

# Inhalt

<b>1 Grundlagen</b>	1
<b>1.1 Grundgedanken der Vorspannung</b>	1
<b>1.2 Zweckmäßigkeit, Anwendungsgebiete</b>	4
<b>1.3 Baustoffe</b>	5
1.3.1 Beton	5
1.3.2 Zeitabhängiges Materialverhalten des Betons	6
1.3.3 Spannstahl	13
1.3.4 Zeitabhängiges Materialverhalten des Spannstahls	16
1.3.5 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	16
<b>1.4 Spannverfahren - Vorspanntechnologie</b>	17
1.4.1 Erscheinungsformen des Spannstahls	18
1.4.2 Hüllrohre und Verpressen der Hüllrohre	19
1.4.3 Verankerungssysteme für Spannglieder	19
1.4.4 Verbindungssysteme für Spannglieder	21
<b>1.5 Arten der Vorspannung</b>	22
1.5.1 Unterscheidungsmerkmale	22
1.5.2 Vorspannung mit sofortigem Verbund	22
1.5.3 Vorspannung mit nachträglichem Verbund	23
1.5.4 (Interne) Vorspannung ohne Verbund	24
1.5.5 Externe Vorspannung	25
<b>1.6 Querschnittswerte</b>	26
1.6.1 Grundlagen und Definitionen	26
1.6.2 Brutto-Querschnittswerte (Index „c“)	27
1.6.3 Netto-Querschnittswerte (Index „cn“)	27
1.6.4 Ideelle Querschnittswerte (Index „ci“)	28
1.6.5 Anwendungsbeispiel: Rechteckquerschnitt mit einsträngiger Vorspannung	29
1.6.6 Anwendungsbeispiel: Rechteckquerschnitt mit zweisträngiger Vorspannung	31
1.6.7 Übersicht der Querschnittswerte	32
1.6.8 Anwendungsbeispiel: Dachbinder mit T-Querschnitt	34
<b>1.7 Spannungsbeziehungen im Zustand I</b>	36
1.7.1 Spannungen aus äußeren Einwirkungen	36
1.7.2 Spannungen aus Vorspannung	37
1.7.3 Anwendungsbeispiel: Rechteckquerschnitt mit   einsträngiger Vorspannung	39
1.7.4 Spannungsbeziehungen bei einsträngiger Vorspannung	42

1.7.5	Anwendungsbeispiel: Dachbinder mit T-Querschnitt .....	44
1.7.6	Spannungsbeziehungen bei mehrsträngiger Vorspannung.....	45
1.7.7	Anwendungsbeispiel: Rechteckquerschnitt mit zweisträngiger Vorspannung .....	46
<b>2</b>	<b>Schnittgrößenermittlung für vorgespannte Tragwerke</b>	50
<b>2.1</b>	<b>Schnittgrößen statisch bestimmter Systeme.....</b>	50
2.1.1	Anwendungsbeispiel: Einhüftiger Rahmen.....	52
<b>2.2</b>	<b>Wahl des Vorspanngrades.....</b>	55
2.2.1	Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	57
<b>2.3</b>	<b>Umlenkkraftmethode .....</b>	61
2.3.1	Umlenkkräfte .....	61
2.3.2	Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	64
2.3.3	Verankerungskräfte .....	65
2.3.4	Anwendungsbeispiel: Einhüftiger Rahmen.....	66
<b>2.4</b>	<b>Schnittgrößen statisch unbestimmter Systeme.....</b>	69
2.4.1	Schnittgrößenermittlung nach der Umlenkkraftmethode .....	69
2.4.2	Anwendungsbeispiel: Zweifeldträger .....	70
2.4.3	Schnittgrößenermittlung nach dem Kraftgrößenverfahren .....	72
2.4.4	Anwendungsbeispiel: Zweifeldträger .....	75
2.4.5	Anwendungsbeispiel: Rahmen.....	77
<b>2.5</b>	<b>Spannkraftverluste.....</b>	85
2.5.1	Reibung .....	85
2.5.2	Anwendungsbeispiel: Träger mit parabolischem Spanngliedverlauf .....	89
2.5.3	Kriechen, Schwinden und Relaxation .....	90
2.5.4	Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	92
<b>2.6</b>	<b>Berechnung des Spannweges .....</b>	97
2.6.1	Anwendungsbeispiel: Zentrisch vorgespanntes Bauteil.....	99
<b>2.7</b>	<b>Umlagerung von Betonspannungen und Schnittgrößen.....</b>	99
2.7.1	Grundlagen und Definitionen .....	99
2.7.2	Umlagerung der Betonspannungen bei Halbfertigteilen.....	102
2.7.3	Anwendungsbeispiel: Fertigteilbrücke.....	109
2.7.4	Umlagerung der Schnittgrößen infolge des Bauablaufs.....	114
2.7.5	Anwendungsbeispiel: Fertigteilbrücke.....	117
<b>3</b>	<b>Bemessung von vorgespannten Bauteilen nach EC2-1-1</b>	124
<b>3.1</b>	<b>Vorbemerkung .....</b>	124
3.1.1	Nachweiskonzept und Einwirkungskombinationen .....	124
3.1.2	Nachweise der Dauerhaftigkeit.....	126

---

<b>3.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....</b>	126
3.2.1 Begrenzung der Spannungen .....	126
3.2.2 Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	129
3.2.3 Nachweis der Dekompression .....	133
3.2.4 Anwendungsbeispiel: Rahmen.....	135
3.2.5 Begrenzung der Rissbreiten .....	140
3.2.6 Begrenzung der Rissbreiten ohne direkte Berechnung.....	142
3.2.7 Mindestbewehrung .....	144
3.2.8 Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	146
3.2.9 Durchbiegungen .....	150
<b>3.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit .....</b>	150
3.3.1 Biegung bei Vorspannung mit Verbund .....	150
3.3.2 Biegung bei Vorspannung ohne Verbund.....	156
3.3.3 Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	159
3.3.4 Anwendungsbeispiel: Rahmen.....	162
3.3.5 Querkraft .....	169
3.3.6 Torsion .....	173
3.3.7 Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	174
3.3.8 Ermüdung .....	176
<b>3.4 Bauliche Durchbildung .....</b>	187
3.4.1 Robustheitsbewehrung.....	187
3.4.2 Mindestoberflächenbewehrung bei Bauteilen mit Vorspannung.....	188
3.4.3 Mindestbewehrung für Querkraft.....	189
3.4.4 Anwendungsbeispiel: Dachbinder.....	190
3.4.5 Verankerungsbereiche bei Vorspannung mit nachträglichem Verbund .....	191
3.4.6 Verankerungsbereiche bei Vorspannung mit sofortigem Verbund .....	192
3.4.7 Anwendungsbeispiel: Dachbinder mit mittlerem Vorspanngrad .....	197
3.4.8 Anwendungsbeispiel: Dachbinder mit geringem Vorspanngrad.....	199
<b>4 Besonderheiten für den Brückenbau</b>	203
<b>4.1 Vorbemerkungen .....</b>	203
<b>4.2 Einwirkungen.....</b>	203
4.2.1 Unterteilung der Fahrbahn in rechnerische Fahrstreifen.....	204
4.2.2 Vertikallasten aus Verkehr.....	205
4.2.3 Horizontallasten aus Verkehr .....	206
4.2.4 Lastmodelle für Ermüdberechnungen.....	207
4.2.5 Schneelasten .....	209
4.2.6 Windlasten.....	210
4.2.7 Temperatureinwirkungen.....	212

## Inhalt

---

4.2.8	Außergewöhnliche Einwirkungen .....	213
4.2.9	Einwirkungen auf Hinterfüllungen und Kammerwände.....	215
4.2.10	Weitere Einwirkungen .....	216
4.2.11	Kombinationsregeln .....	216
4.2.12	Verkehrslastgruppen.....	217
4.2.13	Teilsicherheitsbeiwerte .....	218
4.2.14	Kombinationsbeiwerte .....	219
<b>4.3</b>	<b>Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....</b>	<b>219</b>
4.3.1	Klassifizierung von Nachweisbedingungen.....	220
4.3.2	Begrenzung der Spannungen .....	221
4.3.3	Nachweis der Dekompression .....	222
4.3.4	Begrenzung der Rissbreiten .....	223
4.3.5	Mindestbewehrung .....	223
4.3.6	Begrenzung der Verformungen .....	226
<b>4.4</b>	<b>Grenzzustand der Tragfähigkeit .....</b>	<b>226</b>
4.4.1	Querkraft .....	227
4.4.2	Versagen ohne Vorankündigung (Robustheit) .....	228
4.4.3	Ermüdung .....	229
<b>4.5</b>	<b>Bauliche Durchbildung .....</b>	<b>233</b>
4.5.1	Betonstahl.....	233
4.5.2	Spannstahl .....	233
4.5.3	Betonbrücken mit Kastenquerschnitten .....	238
<b>4.6</b>	<b>Beispiel: Zweistegige Plattenbalkenbrücke .....</b>	<b>240</b>
4.6.1	Einleitung.....	240
4.6.2	Quer- und Längsschnitt, Statisches System.....	240
4.6.3	Baustoffe .....	242
4.6.4	Querschnittswerte .....	242
4.6.5	Einwirkungen .....	244
4.6.6	Überbau-Querrichtung: Berechnung und Bemessung .....	247
4.6.7	Überbau-Längsrichtung: Berechnung und Bemessung .....	251
4.6.8	Ermüdungsnachweis des Spannstahls .....	261
	Literaturverzeichnis .....	266
	Stichwortverzeichnis .....	269