

Inhaltsübersicht

1

	Inhaltsverzeichnis	IX
	Anschriften	XVI
I	Beton	1
	Harald S. Müller, Udo Wiens	
II	Hinweise und Erläuterungen zur Neuausgabe der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“	173
	Christoph Alfes, Frank Fingerloos, Claus Flohrer	
III	Planung und Anwendung der Frischbetonverbundsysteme bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton	227
	Thomas Freimann, Ulli Heinlein	
IV	Oberflächenschutzsysteme für Betonbauteile	259
	Lars Wolff, Bernd Schwamborn	
V	Nichtlineare Berechnung von Stahlbetontragwerken mithilfe der Finite-Elemente-Methode	303
	Manfred Keuser, Marcel Meinhardt	
VI	Building Information Modeling – Übersicht über Technologie und Arbeitsmethodik mit Praxisbeispielen	355
	Arnold Tautschnig, Georg Frösch, Martin Mösl, Werner Gächter	
VII	Bauen für die Raumfahrt	415
	Jan Wörner	
	Stichwortverzeichnis	XXI

Inhaltsübersicht

2

	Inhaltsverzeichnis	V
	Anschriften	XIV
VIII	Konstruktiver baulicher Brandschutz im Betonbau	437
	Jochen Zehfuß, Björn Kampmeier	
IX	Beton unter hoher Temperaturbeanspruchung – Brandschutz und Rettungssysteme in Tunneln	511
	Konrad Bergmeister, Tobias Cordes, Hans Lun, Roland Murr, Erwin Reichel	
X	Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz	557
	Nina Schjerve, Ulrich Schneider †	
XI	Schalungsdruck bei lotrechten und geneigten Betonbauteilen	599
	Björn Freund, Carl-Alexander Graubner	
XII	Ermüdung von druckschwellbeanspruchtem Beton – Materialverhalten, Modellbildung, Bemessung	643
	Nadja Oneschkow, Christoph von der Haar, Julian Hümme, Corinne Otto, Ludger Lohaus, Steffen Marx	
XIII	Normen und Regelwerke	757
	Frank Fingerloos	
	Stichwortverzeichnis	917

Inhaltsverzeichnis

1

I	Beton	1		
	Harald S. Müller, Udo Wiens			
1	Einführung und Definition	3	4	Junger Beton
1.1	Allgemeines	3	4.1	Bedeutung und Definition
1.2	Definition	3	4.2	Hydrationswärme
1.3	Klassifizierung von Beton	5	4.3	Verformungen
1.3.1	Betonarten	5	4.4	Dehnfähigkeit und Rissneigung
1.3.2	Betonklassen	5	4.5	Bestimmung der Festigkeit
1.3.3	Betonfamilie	7		von jungem Beton
2	Ausgangsstoffe	8	5	Lastunabhängige Verformungen
2.1	Zement	8	5.1	Allgemeines
2.1.1	Arten und Zusammensetzung	8	5.2	Temperaturdehnung
2.1.2	Bautechnische Eigenschaften	12	5.3	Schwinden
2.1.3	Bezeichnung, Lieferung und Lagerung	14	5.3.1	Ursachen
2.1.4	Anwendungsbereiche	15	5.3.2	Mathematische Beschreibung
2.1.5	Zementhydratation	19	6	Festigkeit und Verformung von
2.1.6	Der Zementstein	20		Festbeton
2.2	Gesteinskörnungen für Beton	22	6.1	Strukturmerkmale
2.2.1	Allgemeines	22	6.2	Druckfestigkeit
2.2.2	Art und Eigenschaften des Gesteins	23	6.2.1	Spannungszustand und Bruchverhalten von Beton bei Druckbeanspruchung
2.2.3	Schädliche Bestandteile	24	6.2.2	Einflüsse auf die Druckfestigkeit
2.2.4	Kornform und Oberfläche	27	6.2.2.1	Ausgangsstoffe und Beton-
2.2.5	Größtkorn und Kornzusammensetzung	28		zusammensetzung
2.3	Betonzusatzmittel	30	6.2.2.2	Erhärtungsbedingungen und Reife
2.3.1	Definition	30	6.2.2.3	Prüfeinflüsse
2.3.2	Arten von Zusatzmitteln	30	6.2.3	Festigkeitsklassen
2.3.3	Anwendungsgebiete	31	6.3	Zugfestigkeit
2.3.4	Weitere Anforderungen	33	6.3.1	Bruchverhalten und Bruchenergie
2.4	Betonzusatzstoffe	33	6.3.2	Einflüsse auf die Zugfestigkeit
2.4.1	Definitionen	33	6.3.3	Zentrische Zugfestigkeit
2.4.2	Inerte Stoffe und Pigmente	34	6.3.4	Biegezugfestigkeit
2.4.3	Puzzolanische Stoffe	34	6.3.5	Spaltzugfestigkeit
2.4.4	Latent-hydraulische Stoffe	39	6.3.6	Verhältniszahlen für Druck- und Zugfestigkeit
2.4.5	Organische Stoffe	39	6.4	Festigkeit bei mehrachsiger Beanspruchung
2.5	Zugabewasser	40	6.5	Spannungs-Dehnungsbeziehungen
3	Frischbeton und Nachbehandlung	40	6.5.1	Elastizitätsmodul und Querdehnzahl
3.1	Allgemeine Anforderungen	40	6.6	Einfluss der Zeit auf Festigkeit und Verformung
3.2	Mehlkorngehalt	40	6.6.1	Die zeitliche Entwicklung von Festigkeit und Elastizitätsmodul
3.3	Rohdichte und Luftgehalt	41	6.6.2	Verhalten bei Dauerstandsbeanspruchung
3.4	Verarbeitbarkeit und Konsistenz	41	6.6.3	Zeitabhängige Verformungen
3.5	Transport und Einbau	44	6.6.3.1	Definitionen
3.6	Entmischen	45		
3.7	Nachbehandlung	47		
3.7.1	Nachbehandlungsarten	47		
3.7.2	Dauer der Nachbehandlung	47		
3.7.3	Zusätzliche Schutzmaßnahmen	49		

6.6.3.2	Kriechverhalten von Beton	73	10.2.4	Herstellung, Transport und Verarbeitung	117
6.6.3.3	Vorhersageverfahren	75	10.2.5	Festbetonverhalten von Konstruktionsleichtbeton	118
6.6.4	Verhalten bei dynamischer Beanspruchung	77	10.2.6	Zur Planung von Bauwerken aus Konstruktionsleichtbeton	121
6.6.5	Ermüdung	77	10.2.7	Selbstverdichtender Konstruktionsleichtbeton	122
7	Dauerhaftigkeit	81	10.3	Porenbeton	123
7.1	Überblick über die Umweltbedingungen, Schädigungsmechanismen und Mindestanforderungen	82	10.4	Haufwerksporiger Leichtbeton	123
7.2	Widerstand gegen das Eindringen aggressiver Stoffe	89	11	Faserbeton	125
7.3	Korrosionsschutz der Bewehrung im Beton	90	11.1	Allgemeines	125
7.3.1	Allgemeine Anforderungen	90	11.2	Zusammenwirken von Fasern und Matrix	125
7.3.2	Carbonatisierung	91	11.2.1	Ungerissener Beton	126
7.3.3	Eindringen von Chloriden	93	11.2.2	Gerissener Beton	127
7.4	Frostwiderstand	95	11.3	Fasern	133
7.5	Frost- und Taumittelwiderstand	95	11.3.1	Stahlfasern	133
7.6	Widerstand gegen chemische Angriffe	97	11.3.2	Glasfasern	134
7.7	Verschleißwiderstand	98	11.3.3	Organische Fasern	135
7.8	Feuchtigkeitsklassen nach Alkali-Richtlinie	98	11.3.3.1	Kunststofffasern (Polymere)	135
8	Selbstverdichtender Beton	99	11.3.3.2	Kohlenstofffasern	136
8.1	Allgemeines	99	11.3.3.3	Fasern natürlicher Herkunft – Zellulosefasern	136
8.2	Mischungsentwurf	100	11.4	Zusammensetzung	137
8.3	Frischbetonprüfverfahren an Mörtel	101	11.4.1	Beton	137
8.4	Prüfungen am Beton	102	11.4.2	Fasern	137
8.5	Eigenschaften	105	11.5	Eigenschaften	137
9	Sichtbeton	105	11.5.1	Verhalten bei Druckbeanspruchung	137
9.1	Einführung	105	11.5.2	Verhalten bei Zugbeanspruchung und bei Biegebeanspruchung	138
9.2	Planung und Ausschreibung	106	11.5.3	Verhalten bei Querkraft- und Torsionsbeanspruchung	139
9.3	Betonzusammensetzung und Betonherstellung	106	11.5.4	Verhalten bei Explosions-, Schlag- und Stoßbeanspruchung	139
9.4	Einbau und Nachbehandlung	107	11.5.5	Kriechen und Schwinden	139
9.4.1	Schalung und Trennmittel	107	11.5.6	Dauerhaftigkeit	139
9.4.2	Ausführung und Nachbehandlung	108	11.5.7	Frost- und Taumittelwiderstand	140
9.5	Beurteilung	108	11.5.8	Verhalten bei hoher Temperatur	140
9.6	Mängel und Mängelbeseitigung	109	11.5.9	Verschleißwiderstand	141
9.6.1	Sichtbetonmängel	109	11.6	Übereinstimmungsnachweis und Prüfungen	141
9.6.2	Mängelbeseitigung bei Sichtbeton	110	11.7	Richtlinie „Stahlfaserbeton“	141
9.6.3	Architektonisch bedeutsame Bausubstanz	111	12	Ultrahochfester Beton	142
9.7	Sonder-Sichtbetone	111	13	Nachhaltiger Beton	142
10	Leichtbeton	112	13.1	Einführung	142
10.1	Einführung und Überblick	112	13.2	Ökobilanz von Beton	143
10.2	Konstruktionsleichtbeton nach DIN EN 1992-1-1	113	13.3	Mischungsentwicklung	145
10.2.1	Grundlegende Eigenschaften	113	13.3.1	Optimierung der Packungsdichte der granularen Ausgangsstoffe	145
10.2.2	Leichte Gesteinskörnung	113	13.3.2	Bewertung der Leistungsfähigkeit der Bindemittelzusammensetzung	149
10.2.3	Betonzusammensetzung	115	13.4	Methoden der Leistungsbewertung	150
			13.5	Zusammensetzung und Eigenschaften nachhaltiger Betone	151

14	Normative Entwicklung	155	14.2.3	DAfStb-Richtlinie	
14.1	Neue EN 206 und DIN 1045-2	155		„Betonbauqualität (BBQ)“	157
14.2	Betonbauqualität entlang der Wertschöpfungskette – Ein integrierter Ansatz	156	14.3	Widerstandsklassen – das neue Konzept zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken für die zukünftige EN 206	158
14.2.1	Hintergrund	156			
14.2.2	Bisherige Normen im Betonbau – Defizitanalyse	156	15	Literatur	159
II	Hinweise und Erläuterungen zur Neuausgabe der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“	173			
	Christoph Alfes, Frank Fingerloos, Claus Flohrer				
1	Einleitung	175	11	Bemessung und Bewehrungskonstruktion	203
2	Anwendungsbereich der WU-Richtlinie	175	12	Elementwände	206
3	Wasserundurchlässigkeit als Gebrauchstauglichkeitseigenschaft	176	12.1	Allgemeines	206
4	Aufgaben der Planung	178	12.2	Änderungen in der neuen WU-Richtlinie	207
5	Bedarfsplanung	180	12.3	Planung	207
6	Klassen zur Beschreibung der Wasserbeanspruchung – Beanspruchungsklassen	180	12.4	Herstellung	208
7	Klassen zur Beschreibung der Nutzungsanforderungen – Nutzungsklassen	181	12.5	Transport und Montage	209
7.1	Allgemeines	181	12.6	Einbau	209
7.2	Nutzungsklasse A (NKL-A)	182			
7.3	Nutzungsklasse B (NKL-B)	183	13	Fugenabdichtungen	210
8	Entwurf von WU-Betonbauwerken	185	13.1	Anwendungsregeln	210
8.1	Allgemeines	185	13.2	Allgemeine Hinweise für Fugenabdichtungen	210
8.2	Entwurfsgrundsätze zur Trennrisskontrolle	186	13.3	Außenliegende Fugenbänder	210
8.3	Trennrisse	189	13.4	Außenliegende nachträgliche Abdichtungen	210
8.4	Biegerisse	190	13.5	Unbeschichtete Fugenbleche	211
8.5	Selbstheilung von Trennrissen	191	13.6	Beschichtete Fugenbleche	211
9	Maßnahmen zur Umsetzung der Entwurfsgrundsätze	193	13.7	Innenliegende Fugenbänder	211
9.1	Allgemeines	193	13.8	Sollrissfugen	212
9.2	Konstruktive Maßnahmen	194	13.9	Quellfähige Fugeneinlagen	212
9.3	Betontechnische Maßnahmen	196	13.10	Injektionsdichtungen	212
9.4	Ausführungstechnische Maßnahmen	199	13.11	Kompressionsdichtungen	212
10	Festlegung WU-Beton und Wahl der Bauteilabmessungen	200	14	Bauausführung	213
10.1	WU-Beton	200	14.1	Allgemeines	213
10.2	Bauteildicke	201	14.2	Abstandhalter und Schalungsanker	213
10.3	Lichte Innenmaße bei WU-Betonwänden	201	14.3	Montage von Elementwandplatten und Einbau des Kernbetons	213
			14.4	Nachbehandlung und Schutz des Betons	214
			14.5	Lagerung, Einbau und ggf. Schutz von Fugenabdichtungen	214
			15	Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen	214
			15.1	Abdichtung von Trennrissen	214
			15.2	Wasserseitige Dichtmaßnahmen	215
			15.3	Instandsetzung von Fehlstellen	215

16	Orientierungshilfe zur Abstimmung der Zuständigkeit bei der Planung und der Ausführung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton	215	17.2	Befahrene WU-Bodenplatte mit EGS-a.	218
17	Beispiele	215	17.3	Befahrene WU-Bodenplatte mit EGS-c.	221
17.1	Industrieboden als WHG-Wanne mit EGS-a.	215	17.4	WU-Dach mit EGS-c.	223
18	Literatur	225			
III	Planung und Anwendung der Frischbetonverbundsysteme bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton.	227			
	Thomas Freimann, Ulli Heinlein				
1	Allgemeines und Begriffe	229	5	Hinweise zur Planung	243
2	Aktuelle Regelwerkssituation in Deutschland	230	5.1	Allgemeines	243
3	Wirkungsmechanismen	231	5.2	Erforderliche Planungsschritte.	243
3.1	Allgemeines	231	5.3	Potenzielle Einsatzbereiche	244
3.2	Mechanischer Verbund	232	5.4	Leistungsverzeichnis	247
3.3	Adhäsiver Verbund	234	6	Verarbeitung auf der Baustelle	247
3.4	Wechselwirkung mit der Betonrandzone	235	6.1	Allgemeines	247
4	Mechanisch/physikalische Eigenschaften	238	6.2	Anforderungen an den Untergrund	247
4.1	Allgemeines	238	6.3	Fachgerechte Verlegung	248
4.2	Prüfungen allgemeiner Produkteigenschaften	238	6.4	Vermeidung von Verbundstörungen	253
4.3	Prüfungen zum Verbundverhalten	239	6.5	Hinweise zu Verarbeitungsgrenzen	254
4.4	Weitergehende Untersuchungen.	240	6.6	Qualitätskontrolle.	256
			7	Zusammenfassung	256
			8	Literatur	258
IV	Oberflächenschutzsysteme für Betonbauteile	259			
	Lars Wolff, Bernd Schwamborn				
1	Einleitung	261	8	Industrieanlagen für aggressive Medien	283
2	Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen	262	9	Kunstharzestriche	285
2.1	OS-Systeme nach RL SIB	262	10	Parkbauten	286
2.2	OS-Systeme nach ZTV-ING	268	10.1	Allgemeines	286
2.3	ZTV-W LB 219	268	10.2	Entwurfsgrundsätze bei Parkbauten	287
3	DIN 18532-6	271	10.3	Oberflächenschutzsysteme für Parkbauten – Allgemeines	289
4	Abwasseranlagen	272	10.4	Übliche Lebensdauer von OS-Systemen	290
5	Trinkwasserbehälter	273	10.5	Wartung und Instandhaltung von OS-Systemen	295
6	Kühltürme und Schornsteine	277	10.6	Rissüberbrückende OS-Systeme bei rückseitigem Wasserdruck in Trennrissen.	297
7	Gewässerschutz – Allgemeine und spezielle Zulassungs- und Prüfungsgrundsätze des DIBt	280	10.7	Oberflächenschutzsysteme auf Rampen	297
			11	Literatur	298

V	Nichtlineare Berechnung von Stahlbetontragwerken mithilfe der Finite-Elemente-Methode	303
	Manfred Keuser, Marcel Meinhardt	
1	Einleitung	305
1.1	Allgemeines	305
1.2	Nichtlineare Berechnungen in der Planung von Stahlbetontragwerken ..	306
1.2.1	Tragwerksplanung von Tunnelbauwerken	306
1.2.2	Berechnung von schlanken Brückenpfeilern	308
1.3	Nichtlineare Berechnungen für die Nachrechnung von Betontragwerken	308
2	Nichtlinearitäten	310
2.1	Abgrenzung der linearen von der nichtlinearen Analyse	310
2.2	Geometrische Nichtlinearität	311
2.2.1	Theorie II. Ordnung	311
2.2.2	Theorie III. Ordnung	311
2.3	Physikalische Nichtlinearität	311
2.4	Veränderliche Randbedingungen ..	312
2.4.1	Lagerungsrandbedingungen	312
2.4.2	Krastrandbedingungen	312
3	Materialmodellierung	312
3.1	Beton	313
3.1.1	Nichtlineare Elastizitätstheorie	314
3.1.2	Plastizitätstheorie	315
3.1.3	Schädigungstheorie	317
3.1.4	Kombinierte elastoplastische Schädigungstheorie	318
3.1.5	Microplane-Theory	318
3.2	Betonstahl	319
3.3	Stahlfaserbeton	320
3.4	Materialmodelle in DIN EN 1992-1-1 [3]	320
3.4.1	Beton	320
3.4.2	Betonstahl	322
4	Modellierung von Stahlbeton mit der FEM	322
4.1	Grundlagen der Finite-Elemente-Methode	322
4.2	Grundlagen der Nichtlinearen Finite-Elemente-Methode	324
4.3	Modellierung der Betonstruktur ..	327
4.4	Möglichkeiten der Modellierung der Betonstahlbewehrung	328
4.4.1	Detaillierte Modellierung	328
4.4.2	Diskrete Modellierung als 1-D-Stabelement	328
4.4.3	Eingebettete Modellierung	328
4.4.4	Verschmierte Modellierung	328
4.4.5	Berücksichtigung der Bewehrung mithilfe von Momenten-Krümmungs-Beziehungen	328
4.5	Verbundmodellierung	330
4.6	Vorspannung	332
4.7	Rissbildung	332
4.7.1	Diskretes Rissmodell	333
4.7.2	Verschmierte Rissmodelle	333
4.7.3	Rissmodelle mit Diskontinuitäten im Verschiebungsfeld der finiten Elemente	335
4.8	Zugversteifungseffekt (tension stiffening)	337
5	Sicherheitskonzepte für nichtlineare Berechnungen	338
5.1	„ γ_R -Verfahren“	339
5.2	Verfahren der „Doppelten Buchführung“	340
5.3	Ermittlung der Systemtraglasten auf Grundlage von Bemessungswerten der Baustofffestigkeiten (Partial factor method (PFM))	340
5.4	Methode zur Schätzung der Variationskoeffizienten V_R des Tragwiderstands nach Červenka (Method of estimation of a coefficient of variation of resistance (ECOV-Methode))	341
5.5	Probabilistische Analyse	341
5.6	Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Systemtraglast	342
6	Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung von nichtlinearen Berechnungen	343
6.1	Vorüberlegungen	343
6.1.1	Spannungs-Verzerrungs-Maße für nichtlineare Berechnungen	343
6.1.2	Software	344
6.2	Wesentliche Schritte vor einer nichtlinearen FE-Berechnung	345
6.2.1	Vorüberlegungen	345
6.2.2	Linear-elastische Berechnung	345
6.2.3	Fehlerquellen	346
6.3	Nichtlineare FE-Berechnung	346
6.3.1	Vorüberlegungen	346
6.3.2	Wesentliche Schritte vor einer nichtlinearen FE-Berechnung	347
6.3.3	Nichtlineare FE-Berechnung	349
6.3.4	Bewertung der Ergebnisse einer nichtlinearen Berechnung	349
7	Schlussbemerkungen	349
8	Literatur	350

VI	Building Information Modeling – Übersicht über Technologie und Arbeitsmethodik mit Praxisbeispielen	355
	Arnold Tautschnig, Georg Fröch, Martin Mösl, Werner Gächter	
1	Einleitung	357
2	BIM Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik	358
2.1	Entwicklung und Wesen	358
2.2	Mehrwert von BIM	360
2.3	Software und Schnittstellen – Interoperabilität	363
2.3.1	Der freeBIM-Merkmalserver	363
2.4	Prozesse und Management	366
2.5	Normative Situation	368
2.5.1	Stand der Normung International	369
2.5.2	Stand der Normung National	372
2.5.3	Austauschformate	372
2.6	Dimensionen von BIM	373
2.6.1	4D-BIM	373
2.6.2	5D-BIM	378
2.6.3	6D-BIM-FIM	381
3	BIM und Recht	385
3.1	Einleitung	385
3.1.1	Building Information Modeling (BIM) aus rechtlicher Sicht	385
3.1.2	BIM ≠ BIM	385
3.1.3	Rollenmodelle der Einsatzformen	385
3.1.4	Konsistente Informationsbearbeitung über den Lebenszyklus	387
3.2	BIM im Fokus des Vertragsrechts	388
3.2.1	Fehlende Ver- und Gebote	388
3.3	BIM und HOAI	389
3.4	BIM und die Haftung der Projektbeteiligten	390
3.4.1	Keine Änderung des Haftungsregimes	390
3.4.2	Planen und Bauen unter Zuhilfenahme der Planungsmethode BIM	390
3.4.3	Verschärfte Haftung mit BIM?	391
3.4.4	Spezialfragen zur Haftung bei Einsatz der BIM-Planungsmethode	391
3.4.5	Gewährleistung hinreichend konsistenter Modelldaten	392
3.4.6	Risiken eingesetzter Software	392
3.5	BIM und Vergaberecht	393
3.5.1	Zusätzlich zu beschaffende Leistungen	393
3.5.2	Wettbewerbsverengung durch Closed- oder Open-BIM-Lösung?	394
3.5.3	Produktneutrales Planen	394
3.5.4	BIM-relevante Eignungs- und Zuschlagskriterien	394
3.6	Schutz des geistigen Eigentums, Datenschutzrecht	394
3.6.1	Eigentumsrechte an Daten	394
3.6.2	Urheberrechtsschutz	395
3.6.3	Datenbank, Datenbankwerkschutz und Designschutz	395
3.6.4	Notwendigkeit der Begründung von vertraglichen Rechten an Daten	395
3.6.5	Datenschutzrecht	395
3.7	Ergebnis	395
4	BIM Stand der Praxis	396
4.1	Anwendungsmöglichkeiten	396
4.2	Neubau Bürogebäude Haus B11 – Volkswagen Financial Services	396
4.2.1	Das Projektteam und DhochN	396
4.2.2	Das Projekt Neubau Bürogebäude Haus B11	396
4.2.3	BIMiD und die Ziele des Bauherrn	397
4.2.4	BIM in der Praxis bei VWFS.	397
4.2.5	Schlusskommentar	401
4.3	Infrastrukturbau: ILF Tunnel- bzw. Infrastrukturplanung	402
4.3.1	Einleitung	402
4.3.2	Herangehensweise bei der Bearbeitung	404
4.3.3	Projektabwicklung und Prozess	405
4.3.4	Organisation bei ILF	406
4.3.5	Beispielbeschreibung	407
5	Literatur	411

VII	Bauen für die Raumfahrt	415		
	Jan Wörner			
1	Einleitung	417	4	Baustoffe
			4.1	Systeme am Boden
2	Konstruktionen für die Raumfahrt ..	418	4.2	Systeme für den Transport
			4.3	Systeme im All
3	Anforderungen	418	4.4	Systeme auf Monden und Planeten ..
3.1	Systeme am Boden	418		
3.2	Systeme für den Transport	419	5	Sicherheitsüberlegungen
3.3	Systeme im All	420		
3.4	Systeme auf Monden und Planeten ..	421	6	Beispiele
				426
	Stichwortverzeichnis			XXI

Inhaltsübersicht

2

	Inhaltsverzeichnis	V
	Anschriften	XIV
VIII	Konstruktiver baulicher Brandschutz im Betonbau	437
	Jochen Zehfuß, Björn Kampmeier	
IX	Beton unter hoher Temperaturbeanspruchung – Brandschutz und Rettungssysteme in Tunneln	511
	Konrad Bergmeister, Tobias Cordes, Hans Lun, Roland Murr, Erwin Reichel	
X	Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz	557
	Nina Schjerve, Ulrich Schneider †	
XI	Schalungsdruck bei lotrechten und geneigten Betonbauteilen	599
	Björn Freund, Carl-Alexander Graubner	
XII	Ermüdung von druckschwellbeanspruchtem Beton – Materialverhalten, Modellbildung, Bemessung	643
	Nadja Oneschkow, Christoph von der Haar, Julian Hümme, Corinne Otto, Ludger Lohaus, Steffen Marx	
XIII	Normen und Regelwerke	757
	Frank Fingerloos	
	Stichwortverzeichnis	917

Inhaltsübersicht

1

	Inhaltsverzeichnis	IX
	Anschriften	XVI
I	Beton	1
	Harald S. Müller, Udo Wiens	
II	Hinweise und Erläuterungen zur Neuausgabe der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“	173
	Christoph Alfes, Frank Fingerloos, Claus Flohrer	
III	Planung und Anwendung der Frischbetonverbundsysteme bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton	227
	Thomas Freimann, Ulli Heinlein	
IV	Oberflächenschutzsysteme für Betonbauteile	259
	Lars Wolff, Bernd Schwamborn	
V	Nichtlineare Berechnung von Stahlbetontragwerken mithilfe der Finite-Elemente-Methode	303
	Manfred Keuser, Marcel Meinhardt	
VI	Building Information Modeling – Übersicht über Technologie und Arbeitsmethodik mit Praxisbeispielen	355
	Arnold Tautschnig, Georg Frösch, Martin Mösl, Werner Gächter	
VII	Bauen für die Raumfahrt	415
	Jan Wörner	
	Stichwortverzeichnis	XXI

Inhaltsverzeichnis

2

VIII	Konstruktiver baulicher Brandschutz im Betonbau	437
	Jochen Zehfuß, Björn Kampmeier	
1	Einführung	439
2	Brandschutzanforderungen nach Baurecht	441
2.1	Allgemeines	441
2.2	Gebäudeklassen	441
2.3	Einzelanforderungen	442
2.3.1	Grundstück und Bebauung	442
2.3.2	Brandverhalten von Baustoffen und Feuerwiderstandsverhalten von Bauteilen	443
2.3.3	Abschnittsbildung	445
2.3.4	Rettungswege	445
2.4	Anforderungen an Sonderbauten	447
2.5	Verwendung von Bauprodukten und Anwendung von Bauarten	448
2.5.1	Allgemeines	448
2.5.2	Bauarten	448
2.5.3	Bauprodukte	449
2.5.3.1	Allgemeine Anforderungen nach § 16b MBO	449
2.5.3.2	Anforderungen an CE-gekennzeichnete Bauprodukte (§ 16c MBO)	449
2.5.3.3	Anforderungen an national geregelte Bauprodukte (Verwendbarkeitsnachweise, §§ 17–25 MBO)	449
3	Klassifizierung des Brandverhaltens	451
3.1	Brandverhalten von Baustoffen	451
3.1.1	Allgemeines	451
3.1.2	Europäisches Klassifizierungssystem	451
3.1.3	Nationales Klassifizierungssystem	452
3.2	Feuerwiderstandsverhalten von Bauteilen	453
3.2.1	Allgemeines	453
3.2.2	Europäisches Klassifizierungssystem	454
3.2.3	Nationales Klassifizierungssystem	454
4	Brandschutznachweise nach den Eurocodes	457
4.1	Überblick	457
4.2	Verfahren	458
4.3	Thermische Einwirkungen	459
4.3.1	Allgemeines	459
4.3.2	Nominelle Temperaturzeitkurven	459
4.3.3	Naturbrandmodelle	459
4.3.3.1	Allgemeines	459
4.3.3.2	Brandlastdichten und Wärmefreisetzungsraten	460
4.3.3.3	Parametrische Temperaturzeitkurven	461
4.3.3.4	Thermische Einwirkungen auf außenliegende Bauteile	463
4.3.3.5	Brandeinwirkungen bei lokal begrenzten Bränden	463
4.3.3.6	Allgemeine Brandmodelle	464
4.3.3.7	Sicherheitskonzept für Naturbrandnachweise	465
4.3.3.8	Anwendung von Naturbrandmodellen	467
4.3.4	Mechanische Einwirkungen	469
4.4	Nachweiseverfahren für Bauteile und Tragwerke	470
4.4.1	Tabellarische Daten	470
4.4.2	Vereinfachte Rechenverfahren	470
4.4.3	Allgemeine Rechenverfahren	470
5	Bemessung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	470
5.1	Überblick	470
5.2	Nachweise mittels tabellarischer Daten	472
5.2.1	Überblick	472
5.2.2	Tabellarische Bemessung von Stahlbetonbalken und -decken	473
5.2.3	Tabellarische Bemessung von Stahlbetonstützen	474
5.2.4	Vereinfachte Berechnung der Feuerwiderstandsdauer von Stützen	475
5.2.5	Bemessungstabellen nach <i>Jensen</i>	476
5.3	Nachweis mit vereinfachten Rechenverfahren	476
5.3.1	Allgemeines	476
5.3.2	Hinweis zur Stützenbemessung mit der Zonenmethode	477
5.3.3	Brandschutztechnische Bemessung von Kragstützen	478
5.3.4	Anhang E	479
5.4	Nachweis mit allgemeinen Rechenverfahren	480
5.4.1	Allgemeines	480

5.4.2	Thermische Analyse	480	6.3.3	Nachweis mit dem allgemeinen Rechenverfahren	493
5.4.3	Mechanische Analyse	481	6.4	Stahlbeton-Rundstütze im obersten Geschoss eines Wohnhauses	494
5.5	Hochfester Beton	484	6.4.1	System und Belastung (Bild 38)	494
5.5.1	Allgemeines	484	6.4.2	Nachweis der Feuerwiderstands- klasse	494
5.5.2	Bemessung mit Tabellen	485	6.5	Stahlbeton-Kragstütze	495
5.5.3	Bemessung mit vereinfachten Rechenverfahren	485	6.5.1	System und Belastung (Bild 40)	495
5.6	Abplatzverhalten von Stahlbetonbauteilen im Brandfall ...	486	6.5.2	Nachweis mit dem Verfahren nach Jensen	495
6	Beispiele	487	6.6	Giebelstütze	498
6.1	Statisch bestimmt gelagerter Spannbetonbinder	487	6.6.1	System und Belastung (Bild 42)	498
6.2	Fertigteil-Dachbinder	488	6.6.2	Nachweis mit dem Verfahren nach EC 2-1-2/NA, Anhang AA	498
6.2.1	System und Belastung	488	6.7	Bemessung einer Durchlaufplatte ...	499
6.2.2	Nachweis mit Tabelle	488	6.7.1	System und Belastung	499
6.2.3	Nachweis mit dem vereinfachten Rechenverfahren	488	6.7.2	Tabellarische Bemessung	500
6.2.4	Nachweis mit dem allgemeinen Rechenverfahren	489	6.7.3	Nachweis mit dem allgemeinen Rechenverfahren für ETK-Brand	501
6.2.5	Ergebnisvergleich	490	6.7.4	Nachweis mit dem allgemeinen Rechenverfahren für einen Naturbrand	502
6.3	Stahlbeton-Innenstütze	490	7	Zusammenfassung	507
6.3.1	System und Belastung (Bild 36)	490	8	Literatur	507
6.3.2	Nachweis nach Methode A	490			
6.3.2.1	Allgemeines	490			
6.3.2.2	Nachweis mit Tabelle 5.2a	491			
6.3.2.3	Nachweis mit Gleichung 5.7	492			

IX Beton unter hoher Temperaturbeanspruchung – Brandschutz und Rettungssysteme in Tunneln

Konrad Bergmeister, Tobias Cordes, Hans Lun, Roland Murr, Erwin Reichel

1	Einleitung	513	3.2.2	Spezifische Wärme	526
2	Thermische Beanspruchung von Beton – Die Rolle der Betonrezeptur	514	3.2.3	Wärmeleitfähigkeit	527
2.1	Mechanismen und Maßnahmen zur Rezepturoptimierung	514	3.2.4	Temperaturdehnung	527
2.2	Beeinflussung des Brandverhaltens von Beton durch die Wahl der Ausgangsstoffe	516	3.2.5	Festigkeits- und Verformungs- eigenschaften von Beton	527
2.2.1	Zement	516	3.3	Einfluss der Temperatur auf das Porensystem von Beton	529
2.2.2	Gesteinskörnung	516	3.4	Einfluss der Temperatur auf den Betonstahl	531
2.2.3	Wassergehalt; Wasser-Bindemittel- Wert	517	3.4.1	Temperaturdehnung vom Betonstahl ..	531
2.2.4	Zusatzmittel	518	3.4.2	Festigkeits- und Verformungs- eigenschaften von Betonstahl	531
2.2.5	Polypropylenfasern	518	3.4.3	Restfestigkeit	532
2.3	Betonrezepturen	519	3.5	Charakterisierung der Strömung durch das Porensystem von Beton: die Permeabilität	533
2.4	Brandschutzschichten	521	3.6	Beispiel von Permeabilitäts- messungen von Beton	534
3	Brandbeanspruchung von Beton – Die Auswirkungen auf die Charakteristika von Beton	525	3.6.1	Beton ohne Polypropylenfasern	534
3.1	Zerstörungsmechanismen im Beton unter zunehmender Belastung	525	3.6.2	Beton mit Polypropylenfasern	535
3.2	Einfluss der Temperatur auf die Eigen- schaften von Beton	526	3.6.3	Einfluss der kombinierten thermischen und mechanischen Belastung auf Beton	536
3.2.1	Rohdichte	526	3.6.4	Korrelationen zwischen k_{int} und b für zylinderförmige Versuchskörper mit Innenbohrung	536

4	Brandbeanspruchung von Tunnelschalen	537	5.1.1	Primäres Ziel der Selbstrettung	546
4.1	Grundlage	537	5.1.2	Zeitlicher Ablauf der Selbstrettung	546
4.1.1	Brandlast, Brandleistung	537	5.1.3	Verhalten von flüchtenden Personen	546
4.1.2	Temperaturzeitkurve, Brandkurve	537	5.1.4	Toxische Wirkung von Brandgasen	546
4.1.3	Nachweiszeit, Branddauer	539	5.1.5	Thermische Wirkung von Brandgasen	547
4.1.4	Materialparameter	539	5.1.6	Beleuchtung	547
4.1.5	Abplatztiefe	540	5.1.7	Fluchtwegtüren	547
4.1.6	Temperatureindringkurven	540	5.2	Fremdrettung	548
4.1.7	Betondeckung	541	5.2.1	Voraussetzungen	548
4.2	Brandbeanspruchung von Tunnelquerschnitten	541	5.2.2	Einsatzkonzept	549
4.2.1	Rahmentragwerk	541	5.2.3	Einsatz unter Atemschutz	549
4.2.2	Gewölbetragwerk	543	5.2.4	Einsatzgrenzen	549
4.2.3	Kreisquerschnitte	543	5.2.5	Taktische Tunnelbrandbekämpfung	549
4.3	Versagensarten	543	5.2.5.1	Kommunikation/Ortung – Betriebsphase	550
4.3.1	Lokale Überbeanspruchung auf Zug	543	5.2.5.2	Kommunikation/Ortung – Bauphase	550
4.3.2	Lokale Überbeanspruchung auf Druck	543	6	Vorbeugender Brandschutz	550
4.3.3	Lokale Überbeanspruchung auf Schub	544	6.1	Sicherheitseinrichtungen in Tunnelanlagen	550
4.4	Bemessungsverfahren für Brandbeanspruchung	544	6.2	Löschsysteme	550
4.4.1	Nachweisverfahren anhand von tabellarischen Daten	544	6.2.1	Löschwasserleitung	550
4.4.2	Vereinfachte Nachweisverfahren	544	6.2.2	Lösch- und Rettungsfahrzeuge mit Löschwasservorrat	552
4.4.3	Allgemeine Rechenverfahren	545	6.2.3	Wasservernebelungsanlagen (Water-Mist-Anlagen)	553
5	Rettungskonzepte	545	6.2.4	Lüftung	554
5.1	Selbstrettung	546	7	Literatur	555
X	Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz	557			
	Nina Schjerve, Ulrich Schneider †				
1	Einleitung	559	2.4	Heizwerte	568
1.1	Relevanz von Materialdaten	559	2.5	Lagerungsdichte und m-Faktoren	577
1.2	Prüfverfahren ausgewählter Materialdaten	559	2.6	Luftbedarf	581
1.3	Einheiten und Einheiten-Konvertierung	560	2.7	Verbrennungseffektivität und Verbrennungsanteile	583
2	Stoffdaten	560	2.8	Zusätzliche Stoffdaten für Kunststoffe	587
2.1	Zündtemperaturen und Entzündungskriterien	560	2.9	Flächenbezogene Brandleistung und Brandentwicklung	590
2.2	Abbrand	566	3	Literatur	597
2.3	Brandausbreitung	568			
XI	Schalungsdruck bei lotrechten und geneigten Betonbauteilen	599			
	Björn Freund, Carl-Alexander Graubner				
1	Einführung	601	3.2	Modelle zur analytischen Beschreibung des Frischbetondrucks	606
2	Anforderungen an die Schalung	603	3.2.1	Überblick	606
3	Frischbetondruck – Stand der Technik	605	3.2.2	Hydrostatischer Druckansatz	607
3.1	Einleitung	605	3.2.3	Bodenmechanisch begründete Modellsätze	607
			3.2.4	Ansätze nach der Silotheorie	608

3.3	Normen und Regelwerke zur Berechnung des Frischbetondrucks .. 609	5.3	Geneigte Wände mit konstanter Bauteildicke 626
3.3.1	DIN 18218:2010 – Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen 609	5.4	Bauteile mit nach unten zunehmender Bauteildicke. 628
3.3.2	Lastansatz für geneigte Schalungen nach Ast und Fröhlich 610	5.5	Bauteile mit nach unten abnehmender Bauteildicke. 629
3.3.3	CIRIA Report 108 – Concrete pressure on formwork 611	5.6	Im Aufriss radial gekrümmte Wände 630
3.3.4	ACI 347R-14 – Guide to formwork for concrete 612	5.7	Vergleich des Frischbetondrucks nach dem Berechnungsvorschlag mit dem Ansatz von DIN 18218 632
3.3.5	Bulletin d'Information – Manual de Technologie „Coffrage“ 613		
3.3.6	TGL 33421/01 – Betonbau, Schalverfahren, Standschalung 614	6	Vereinfachte Berechnung des Frischbetondrucks 634
3.3.7	Vergleich normativer Regelwerke ... 615	6.1	Grundlagen und Anwendungs- grenzen. 634
4	Numerische Modellierung des Frischbetondrucks 617	6.2	Mindestwert und oberer Grenzwert des Frischbetondrucks 635
4.1	Allgemeines 617	6.3	Charakteristischer Wert des maximalen Frischbetondrucks bei lotrechten Wänden 635
4.2	Modellbeschreibung. 617	6.4	Frischbetondruck bei geneigten Wänden mit konstanter Bauteildicke 637
4.3	Zeitabhängige Modellparameter 618	6.5	Frischbetondruck bei im Aufriss radial gekrümmten Wänden 638
4.4	Zeitlich unabhängige Modellparameter 619	6.6	Bauteile mit großer Wanddicke 638
4.5	Modellverifizierung und Parameterstudie 621	7	Zusammenfassung 639
5	Analytische Bestimmung des Frischbetondrucks 621	8	Literatur 639
5.1	Überblick 621		
5.2	Lotrechte Wände mit konstanter Dicke 624		

XII Ermüdung von druckschwellbeanspruchtem Beton – Materialverhalten, Modellbildung, Bemessung 643

Nadja Oneschkow, Christoph von der Haar, Julian Hümme, Corinne Otto, Ludger Lohaus, Steffen Marx

1	Einführung 645	2.6	Zeitrafferverfahren und Idealisierung 654
1.1	Ermüdungsverhalten von Stahl und Beton 645	2.7	Prüftechnik für einaxiale Ermüdungsbeanspruchungen. 655
1.2	Ermüdungsverhalten von Betonbauwerken. 648	2.8	Prüftechnik für mehraxiale Ermüdungsuntersuchungen 656
1.3	Aktualität der Betonermüdung 648	2.9	Versuchskonzeption 657
1.4	Erfassung der Ermüdungsschädigung im Versuch und Vergleich mit dem Bauwerk. 649	2.10	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung 658
2	Prüfung des Ermüdungswiderstands von Beton 650	2.11	Ermüdungsversagen. 659
2.1	Allgemeines 650	2.12	Prüftechnische Einflüsse 660
2.2	Parameter der Ermüdungsbeanspruchung. 650	2.13	Messgrößen 660
2.3	Wöhlerkurven, Wöhlerdiagramm und Lastwechselbereiche 651	2.13.1	Allgemeines 660
2.4	Art der Lastaufbringung 653	2.13.2	Verformungen 661
2.5	Regelungen zu Ermüdungsversuchen an Beton. 653	2.13.3	Ultraschalllaufzeit 661
		2.13.4	Schallemission 662
		3	Last-Verformungsverhalten von ermüdungsbeanspruchtem Beton ... 663
		3.1	Einführung 663

3.2	Verhalten unter monoton steigender und konstanter Beanspruchung	663	4.9.3	Hypothesen zu den Schädigungsmechanismen	712
3.3	Verhalten unter verformungsgeregelter, zyklischer Beanspruchung	667	4.10	Einfluss der Betonzusammensetzung – hochfeste Vergussmörtel und -betone	715
3.4	Materialverhalten im Ermüdungsversuch.	669	5	Modellvorstellungen zum Ermüdungsverhalten von Beton	721
3.4.1	Dehnungsentwicklung	669	5.1	Einführung	721
3.4.2	Ermüdungsbruchdehnung	670	5.2	Lastwechselbezogene Ermüdungsmodelle	721
3.4.3	Steifigkeitsentwicklung	672	5.2.1	Wöhlerkurven.	721
3.4.4	Rissentwicklung.	673	5.2.2	Schadensakkumulationshypothesen	722
3.4.5	Entwicklung der Ultraschalllaufzeit	675	5.3	Ermüdungsmodelle in Anlehnung an das Materialverhalten bei monoton steigender und konstanter Beanspruchung.	724
3.4.6	Probekörpererwärmung	677	5.3.1	Modelle basierend auf dem Envelope-Konzept	724
4	Einflüsse auf den Ermüdungswiderstand	677	5.3.2	Energetisches Ermüdungsschädigungsmodell.	725
4.1	Einführung.	677	5.3.3	Kriechbasierte Modellvorstellungen	727
4.2	Einfluss der Beanspruchungshöhe	678	5.3.4	Additives Dehnungsmodell	728
4.2.1	Allgemeines	678	5.4	Mesomodellierung	731
4.2.2	Einfluss der bezogenen Oberspannung	678	6	Ermüdungsversuche an Betonbauteilen	732
4.2.3	Einfluss der bezogenen Unterspannung.	679	6.1	Allgemeines	732
4.3	Einfluss der Betonfestigkeit.	680	6.2	Bauteilversuche bei Biegebeanspruchung	732
4.4	Einfluss der Belastungsfrequenz	683	6.3	Bauteilversuche bei Querkraftbeanspruchung	736
4.5	Einfluss der Gesteinskörnung	686	6.4	Fazit	736
4.6	Einfluss von Reihenfolgeeffekten – Mehrstufigkeit	687	7	Regelwerke und Bemessungskonzepte	737
4.7	Einfluss mehraxialer Druckbeanspruchungen.	689	7.1	Allgemeines	737
4.7.1	Zweiachiale Beanspruchung	689	7.2	Wöhlerkurven.	738
4.7.2	Dreiachiale Beanspruchung.	690	7.3	Bemessungswert der Druckfestigkeit bei Ermüdungsbeanspruchung.	738
4.8	Einfluss einer Stahlfaser- verstärkung.	691	7.4	Model Code 1990.	739
4.8.1	Einleitung.	691	7.5	Model Code 2010.	741
4.8.2	Ermüdungsverhalten druckschwellbeanspruchter, faserverstärkter Betone	691	7.6	Eurocode 2	743
4.8.3	Ermüdungsverhalten druckschwellbeanspruchter faserverstärkter Betone bei passivem Querzug	698	7.7	Richtlinie für Windenergieanlagen	745
4.8.4	Ermüdungsverhalten biegebeanspruchter stahlfaserverstärkter Betone	700	8	Resümee und Ausblick.	746
4.9	Einfluss eines erhöhten Feuchtegehalts im Betongefüge und von unmittelbar einwirkendem Wasser.	702	9	Literatur	747
4.9.1	Einführung	702			
4.9.2	Bruchlastwechselzahlen druckschwellbeanspruchter Betone mit einem erhöhten Feuchtegehalt und unter Wasser	706			

XIII	Normen und Regelwerke	757
	Frank Fingerloos	
1	Einleitung	759
2	Nachweise der Feuerwiderstandsdauer nach DIN EN 1992-1-2: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall und DIN 4102-4 mit Tabellenverfahren	760
2.1	Einführung zu Tabellenverfahren nach Eurocode 2 und DIN 4102-4 ...	760
2.2	Mechanische Einwirkungen im Brandfall	762
2.3	Betondeckung und Achsabstand der Längsbewehrung	763
2.3.1	Betondeckung	763
2.3.2	Achsabstand	763
2.4	Deckenplatten	766
2.4.1	Allgemeines	766
2.4.2	Vollplatten	767
2.4.3	Flachdecken	768
2.4.4	Rippendecken	768
2.4.5	Hohlplatten	770
2.4.6	Deckenplatten aus Fertigteilen	772
2.4.7	Ziegeldecken (Stahlsteindecken) ...	773
2.5	Balken	773
2.5.1	Allgemeines	773
2.5.2	Dreiseitig brandbeanspruchte Balken	775
2.5.3	Vierseitig brandbeanspruchte Balken	778
2.6	Zugglieder	778
2.7	Stützen	778
2.7.1	Allgemeines – Vereinfachte Methode A	778
2.7.2	Erweiterte Tabellen und Diagramme für mehrseitig brandbeanspruchte Stützen in ausgesteiften Tragwerken	780
2.7.3	Berechnung der Feuerwiderstandsdauer R für Stützen in ausgesteiften Tragwerken	788
2.8	Wände	790
2.8.1	Allgemeines	790
2.8.2	Tragende Betonwände	790
2.8.3	Nichttragende raumabschließende Wände	792
2.8.4	Brandwände	792
2.9	Auflager und Konsolen	793
2.9.1	Balkenauflager	793
2.9.2	Stahlbetonkonsolen	793
2.10	Putzbekleidungen	793
2.11	Betonabplatzungen	797
2.12	Hochfester Beton $\geq C55/67$	797
3	Konsolidierte Fassung: DIN EN 206-1: Beton mit DIN 1045-2	799
	Zusammenstellung von DIN EN 206-1:2001-07 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – und DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1	800
	Inhalt.	800
	Nationales Vorwort	800
	Änderungen	801
	Frühere Ausgaben	802
	Einleitung	802
	1 Anwendungsbereich	802
	2 Normative Verweisungen	804
	3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.	806
	3.1 Begriffe	806
	3.1.1 Beton	806
	3.1.2 Frischbeton	806
	3.1.3 Festbeton	806
	3.1.4 Baustellenbeton	806
	3.1.5 Transportbeton	806
	3.1.6 Betonfertigteil	806
	3.1.7 Normalbeton	806
	3.1.8 Leichtbeton	806
	3.1.9 Schwerbeton	806
	3.1.10 Hochfester Beton	806
	3.1.11 Beton nach Eigenschaften	806
	3.1.12 Beton nach Zusammensetzung	806
	3.1.13 Standardbeton	806
	3.1.14 Betonfamilie	806
	3.1.15 Kubikmeter Beton	806
	3.1.16 Fahrmischer	807
	3.1.17 Rührwerk	807
	3.1.18 Ausrüstung ohne Rührwerk	807
	3.1.19 Charge	807
	3.1.20 Ladung	807
	3.1.21 Lieferung	807
	3.1.22 Zusatzmittel	807
	3.1.23 Zusatzstoff	807
	3.1.24 Gesteinskörnung	807
	3.1.25 Normale Gesteinskörnung	807
	3.1.26 Leichte Gesteinskörnung	807
	3.1.27 Schwere Gesteinskörnung	807
	3.1.28 Zement (hydraulisches Bindemittel) ..	807
	3.1.29 Gesamtwassergehalt	807
	3.1.30 Wirksamer Wassergehalt	807
	3.1.31 Wasserzementwert	807
	3.1.32 charakteristische Festigkeit	808
	3.1.33 Künstliche Luftporen	808
	3.1.34 Lufteinschlüsse	808
	3.1.35 Baustelle	808

3.1.36	Festlegung	808	5.2.3.3	Wiedergewonnene Gesteins- körnung	818
3.1.37	Verfasser der Festlegung	808	5.2.3.4	Widerstand gegen Alkali- Kieselsäure-Reaktion	818
3.1.38	Hersteller	808	5.2.3.5	Rezyklierte Gesteinskörnungen	818
3.1.39	Verwender	808	5.2.3.6	Leichte Gesteinskörnung	818
3.1.40	Nutzungsdauer	808	5.2.4	Verwendung von Restwasser	819
3.1.41	Erstprüfung	808	5.2.5	Verwendung von Zusatzstoffen	819
3.1.42	Identitätsprüfung	808	5.2.5.1	Allgemeines	819
3.1.43	Prüfung der Konformität	808	5.2.5.2	k-Wert-Ansatz	820
3.1.44	Beurteilung der Konformität	808	5.2.5.3	Prinzip der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit	822
3.1.45	Umwelteinflüsse	808	5.2.6	Verwendung von Zusatzmitteln	822
3.1.46	Konformitätsnachweis	808	5.2.7	Chloridgehalt	823
3.1.47	Ortbeton	808	5.2.8	Betontemperatur	823
3.1.48	Mehlkorngehalt	808	5.2.9	Verwendung von Fasern	824
3.1.49	Expositionsklasse	808	5.3	Anforderungen in Abhängigkeit von Expositionsklassen	824
3.1.50	Restwasser	808	5.3.1	Allgemeines	824
3.1.51	Fließbeton	809	5.3.2	Grenzwerte für die Betonzusammensetzung	824
3.1.52	Äquivalenter Wasserzementwert	809	5.3.3	Leistungsbezogene Entwurfsverfahren	825
3.1.53	Stahlfasern	809	5.3.4	Anforderungen an Unterwasserbeton	825
3.1.54	Polymerfasern	809	5.3.5	Betone beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	825
3.1.55	Kornrohdichte einer leichten Gesteinskörnung ρ_G	809	5.3.6	Beton für hohe Gebrauchstemperaturen	826
3.1.56	Wirksame Kornrohdichte einer leichten Gesteinskörnung ρ_R	809	5.3.7	Hochfester Beton	826
3.1.57	Wasseraufnahme einer leichten Gesteinskörnung w_a	809	5.3.8	Zementmörtel für Fugen	826
3.1.58	Kornfestigkeit einer leichten Gesteinskörnung	809	5.4	Anforderungen an Frischbeton	826
3.1.59	Feuchtigkeitsklasse	809	5.4.1	Konsistenz	826
3.2	Symbole und Abkürzungen	809	5.4.2	Zementgehalt und Wasserzementwert	827
4	Klasseneinteilung	810	5.4.3	Luftgehalt	827
4.1	Expositionsklassen, bezogen auf die Umgebungsbedingungen	810	5.4.4	Größtkorn der Gesteinskörnung	827
4.2	Frischbeton	810	5.5	Anforderungen an Festbeton	827
4.2.1	Konsistenzklassen	810	5.5.1	Festigkeit	827
4.2.2	Klassen, bezogen auf das Größtkorn der Gesteinskörnung	810	5.5.1.1	Allgemeines	827
4.3	Festbeton	810	5.5.1.2	Druckfestigkeit	828
4.3.1	Druckfestigkeitsklassen	810	5.5.1.3	Spaltzugfestigkeit	828
4.3.2	Rohdichteklassen für Leichtbeton	810	5.5.2	Rohdichte	828
5	Anforderungen an Beton und Nachweisverfahren	816	5.5.3	Wassereindringwiderstand	828
5.1	Grundanforderungen an die Ausgangsstoffe	816	5.5.4	Brandverhalten	829
5.1.1	Allgemeines	816	5.5.5	Verschleißwiderstand	829
5.1.2	Zement	816	6	Festlegung des Betons	829
5.1.3	Gesteinskörnungen	816	6.1	Allgemeines	829
5.1.4	Zugabewasser	816	6.2	Festlegung für Beton nach Eigenschaften	830
5.1.5	Zusatzmittel	816	6.2.1	Allgemeines	830
5.1.6	Zusatzstoffe (einschließlich Gesteismehl und Pigmente)	816	6.2.2	Grundlegende Anforderungen	830
5.1.7	Fasern	816	6.2.3	Zusätzliche Anforderungen	830
5.2	Grundanforderungen an die Zusammensetzung des Betons	817	6.3	Festlegung für Beton nach Zusammensetzung	830
5.2.1	Allgemeines	817	6.3.1	Allgemeines	830
5.2.2	Wahl des Zements	817	6.3.2	Grundlegende Anforderungen	830
5.2.3	Verwendung von Gesteins- körnungen	817	6.3.3	Zusätzliche Anforderungen	831
5.2.3.1	Allgemeines	817	6.4	Festlegung für Standardbeton	831
5.2.3.2	Natürlich zusammengesetzte Gesteinskörnung	818			

7	Lieferung von Frischbeton	831	Anhang A (normativ)	851
7.1	Informationen vom Verwender an den Betonhersteller	831	Erstprüfung	851
7.2	Informationen vom Betonhersteller für den Verwender	831	A.1 Allgemeines	851
7.3	Lieferschein für Transportbeton	832	A.2 Zuständigkeit für Erstprüfungen	851
7.4	Lieferangaben für Baustellenbeton	833	A.3 Häufigkeit der Erstprüfungen	851
7.5	Konsistenz bei Lieferung	833	A.4 Prüfbedingungen	851
7.6	Transport von Beton zur Baustelle	833	A.5 Kriterien für die Annahme von Erstprüfungen	851
8	Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien	833	Anhang B (normativ)	852
8.1	Allgemeines	833	Identitätsprüfung für die Druckfestigkeit	852
8.2	Konformitätskontrolle für Beton nach Eigenschaften	834	Anhang C (normativ)	852
8.2.1	Konformitätskontrolle für die Druckfestigkeit	834	Regelungen für die Bewertung und die Überwachung der Produktionskontrolle sowie die Zertifizierung des Betons	852
8.2.1.1	Allgemeines	834	C.1 Allgemeines	852
8.2.1.2	Probenahme- und Prüfplan	835	C.2 Aufgaben der Überwachungsstelle	852
8.2.1.3	Konformitätskriterien für die Druckfestigkeit	835	C.2.1 Erstbewertung der Produktionskontrolle	852
8.2.2	Konformitätskontrolle für die Spaltzugfestigkeit	837	C.2.2 Laufende Überwachung der Produktionskontrolle	852
8.2.2.1	Allgemeines	837	C.2.2.1 Regelüberwachungen	852
8.2.2.2	Probenahme- und Prüfplan	837	C.2.2.2 Sonderüberwachung	853
8.2.2.3	Konformitätskriterien für die Spaltzugfestigkeit	837	C.3 Aufgaben der Zertifizierungsstelle	854
8.2.3	Konformitätskontrolle für andere Eigenschaften als die Festigkeit	837	C.3.1 Zertifizierung des Betons	854
8.2.3.1	Probenahme- und Prüfplan	837	C.3.2 Maßnahmen bei Nichtkonformität	854
8.2.3.2	Konformitätskriterien für andere Eigenschaften als die Festigkeit	837	Anhang D (informativ)	854
8.3	Konformitätskontrolle für Beton nach Zusammensetzung einschließlich Standardbeton	839	Literaturhinweise	854
8.4	Maßnahmen bei Nichtkonformität des Produktes	840	Anhang E (informativ)	855
9	Produktionskontrolle	841	Leitlinie für die Anwendung des Prinzips der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit	855
9.1	Allgemeines	841	Anhang F (normativ)	855
9.2	Systeme der Produktionskontrolle	841	Empfehlungen für Grenzwerte der Betonzusammensetzung	855
9.3	Aufgezeichnete Daten und andere Unterlagen	841	Anhang G (informativ)	863
9.4	Prüfung	841	Anforderungen an die Genauigkeit von Dosiereinrichtungen	863
9.5	Betonzusammensetzung und Erstprüfung	841	Anhang H (normativ)	863
9.6	Personal und Ausstattung	843	Zusätzliche Vorschriften für hochfesten Beton	863
9.6.1	Personal	843	Anhang J (informativ)	866
9.6.2	Ausstattung	843	Leistungsbezogene Entwurfsverfahren hinsichtlich der Dauerhaftigkeit	866
9.6.2.1	Lagerung der Baustoffe	843	J.1 Einleitung	866
9.6.2.2	Dosiereinrichtung	843	J.2 Definition	866
9.6.2.3	Mischer	844	J.3 Anwendungsfälle und allgemeine Anleitung	866
9.6.2.4	Prüfausstattung	844	J.4 Leistungsbezogene Verfahren hinsichtlich der Dauerhaftigkeit	866
9.7	Dosieren der Ausgangsstoffe	844	Anhang K (normativ)	867
9.8	Mischen des Betons	844	Betonfamilien	867
9.9	Verfahren der Produktionskontrolle	844	K.1 Allgemeines	867
10	Beurteilung der Konformität	850	K.2 Wahl der Betonfamilie	867
10.1	Allgemeines	850	K.3 Flussdiagramm für den Nachweis der Zugehörigkeit zu und der Konformität mit einer Betonfamilie	867
10.2	Bewertung und Überwachung der Produktionskontrolle sowie Zertifizierung des Betons	850	Anhang L (informativ)	867
11	Bezeichnung für Beton nach Eigenschaften	850	Kornzusammensetzung	867
			Anhang U (normativ)	870
			Anforderungen für die Verwendung von Gesteinskörnungen	870

4	Listen und Verzeichnisse	874	A.2	Prüfung der Druckfestigkeit für Beton nach Eigenschaften bei Verwendung von Transportbeton	901
4.1	Technische Baubestimmungen für den Beton- und Stahlbetonbau	874	Erläuterungen	902	
4.2	Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V.	897	1 Allgemeines	902	
4.2.1	DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile	897	2 Schnittstellen zwischen Planung, Betonherstellung und Ausführung	902	
	DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile aus Beton	897	2.1 Allgemeines	902	
	Inhalt	897	2.2 Qualitätssicherungsplan	903	
	Vorwort zu dieser Richtlinie	897	3 Konstruktive Maßnahmen zur Begrenzung der Rissbreiten	903	
	Anwendungsbereich der Richtlinie	897	3.1 Maßnahmen zur Steuerung der Rissentwicklung	903	
	Teil 1 – Ergänzungen zu DIN 1045-1	898	3.2 Bewehrung	903	
	6 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit	898	3.2.1 Rissbreitenbegrenzung durch Bewehrung	903	
	6.2 Expositionsklassen, Mindestbetonfestigkeit	898	3.2.2 Stababstände	904	
	Teil 2 – Änderungen und Ergänzungen zu DIN EN 206-1 und DIN 1045-2	898	4 Betontechnische Maßnahmen zur Reduzierung der Rissbildung und Sicherstellung der Dauerhaftigkeit	905	
	4 Klasseneinteilung	898	4.1 Begrenzung des Temperaturanstiegs infolge Hydratationswärmeentwicklung	905	
	4.3 Festbeton	898	4.1.1 Betontechnische Maßnahmen	905	
	4.3.1 Druckfestigkeitsklasse	898	4.1.2 Frischbetontemperatur	906	
	6 Festlegung des Betons	898	4.2 Sicherstellung einer gleichwertigen Dauerhaftigkeit	906	
	6.2 Festlegung für Beton nach Eigenschaften	898	5 Besonderheiten bei der Herstellung, Festlegung und Konformität von Beton	907	
	6.2.3 Zusätzliche Anforderungen	898	5.1 Gleichmäßigkeit der Ausgangsstoffe	907	
	7 Lieferung von Frischbeton	898	5.2 Konformitätskontrolle	907	
	7.2 Informationen vom Betonhersteller für den Verwender	898	6 Besonderheiten bei der Ausführung	908	
	7.3 Lieferschein für Transportbeton	898	6.1 Einbringen und Verdichten des Betons	908	
	8 Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien	898	6.2 Nachbehandlung, Schutz und Steuerung des Wärmeabflusses	908	
	8.2 Konformitätskontrolle für Beton nach Eigenschaften	898	6.3 Überwachung	908	
	8.2.1 Konformitätskontrolle für die Druckfestigkeit	898	7 Literatur	908	
	8.2.1.1 Allgemeines	898	4.2.2 Verzeichnis der DAfStb-Richtlinien	910	
	8.2.1.2 Probenahme- und Prüfplan	898	4.3 Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V. (DBV): Merkblätter und Sachstandberichte	912	
	9 Produktionskontrolle	898	4.4 Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV): Richtlinien, Merkblätter und Sachstandberichte	913	
	9.1 Allgemeines	898	5 Literatur	915	
	Anhang F (DIN 1045-2)	898			
	Teil 3 – Änderungen und Ergänzungen zu DIN 1045-3	901			
	4 Dokumentation, Bauleitung	901			
	4.1 Projektbeschreibung	901			
	4.2 Bautechnische Unterlagen	901			
	4.2.1 Umfang der bautechnischen Unterlagen	901			
	8 Betonieren	901			
	8.3 Temperatur des Betons	901			
	Anhang A (normativ) – Prüfungen für die maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften	901			

Stichwortverzeichnis	917
---------------------------------------	-----