

Erhard Hampe/Erich Raue/Wilfried Kaller

Stahlbeton

Teil 1: Grundlagen
Lehrbuch



Verlag für Bauwesen · Berlin · München

Inhaltsverzeichnis

1. Entwicklung des Beton- und Stahlbetonbaus	13	3.3.3.1. Prinzipielle Beanspruchungen und Bewehrungselemente	69
1.1. Technisch-ökonomische Bedeutung des Stahlbetons	13	3.3.3.2. Tragverhalten bügelbewehrter Stützen	71
1.2. Anfänge des Betonbaus	16	3.3.3.3. Tragverhalten spiral- und netzbewehrter Stützen	73
1.3. Die Entwicklung zum Zementbeton	19	3.3.4. Scheiben	74
1.4. Die Entwicklung vom Baustoff Beton zum Verbundbaustoff Stahlbeton	20	4. Grundlagen der Berechnung	77
1.5. Die Entwicklung zum Spannbeton	25	4.1. Problemübersicht	77
1.6. Charakterisierung des Entwicklungsstands im Stahlbeton und Spannbeton	26	4.2. Erfassung der äußeren Einwirkungen	78
1.6.1. Beispiele zur Demonstration des erreichten Standes von Spezialbauwerken aus Stahlbeton und Spannbeton	27	4.3. Erfassung der inneren Widerstände	79
1.6.2. Beispiele zur Demonstration des erreichten Standes von Mehrzweckgebäuden aus Stahlbeton und Spannbeton	27	4.4. Transformation der äußeren Einwirkungen und inneren Widerstände in vergleichbare Größen	80
2. Wesen des Stahl- und Spannbetons	36	4.4.1. Idealisierungen bei der Festlegung des statischen Systems	80
2.1. Problemübersicht	36	4.4.2. Idealisierungen bei der Festlegung der Berechnungsmodelle	80
2.2. Prinzipielle Wirkungsweise der Bewehrung und des Verbunds	36	4.5. Sicherheitskonzeption für die Nachweisführung und Bemessung	83
2.3. Prinzipielle Wirkungsweise der Vorspannung	40	4.6. Überblick über die Berechnung	84
2.4. Tragverhalten unbewehrter, schlaff bewehrter und vorgespannter Elemente	45	4.6.1. Sicherheitskonzept im Eurocode 2 (EC 2)	85
3. Stahlbetontragwerke und Elemente	52	4.6.2. Sicherheitskonzept in DIN 1045 und DIN 4227	88
3.1. Problemübersicht	52	4.6.3. Sicherheitskonzept im ETV Beton	88
3.2. Systematisierung der Stahlbetontragwerke	52	5. Beton	93
3.2.1. Systematisierung der Stahlbetontragwerke nach ihrer Zuordnung zu den Bauwerken	52	5.1. Problemübersicht	93
3.2.2. Systematisierung der Stahlbetontragwerke nach ihrer Struktur und ihren Elementen	54	5.2. Strukturbildung und Strukturveränderung des Betons	94
3.3. Elemente der Stahlbetontragwerke	55	5.3. Verhalten des Betons unter einachsiger Kurzzeitbelastung	97
3.3.1. Balken	56	5.3.1. Qualitative Betrachtung des Kurzzeitverhaltens des Betons	97
3.3.1.1. Prinzipielle Beanspruchungen und Bewehrungselemente	56	5.3.2. Spannungs-Dehnungs-Linie	99
3.3.1.2. Prinzipielles Tragverhalten von Stahlbetonbalken	61	5.3.3. Festigkeitskenngrößen bei Kurzzeitbelastung	100
3.3.1.3. Prinzipielles Tragverhalten von Spannbetonbalken	64	5.3.3.1. Würfeldruckfestigkeit, Zylinderdruckfestigkeit und Prismendruckfestigkeit	100
3.3.2. Platten	66	5.3.3.2. Zug- und Biegezugfestigkeit	103
3.3.3. Stützen	69	5.3.4. Formänderungskenngrößen bei Kurzzeitbelastung	103
		5.3.4.1. Elastizitätsmodul des Betons	103
		5.3.4.2. Grenzstauchung und Grenzdehnung des Betons	106
		5.3.4.3. Querdehnzahl des Betons	106

5.4.	Verhalten des Betons unter einachsiger Langzeitbelastung	107	6.6.	Verhalten unter Temperaturbeanspruchung	14	8
5.4.1.	Qualitative Betrachtung des Langzeitverhaltens des Betons	107	6.7.	Korrosionsbeständigkeit des Bewehrungsstahls	14	8
5.4.2.	Zeitlicher Verlauf der Kriechverformungen	109	6.8.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte des Bewehrungsstahls nach Euronorm	15	8
5.4.3.	Festigkeits- und Formänderungskenngrößen unter Langzeitwirkung	112	6.9.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte des Bewehrungsstahls nach DIN und bauaufsichtlichen Zulassungen	15	8
5.4.3.1.	Dauerstandsfestigkeit	112	6.10.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte der Bewehrungsstähle nach TGL-Vorschriften	15	8
5.4.3.2.	Endkriechzahl	113	7.	Bewehrung	16	8
5.5.	Schwinden des Betons	114	7.1.	Problemübersicht	16	8
5.5.1.	Qualitative Betrachtung des Schwindverhaltens	114	7.2.	Schlaaffe Bewehrungselemente	16	8
5.5.2.	Zeitlicher Verlauf der Schwindverformungen	114	7.2.1.	Formgebung	16	8
5.5.3.	Endschwindmaß	114	7.2.2.	Schweißen der Bewehrung	16	8
5.6.	Verhalten des Betons bei vielfach wiederholter Belastung	116	7.2.2.1.	Allgemeine Grundsätze und technische Forderungen	16	8
5.6.1.	Qualitative Betrachtung der Ermüdung des Betons	116	7.2.2.2.	Schweißverfahren	17	8
5.6.2.	Zeitfestigkeits- und Dauerfestigkeitsdiagramme	119	7.2.2.3.	Schweißverbindungen	17	8
5.7.	Verhalten des Betons unter mehrachsiger Beanspruchung	121	7.2.2.4.	Nachweise und konstruktive Durchbildung	17	8
5.7.1.	Qualitative Betrachtung des Betonverhaltens bei mehrachsiger Beanspruchung	121	7.2.3.	Stabförmige Bewehrungselemente	18	8
5.7.2.	Interaktionsdiagramme bei mehrachsiger Beanspruchung	123	7.2.4.	Flächige Bewehrungselemente (Betonstahlmatten)	18	8
5.8.	Verhalten des Betons unter Temperatureinwirkung	123	7.2.5.	Räumliche Bewehrungselemente	18	8
5.9.	Dauerhaftigkeit des Betons	124	7.2.6.	Einbau der schlaffen Bewehrung	19	8
5.10.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte nach EC 2	127	7.3.	Vorgespannte Bewehrungselemente	19	8
5.10.1.	Klassifizierung des Betons nach der Festigkeit	127	7.4.	Stoßverbindungen der Bewehrung	19	8
5.10.2.	Festigkeitskennwerte nach EC 2	128	7.4.1.	Direkte Stoßverbindungen von schlaffen Bewehrungsstäben	20	8
5.10.3.	Formänderungskennwerte des Betons nach EC 2	129	7.4.2.	Indirekte Stoßverbindungen von schlaffen Bewehrungsstäben	20	8
5.11.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte nach DIN 1045 und DIN 4227	131	7.4.2.1.	Indirekte Stöße bei Einzelstabbewehrung	20	8
5.11.1.	Klassifizierung des Betons nach der Festigkeit	131	7.4.2.2.	Indirekte Stöße bei geschweißten Betonstahlmatten	21	8
5.11.2.	Festigkeitskennwerte nach DIN 1045	131	7.4.3.	Stoßverbindungen von vorgespannter Bewehrung	21	8
5.11.3.	Formänderungskennwerte	133	7.5.	Darstellung und Bemaßung der Bewehrung	21	8
5.12.	Festigkeits- und Formänderungskennwerte nach TGL 33 403	134	7.5.1.	Darstellung der Bewehrung	21	8
5.12.1.	Betonklassen und Würfeldruckfestigkeit	134	7.5.2.	Bewehrungszeichnungen und Stahlliste	22	8
5.12.2.	Festigkeitskennwerte nach TGL 33 403	135	8.	Zusammenwirken von Beton und Bewehrung	23	8
5.12.3.	Formänderungskennwerte des Betons nach TGL 33 403	136	8.1.	Problemübersicht	23	8
6.	Bewehrungsstahl	140	8.2.	Verbund zwischen Beton und Bewehrung	23	8
6.1.	Problemübersicht	140	8.2.1.	Qualitative Betrachtung des Verbundverhaltens	23	8
6.2.	Klassifikation der Bewehrungsstähle	140	8.2.2.	Verbundfestigkeit	23	8
6.3.	Verhalten unter Kurzzeitbelastung	141	8.2.3.	Ermittlung der Verbundspannungen	24	8
6.4.	Verhalten unter Langzeitbelastung	142	8.2.4.	Verbundnachweis nach EC 2	24	8
6.5.	Verhalten unter vielfach wiederholter Belastung	143	8.2.5.	Verbundnachweis nach DIN 1045 und DIN 4227	24	8
			8.2.6.	Nachweis der Verbundtragfähigkeit nach TGL 33 405	24	8

8.3. Zusammenwirken von Beton und Bewehrung in Verankerungsbereichen	245	8.3.4.7. Verankerung geschweißter Bewehrungsmatten	273
8.3.1. Qualitative Betrachtung des Tragverhaltens im Verankerungsbereich	245	8.3.4.8. Verankerung von Bügeln und Bügelmaten	278
8.3.2. Tragfähigkeit der Verankerung	250	8.3.5. Verankerung der vorgespannten Bewehrung	278
8.3.2.1. Verankerung durch Verbund	250	8.3.5.1. Prinzipielles Tragverhalten bei Krafteinleitung und Verankerung über Ankerplatten	279
8.3.2.2. Verankerung durch Haken	253	8.3.5.2. Prinzipielles Tragverhalten bei Krafteinleitung und Verankerung durch Verbund	280
8.3.2.3. Verankerung durch Schlaufen	255	8.3.5.3. Konstruktive Durchbildung der Verankerung vorgespannter Bewehrung	283
8.3.2.4. Verankerung durch aufgeschweißte Querstäbe	257	8.3.6. Stahlzugkräfte und Verankerungskräfte der vorgespannten Bewehrung	288
8.3.2.5. Verankerung durch Ankerkörper	257	8.4. Zusammenwirken von Beton und Bewehrung an Umlenkbereichen	289
8.3.3. Ermittlung der Stahlzugkräfte und der Verankerungskräfte bei schlaffer Bewehrung	258	8.4.1. Prinzipielles Tragverhalten von Bereichen mit Umlenkdruckkräften	290
8.3.4. Nachweis der Tragfähigkeit der Verankerung der schlaffen Bewehrung in biegebeanspruchten Elementen	264	8.4.2. Prinzipielles Tragverhalten von Bereichen mit Umlenkzugkräften	292
8.3.4.1. Zugkraftdeckungslinie	264	Literatur	296
8.3.4.2. Verankerung gerader Längsstäbe außerhalb von Auflagern	268	Sachwörterverzeichnis	299
8.3.4.3. Verankerung auf- und abgebogene Längsstäbe	268		
8.3.4.4. Verankerung gerader Längsstäbe an Endauflagern	268		
8.3.4.5. Verankerung gerader Längsstäbe an Zwischenauflagern	273		
8.3.4.6. Verankerung voll auf Zug beanspruchter Stäbe an Einspannstellen	273		