

Spannbeton

Grundlagen – Berechnungsverfahren – Beispiele

Von Prof. Dipl.-Ing. Martin Thomsing
Fachhochschule Darmstadt

2., neubearbeitete und erweiterte Auflage
Mit 214 Bildern, 11 Tafeln und 33 Tabellen

Universitätsbibliothek Braunschweig (84)

UB Braunschweig

84



10302-249-3



B.G. Teubner Stuttgart · Leipzig 1998

Inhalt

1	Allgemeines über Spannbeton	1
1.1	Warum Vorspannung.....	1
1.2	Grenzen für den Einsatz höherer Stahlfestigkeiten bei schlaffer Bewehrung.....	1
1.3	Notwendigkeit hochfester Stähle für den Spannbeton	2
1.4	Arten des Vorspannens	2
1.5	Bemerkungen zur Verankerung.....	7
1.6	Vorspanngrade und Vorteile der Vorspannung.....	8
2	Vorspannung mit sofortigem Verbund	12
2.1	Der Lastfall Vorspannung bei Spannbettvorspannung.....	13
	2.1.1 Mittige Vorspannung – 2.1.2 Ausmittige Vorspannung	
	2.1.3 Mehrsträngige Vorspannung	
2.2	Gebrauchszustand, Lastfälle, Nachweise	26
2.3	Beispiel zur Berechnung der Längsspannungen	31
2.4	Der Einfluß von Verkehrslastschwankungen auf vorgespannte Träger.....	38
2.5	Vorschläge zur Vorbemessung	40
2.6	Übungen zur Wahl der Vorspannung und des Trägerquerschnitts.....	47
3	Vorspannung mit nachträglichem Verbund	51
3.1	Lastfälle Vorspannung und äußere Lasten bei gerader Spanngliedführung.....	51
	3.1.1 Die Spannkraft Z_v – 3.1.2 Spannweg und Stahldehnung bei mittlerer Spanngliedlage – 3.1.3 Spannweg und Stahldehnung bei ausmittiger Spanngliedlage	
3.2	Schnittgrößen N_{bv} , Q_{bv} und M_{bv} des Lastfalles Vorspannung bei beliebiger Spanngliedführung in statisch bestimmten Systemen	57
	3.2.1 Ermittlung von N_{bv} , Q_{bv} und M_{bv} über die Umlenkkräfte und über den Eigenspannungszustand – 3.2.2 Bemerkungen zur Spanngliedführung	
3.3	Der Spannweg bei beliebiger Spanngliedführung	65

3.4	Schnittgrößen N_{bv} , Q_{bv} und M_{bv} des Lastfalles Vorspannung bei statisch unbestimmten Systemen.....	68
3.4.1	Ermittlung der Zwängungsschnittgrößen; Kraftgrößenverfahren –	
3.4.2	Besonderheiten am Zweifeldträger –	
3.4.3	Berechnung über die Umlenkkräfte –	
3.4.4	Auswerten von Einflußlinien	
4	Reibungsverluste beim Vorspannen	75
4.1	Berechnung des Spannkraftabfalls, Bestimmung der Umlenk- winkel.....	75
4.2	Ungewollte Umlenk Winkel	77
4.3	Ausgleich der Verluste durch Überspannen	78
4.4	Ein- und zweiseitiges Vorspannen	79
4.5	Keilschlupf	80
4.6	Berechnungsbeispiel.....	81
5	Berechnung einer Fußgängerbrücke	83
5.1	System, Belastung, Baustoffe.....	83
5.2	Schnittgrößen aus äußeren Lasten.....	84
5.3	Spanngliedführung	85
5.4	Spannkraftverlauf	86
5.5	Schnittgrößen des Lastfalles Vorspannung.....	89
5.5.1	Berechnung von M_{bv} und Q_{bv} über die Umlenkkräfte – 5.5.2 Be- rechnung von M_{zw} und Q_{zw} nach dem Kraftgrößenverfahren	
5.6	Spannungsnachweise im Gebrauchszustand.....	92
5.7	Berechnung der Spannwege	94
6	Kriechen und Schwinden	96
6.1	Unterlagen zur Ermittlung der Kriechzahlen und der Schwind- maße	96
6.1.1	Allgemeines –	
6.1.2	Die Unterlagen nach DIN 4227, Abschn. 8	
6.2	Beispiele zur Berechnung von Kriechzahlen und Schwindmaßen ...	103
6.3	Berechnung des Spannkraftverlustes infolge von Kriechen und Schwinden für Vorspannung mit Verbund	107
6.3.1	Näherungslösung für einsträngige Vorspannung über die mittlere kriecherzeugende Spannung –	
6.3.2	Berechnung des Spannkraftver- lustes für einsträngige Vorspannung nach Dischinger –	
6.3.3	Beispiel zur Berechnung des Spannkraft- bzw. Spannungsverlustes infolge von Krie- chen und Schwinden –	
6.3.4	Iterationsverfahren für ein- und zweisträngige Vorspannung	

7	Nachweise zur Rissebeschränkung und Rißbreitenbeschränkung	122
7.1	Rissebeschränkung	122
7.2	Rißbreitenbeschränkung	122
7.3	Berechnungsbeispiel zur Rißbreitenbeschränkung	127
8	Nachweis der Biegebruchsicherheit	135
8.1	Sicherheit und rechnerische Bruchlast.....	135
8.2	Berücksichtigung der Vorspannung unter rechnerischer Bruchlast	137
8.3	Brucharten bei verschiedenen Bewehrungsgraden	142
8.4	Grundlagen zur Ermittlung des inneren Momentes M_{ui} im rechnerischen Bruchzustand.....	145
8.5	Ermittlung des rechnerischen Bruchmomentes M_{ui}	148
	8.5.1 M_{ui} für rechteckige Druckzone – 8.5.2 M_{ui} für beliebige Form der Druckzone	
8.6	Bemessung des erforderlichen Spannstahlquerschnittes für rechnerische Bruchlast.....	156
	8.6.1 Einfach bewehrte Querschnitte mit rechteckiger Druckzone – 8.6.2 Einfach bewehrte Querschnitte mit annähernd rechteckiger Druckzone – 8.6.3 Einfach bewehrte Querschnitte mit beliebiger Form der Druckzone – 8.6.4 Doppelt bewehrte Querschnitte mit beliebiger Form der Druckzone – 8.6.5 Näherung für schlanke Plattenbalken	
8.7	Berechnungsbeispiele zur Biegebruchsicherheit	165
	8.7.1 Pfette mit Rechteckquerschnitt – 8.7.2 Querschnitt mit beliebiger Form der Druckzone – 8.7.3 Plattenbalken	
9	Schubsicherung und schiefe Hauptspannungen im Gebrauchszustand	178
9.1	Allgemeines.....	178
9.2	Ermittlung der Hauptspannungen im Zustand I.....	180
9.3	Spannungsnachweise im Gebrauchszustand.....	181
9.4	Spannungsnachweise im rechnerischen Bruchzustand.....	187
	9.4.1 Nachweis der schiefen Hauptdruckspannung in Zone a – 9.4.2 Nachweis in Zone b – 9.4.3 Bemessung der Schubbewehrung – 9.4.4 Beispiel zum Nachweis der schiefen Hauptspannungen und der Schubsicherung	
	9.4.4.1 Nachweis der schiefen Hauptzugspannungen im Gebrauchszustand – 9.4.4.2 Spannungsnachweise im rechnerischen Bruchzustand – 9.4.4.3 Bemessung der Schubbewehrung	

10	Eintragung der Spannkkräfte und Verankerung	199
10.1	Krafteintragung durch Ankerkörper	199
10.2	Krafteintragung durch Verbund	206
10.3	Beispiel zur Ermittlung der Spaltzugbewehrung	208
10.4	Nachweis der Verankerung durch Verbund	209
11	Berechnungsbeispiel einer TT-Deckenplatte eines Bürogebäudes	212
11.1	Allgemeine Daten	213
11.2	Vorbemessung des Spannstahlquerschnitts	213
	11.2.1 Für den Gebrauchszustand – 11.2.2 Für den rechnerischen Bruchzustand	
11.3	Nachweis der Längsspannungen im Gebrauchszustand	216
	11.3.1 Ideelle Querschnittswerte – 11.3.2 Vorspannung – 11.3.3 Nachweise im Schnitt m-m – 11.3.4 Nachweise im Schnitt a-a	
11.4	Beschränkung der Rißbreite	225
	11.4.1 Nachweis im Gebrauchszustand – 11.4.2 Nachweis im Beförderungszustand	
	11.4.2.1 Im Gebrauchszustand – 11.4.2.2 Im rechnerischen Bruch- zustand	
11.5	Mindestbewehrung	231
11.6	Nachweis der Biegebruchsicherheit	232
11.7	Nachweis der schiefen Hauptspannungen und Schubbemessung	235
	11.7.1 Nachweis der schiefen Hauptzugspannungen im Gebrauchszu- stand – 11.7.2 Nachweis der schiefen Hauptdruckspannung im rech- nerischen Bruchzustand – 11.7.3 Bemessung der Schubbewehrung	
11.8	Eintragung der Spannkraft und Verankerung	240
	11.8.1 Krafteintragung durch Verbund – 11.8.2 Nachweis der Veran- kerung durch Verbund	
12	Lösungen zu den Übungen gemäß Abschnitt 2.6	243
12.1	Aufgabe 1	243
12.2	Aufgabe 2	248
12.3	Aufgabe 3	253