

Gottfried Lohmeyer

Beton-Technik

Handbuch für betongerechte Planung und Ausführung

Beton-Verlag^{GmbH}

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	13
1.1	Geschichtlicher Überblick	13
1.2	Begriffsbestimmungen	14
1.3	Bauvorschriften	15
1.4	Anforderungen bei Stahlbetonarbeiten	16
1.4.1	Baustellen	16
1.4.2	Transportbetonwerke	17
1.4.3	Fertigteilwerke	17
2	Ausgangsstoffe	18
2.1	Zemente	18
2.1.1	Zementarten	18
2.1.2	Eigenschaften der Zemente	19
2.1.3	Anwendungsbereiche der Zemente	21
2.1.4	Mischen von Zementen	22
2.2	Betonzuschläge	23
2.2.1	Zuschlagarten	23
2.2.2	Anforderungen an Normalzuschlag	23
2.2.3	Kornzusammensetzung	27
2.3	Betonzusätze	28
2.3.1	Zusatzstoffe	28
2.3.2	Zusatzmittel	29
2.4	Wasser	31
2.5	Betonstahl	32
2.5.1	Betonstahlsorten	32
2.5.2	Eigenschaften des Betonstahls	34
2.5.3	Prüfen des Betonstahls	35
3	Verarbeitbarer Beton – Frischbeton	36
3.1	Konsistenz und Verarbeitbarkeit	36
3.2	Wasserzementwert und Betonqualität	36
3.3	Luftporengehalt des Frischbetons	38
3.4	Mehlkorngehalt des Betons	40
3.5	Rohdichte	41
3.6	Bluten des Betons	41
3.7	Temperatur des Frischbetons	42
3.8	Betonzusammensetzung	43
4	Erhärteter Beton – Festbeton	45
4.1	Hydratationsvorgang	45
4.2	Druckfestigkeit des Betons	46
4.2.1	Entwicklung der Druckfestigkeit	46
4.2.2	Bestimmung der Druckfestigkeit	47
4.2.3	Festigkeitsklassen und Festigkeitsanforderungen	47
4.2.4	Rechenwerte der Betondruckfestigkeit	48

4.2.5	Beton B I	49
4.2.6	Beton B II	49
4.2.7	Prüfalter des Betons	49
4.2.8	Nacherhärtung	50
4.2.9	Frühfester Beton	50
4.2.10	Hochfester Beton	50
4.3	Zugfestigkeit des Betons	51
4.3.1	Biegezugfestigkeit	51
4.3.2	Spaltzugfestigkeit	53
4.3.3	Zentrische Zugfestigkeit	53
4.3.4	Oberflächenzugfestigkeit	54
4.4	Weitere Festigkeiten des Betons	55
4.4.1	Verbundfestigkeit	55
4.4.2	Schubfestigkeit	56
4.4.3	Durchstanzfestigkeit	57
4.4.4	Scherfestigkeit	58
4.4.5	Schlagfestigkeit	58
4.4.6	Dauerfestigkeit	59
4.5	Reife des Betons	59
4.5.1	Reifegrad nach Saul	59
4.5.2	Wirksames Betonalter	60
4.5.3	Gewichtete Reife (CEMIJ-Methode)	61
4.6	Formänderungen des Betons	61
4.6.1	Volumenänderungen durch Wasserabstoßen	63
4.6.2	Dehnungen beim erhärtenden Beton	63
4.6.3	Spannungs-Dehnungslinien	63
4.6.4	Elastizitätsmodul	66
4.6.5	Querdehnung	69
4.6.6	Schubmodul	70
4.6.7	Schwinden und Quellen	70
4.6.8	Kriechen	75
4.6.9	Relaxation	78
4.6.10	Temperaturdehnung	79
4.6.11	Erwärmung des erhärtenden Betons	81
4.6.12	Zeitpunkt der maximalen Temperatur	83
4.6.13	Zeitpunkt des Temperatenausgleichs	83
4.7	Rißsicherheit des Betons	84
4.7.1	Dehnvermögen	84
4.7.2	Bruchdehnung	85
4.7.3	Schalenrisse durch ungleichmäßige Temperaturverteilung	87
4.7.4	Spaltrisse durch Absinken der mittleren Betontemperatur	88
4.7.5	Rißgefahr beim Austrocknen	90
4.8	Dichtigkeit des Betons	91
4.8.1	Kapillarporosität	92
4.8.2	Wasserundurchlässigkeit	93
4.8.3	Undurchlässigkeit gegenüber anderen Flüssigkeiten	100
4.8.4	Undurchlässigkeit gegenüber Gas	101
4.8.5	Abschirmung gegen Strahlen	102
4.9	Widerstandsfähigkeit des Betons	102
4.9.1	Gefrierbeständigkeit des Jungbetons	103
4.9.2	Außenbauteile in der Witterung	103

4.9.3	Korrosionsschutz für Betonstahl	104
4.9.4	Widerstand gegen chemischen Angriff	107
4.9.5	Verschleißwiderstand	110
4.9.6	Frostwiderstand	113
4.9.7	Frost-Tausalz-Widerstand	113
4.9.8	Beton für sehr tiefe Temperaturen	114
4.9.9	Beton für sehr hohe Temperaturen	115
4.9.10	Widerstand gegen Brandeinwirkung	116
4.10	Leit- und Dämmfähigkeit des Betons	119
4.10.1	Wärmeleitfähigkeit	119
4.10.2	Schalldämmung	119
4.10.3	Elektrische Leitfähigkeit	121
4.11	Leichtbeton	122
4.11.1	Festigkeitsklassen	123
4.11.2	Rohdichteklassen	123
4.11.3	Zusammensetzung	124
4.11.4	Elastizitätsmodul	125
4.11.5	Wasserundurchlässiger Leichtbeton	125
4.11.6	Kriechen	126
4.11.7	Schwinden	126
4.11.8	Temperaturdehnzahl	126
4.11.9	Wärmedämmfähigkeit	126
4.11.10	Haufwerkporiger Leichtbeton	127
4.11.11	Porenleichtbeton	129
4.12	Schwerbeton	131
4.12.1	Schwerzuschlag	132
4.12.2	Zusatzstoffe	133
4.12.3	Kristallwasser	133
4.13	Massenbeton	133
4.13.1	Eigenschaften	133
4.13.2	Ausgangsstoffe	134
4.13.3	Temperaturverlauf in Bauteilen	134
4.13.4	Verminderung der Rißgefahr	135
4.14	Faserbeton	135
4.14.1	Faserarten	136
4.14.2	Stahlfaserbeton	136
5	Beton und Stahlbeton – Herstellung und Verarbeitung	138
5.1	Allgemeine Regeln für das Konstruieren	138
5.1.1	Mindestbauteildicke	138
5.1.2	Mindestplatz für Bewehrungen	138
5.1.3	Rüttellücken und Betonieröffnungen	139
5.1.4	Obere Bewehrung	139
5.2	Allgemeine Regeln für die Ausführung	139
5.2.1	Arbeitsfugen	141
5.2.2	Sauberkeitsschicht	141
5.2.3	Abstandhalter	141
5.2.4	Bewehrungslage	142
5.2.5	Konsistenz	142
5.2.6	Zuschlaggrößtkorn	142

5.2.7	Betonbestellung	142
5.2.8	Hohe Bauteile	142
5.2.9	Nachbehandlung	142
5.3	Schalung	143
5.3.1	Oberflächenbeschaffenheit	143
5.3.2	Schalungsstöße	144
5.3.3	Schalungsanker	144
5.3.4	Trennmittel	145
5.3.5	Belastung der Schalung	146
5.3.6	Betondruck auf die Schalung	147
5.3.7	Sichtflächen	150
5.4	Einbau der Bewehrung	152
5.4.1	Lage der Bewehrung	153
5.4.2	Betondeckung der Bewehrung	153
5.4.3	Abstandhalter	156
5.4.4	Brandschutz	157
5.4.5	Bewehrung zur Beschränkung der Rißbreite	157
5.5	Verarbeiten des Betons	158
5.5.1	Befördern des Betons zur Baustelle	158
5.5.2	Fördern des Betons auf der Baustelle	158
5.5.3	Einbauen des Betons	161
5.5.4	Verdichten des Betons	162
5.5.5	Nachverdichten des Betons	162
5.6	Nachbehandeln des Betons	163
5.6.1	Nachbehandlungsverfahren	163
5.6.2	Dauer der Nachbehandlung	164
5.6.3	Leistungsbeschreibung für die Nachbehandlung	166
5.7	Ausschalfristen	166
5.7.1	Verlängerung der Ausschalfristen	167
5.7.2	Reihenfolge beim Ausschalen und Ausrüsten	167
5.7.3	Hilfsstützen	167
5.8	Besondere Verarbeitungsverfahren	168
5.8.1	Betonieren bei niedrigen Temperaturen	168
5.8.2	Betonieren bei hohen Temperaturen	169
5.8.3	Verzögerter Beton	169
5.8.4	Beton mit Fließmittel	171
5.8.5	Pumpbeton	173
5.8.6	Vakuumbeton	173
5.8.7	Walzbeton	174
5.8.8	Spritzbeton	175
5.8.9	Stahlfaserspritzbeton	176
5.8.10	Unterwasserbeton	177
5.8.11	Unterwasser-Injektionsbeton	179
6	Ausführungstechnisch günstige Konstruktionen	181
6.1	Einzel- und Streifenfundamente	181
6.1.1	Unbewehrte Fundamente	182
6.1.2	Bewehrte Fundamente	183
6.1.3	Sauberkeitsschichten	184
6.2	Fundamentplatten	184

6.2.1	Fundamentplatten-Unterseiten	184
6.2.2	Fundamentplatten-Oberseiten	186
6.2.3	Aufzug- und Pumpenschächte	186
6.3	Massige Bauteile	188
6.3.1	Betonierabschnitte bei massigen Bauteilen	189
6.3.2	Bautechnische Maßnahmen bei großen Bauabschnitten	190
6.4	Abdichtung gegen Grundwasser und Bodenfeuchte	190
6.4.1	Mindestdicken der Bauteile	190
6.4.2	Fugen in der Sohlplatte	191
6.4.3	Fugen zwischen Sohlplatte und Wand	193
6.4.4	Fugen in den Wänden	194
6.5	Wände und Stützen	196
6.5.1	Schalung für Wände	196
6.5.2	Unbewehrte Wände	198
6.5.3	Bewehrte Wände	198
6.5.4	Fallpolster	199
6.5.5	Anschlußbewehrung	199
6.5.6	Bewehrung für Wände und Stützen	200
6.5.7	S-Haken, U-Haken oder spezielle Abstandhalter	203
6.5.8	Lagenweiser Einbau	203
6.5.9	Einbringen mit Krankübel	203
6.5.10	Arbeitsbühnen	203
6.5.11	Zwischenwände	203
6.5.12	Lichtschächte	203
6.6	Balken, Decken und Treppen	204
6.6.1	Balken	204
6.6.2	Decken	206
6.6.3	Treppen	208
6.7	Schlußbemerkungen	208
7	Besondere Anwendungsbereiche	210
7.1	Pfahlgründungen	210
7.2	Senkbrunnengründungen	215
7.3	Baugrundverbesserungen	216
7.4	Baugrubensicherungen	218
7.5	Baugrubenabdichtungen	227
7.6	Tresoranlagen	228
7.7	Verkehrsflächen	229
7.8	Betonböden in Hallen und im Freien	234
7.9	Parkdecks	243
7.10	Räumerlaufbahnen in Kläranlagen	249
7.11	Brücken	250
7.12	Tunnel	252
7.13	Wasserbauwerke	254
7.14	Behälter für die Landwirtschaft	257

8	Leistungsbeschreibungen	262
8.1	Grundlage der Leistungsbeschreibung	262
8.2	Leistungsbeschreibung mit einem Leistungsverzeichnis	262
8.3	Nebenleistungen	262
8.4	Angaben in den Vorbemerkungen	262
8.5	Zusätzliche Vertragsbedingungen	263
8.6	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen	263
8.7	Beispiel für Leistungsverzeichnisse	263
	1. Beispiel: Leistungsverzeichnis für wasserdichte Bauwerke aus Beton	263
	2. Beispiel: Leistungsverzeichnis für Bauwerke in angreifendem Wasser	267
	3. Beispiel: Leistungsverzeichnis für Keller im Grundwasser (Weiße Wannen)	272
	4. Beispiel: Leistungsverzeichnis für Betonböden in Industriehallen	277
	5. Beispiel: Leistungsverzeichnis für gestaltete Betonflächen (Sichtbeton)	281
9	Literatur	286
10	Sachwortverzeichnis	291