

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Krüger
Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Olaf Mertzsch

Spannbetonbau-Praxis

Mit Berechnungsbeispielen

 **Bauwerk**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Grundgedanken und Besonderheiten	1
1.2	Geschichtlicher Kurzausschnitt.....	3
1.3	Einteilungsprinzipien	8
1.3.1	Zeitpunkt des Vorspannens	8
1.3.2	Art des Verbundes	9
1.3.3	Grad der Vorspannung.....	10
1.4	Spannverfahren	10
1.5	Begriffe und Formelzeichen	13
2	Baustoffe	16
2.1	Beton	16
2.2	Betonstahl	36
2.3	Spannstahl	39
2.4	Hüllrohre	43
2.5	Einpressmörtel	44
3	Sicherheits- und Nachweiskonzept	45
3.1	Allgemeine Grundlagen und Definitionen	45
3.2	Einwirkungen	46
3.2.1	Grundlegende Aussagen	46
3.2.2	Charakteristische und repräsentative Werte.....	47
3.2.3	Bemessungswerte	49
3.3	Tragwiderstand	52
3.3.1	Charakteristische Werte.....	52
3.3.2	Bemessungswerte	54
3.4	Nachweisbedingungen	55
3.4.1	Nachweisbedingungen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit bei Versagen mit Vorankündigung	55
3.4.2	Nachweisbedingungen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit bei Versagen ohne Vorankündigung.....	56
3.4.3	Nachweisbedingungen für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	57
3.4.4	Beispiele für Nachweisbedingungen	57
4	Konstruktions- und Berechnungsgrundlagen	58
4.1	Grundsätze und Bezeichnungen	58
4.2	Dauerhaftigkeit und Betondeckung	59
4.3	Tragwerksidealisation	66
4.4	Spanngliedführung.....	67
4.5	Verfahren der Schnittgrößenermittlung infolge äußerer Beanspruchungen	71
4.6	Vordehnung	74

4.7	Spannkraftverluste.....	77
4.7.1	Allgemeines	77
4.7.2	Spannkraftverlust infolge Reibung	77
4.7.3	Spannkraftverlust aus Verankerungsschlupf (Keilschlupf)	81
4.8	Spannungsumlagerungen.....	81
4.9	Vorspannkraft	83
4.9.1	Generelle Angaben zur Vorspannkraft	83
4.9.2	Vorspannkraft in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit... 85	
4.9.3	Vorspannkraft in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	86
4.10	Schnittgrößenermittlung infolge Vorspannung	87
4.11	Eintragungsbereiche der Spannkraften	92
4.11.1	Spannglieder mit sofortigem Verbund	92
4.11.2	Spannglieder mit nachträglichem oder ohne Verbund	97
4.12	Grundlagen der Querschnittbemessung	100
4.13	Klassifizierung der Nachweisbedingung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	104
5	Nachweise für Biegung, Biegung mit Längskraft oder Längskraft allein	106
5.1	Grundsätzliches	106
5.2	Rechteckquerschnitt	111
5.3	Plattenbalken	117
5.4	Bemessungsalgorithmus mit Anwendung des rechteckigen Spannungsblocks	119
5.5	Versagen ohne Vorankündigung	122
5.6	Berechnungsbeispiele	123
5.6.1	Spannbeton-Rechteckquerschnitt	123
5.6.2	Spannbeton-Plattenbalkenquerschnitt	129
6	Nachweise für Querkraft und Torsion	134
6.1	Allgemeines	134
6.2	Nachweisverfahren bei Querkraftbeanspruchung	135
6.2.1	Grundsätzliches	135
6.2.2	Nachweise für den Normalschnitt bei Balken und Platten	137
6.2.3	Beispiel für die Querkraftbemessung.....	145
6.3	Nachweise für den Anschluss der Gurte an den Balkensteg	148
6.4	Nachweise für Schubfugen	150
6.5	Nachweise bei Torsionsbeanspruchung.....	152
6.5.1	Bestimmung der Torsionsmomente.....	152
6.5.2	Nachweise bei Torsion allein	153
6.5.3	Nachweise bei kombinierter Beanspruchung (Querkraft und Torsion)	157
6.5.4	Beispiel für die Torsionsbemessung	158
6.6	Tragfähigkeit gegen Durchstanzen.....	160
6.6.1	Allgemeines	160
6.6.2	Lasteinleitungsfläche und kritischer Rundschnitt	162

.....

6.6.3	Nachweisverfahren.....	163
6.6.3.1	Generelle Angaben.....	163
6.6.3.2	Platten ohne Durchstanzbewehrung.....	165
6.6.3.3	Platten mit Durchstanzbewehrung.....	165
6.6.4	Mindestmomente bei ausmittiger Belastung.....	168
7	Ermüdungsnachweis	169
7.1	Grundsätzliches.....	169
7.2	Vereinfachter Ermüdungsnachweis für Beton unter Druck-, Querkraft- und Durchstanzbeanspruchung.....	170
7.3	Vereinfachter Ermüdungsnachweis von Spannstahl und Betonstahl.....	172
8	Spannungen unter Gebrauchsbedingungen	173
8.1	Allgemeines.....	173
8.2	Betonspannungen.....	173
8.3	Stahlspannungen.....	174
8.4	Spannungsermittlung im Zustand I.....	174
8.4.1	Allgemeine Annahmen.....	174
8.4.2	Spannungsermittlung auf der Grundlage des Superpositionsprinzips.....	174
8.4.2.1	Spannungen zum Zeitpunkt der Lasteintragung.....	174
8.4.2.2	Spannungen infolge Langzeiteinwirkungen.....	179
8.4.2.3	Superposition der Normalspannungen.....	183
8.4.3	Lösung in geschlossener Form.....	184
8.5	Spannungsermittlung im Zustand II.....	188
9	Grenzzustände der Dekompression und der Rissbildung	192
9.1	Allgemeines.....	192
9.2	Grundlegende Zusammenhänge der Mindestbewehrung.....	194
9.3	Nachweisführung gemäß DIN 1045-1.....	196
9.3.1	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite.....	196
9.3.2	Rissbreitenbegrenzung ohne direkte Berechnung.....	198
9.3.3	Rissbreitenberechnung.....	200
9.3.4	Beispiel für den Rissbreitennachweis.....	200
10	Verformungsbegrenzung	202
10.1	Grundlegendes.....	202
10.2	Zusammenhang zwischen Verformung und Krümmung.....	203
10.3	Ermittlung der Bauteilkrümmung.....	205
11	Weitere Berechnungshinweise	207
11.1	Vorspannung ohne Verbund.....	207
11.2	Bauteilverkürzung und Spannwege beim Spannen gegen den erhärteten Beton.....	208
11.2.1	Allgemeines.....	208
11.2.2	Nacheinanderspannen mehrerer Spannglieder.....	209

11.3	Kippen von Trägern.....	211
11.3.1	Grundlegende Aussagen	211
11.3.2	Nachweis nach DIN 1045-1	213
11.3.3	Näherungsansatz nach Mattheiß.....	214
12	Komplexbeispiel	218
12.1	Allgemeine Angaben und Baustoffe.....	218
12.2	Geometrie und Belastung	219
12.2.1	Querschnittkennwerte	219
12.2.2	Beanspruchungen	221
12.3	Schnittgrößen.....	223
12.4	Nachweis der Tragfähigkeit	224
12.4.1	Biegebeanspruchung	224
12.4.2	Mindestbewehrung	225
12.4.3	Querkraftbeanspruchung.....	226
12.4.4	Spaltzugbewehrung im Lasteinleitungsbereich.....	227
12.5	Ermittlung der Kriech- und Schwindbeiwerte.....	227
12.5.1	Annahmen zur Herstellung und Belastungsgeschichte	227
12.5.2	Kriechen infolge Eigenlast (g_1) und Vorspannung (P).....	228
12.5.3	Kriechen infolge Ausbaulast (g_2) und anteiliger Verkehrslast ($0,3 \cdot q$)	229
12.5.4	Schwinden	230
12.6	Spannungsnachweise	231
12.6.1	Lastfall Vorspannung	231
12.6.2	Lastfall Eigenlast.....	231
12.6.3	Lastfall Verkehrslast	232
12.6.4	Spannungen infolge Langzeiteinwirkung	233
12.6.5	Superposition der Spannungen und Spannungsnachweise.....	235
12.7	Grenzzustand der Rissbildung	235
12.8	Berechnung der Durchbiegung in Feldmitte.....	237
	Literatur	238
	Stichwortverzeichnis	243