .....	335
10	<b>Wandartige Träger</b> .....	337
10.1	<b>Definition und Abgrenzung</b> .....	339
10.2	<b>Tragverhalten</b> .....	340
10.3	<b>Stabwerkmodelle und Berechnungsgrundlagen</b> .....	344
10.3.1	Einfeldrige Scheibe mit Lasten von oben.....	344
10.3.2	Einfeldrige Scheibe mit Lasten von unten .....	346
10.3.3	Mehrfeldrige Scheibe .....	347
10.3.4	Auflagerlisenen .....	348
10.3.5	Weitere Auflagersituationen .....	349
10.4	<b>Bemessungsmethode nach Heft 631</b> .....	349
10.4.1	Allgemeines.....	349
10.4.2	Bestimmung der Auflagerkräfte .....	350
10.4.3	Resultierende der Hauptzugspannungen.....	350
10.4.4	Hochhängebewehrung für unten angreifende Lasten .....	351
10.4.5	Auflagerverstärkungen .....	352
10.4.6	Begrenzung der Hauptdruckspannungen .....	353
10.4.7	Bewehrungsanordnung.....	354
10.5	<b>Beispiel 1: Wandartiger Einfeldträger</b> .....	355
10.5.1	Aufgabenstellung .....	355
10.5.2	Bemessungswerte der Einwirkungen .....	355
10.5.3	Aufteilung der Lasten und Entwurf des Stabwerkmodells .....	356
10.5.4	Berechnung der Stabkräfte .....	357
10.5.5	Ermittlung der erforderlichen Bewehrung .....	358
10.5.6	Verankerung der Bewehrung.....	359
10.5.7	Nachweis des Druck- Zug- Knotens über dem Auflager.....	359
10.5.8	Bewehrungsführung.....	360
10.6	<b>Beispiel 2: Wandartiger Zweifeldträger</b> .....	361
10.6.1	Aufgabenstellung .....	361
10.6.2	Aufteilung der Lasten und Entwurf des Stabwerkmodells .....	362
10.6.3	Bemessung der Zugstreben .....	363
10.6.4	Mindestbewehrung.....	364
10.6.5	Hochhängebewehrung.....	364
10.6.6	Nachweis der Druckkräfte am Auflager .....	365
10.6.7	Verankerung der Bewehrung.....	366
10.6.8	Bewehrungsführung .....	366

10.7	<b>Beispiel 3: Wandartiger Dreifeldträger</b> .....	367
10.7.1	Aufgabenstellung .....	367
10.7.2	Bemessungswerte der Einwirkung .....	367
10.7.3	Ermittlung der Kräfte in der Wand .....	368
10.7.4	Ermittlung der erforderlichen Bewehrung .....	371
10.7.5	Nachweis Auflagerpressung .....	373
10.7.6	Verankerungen und Übergreifungen der Bewehrung .....	375
10.7.7	Bewehrungsführung .....	377
	Literatur .....	378

### **Serviceteil**

	Anhang .....	380
	Stichwortverzeichnis .....	387