

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Begriffe	15
1.1 Angriffsart	16
1.1.1 Beanspruchungsklasse	16
1.1.2 Bemessungswasserstand	16
1.1.3 Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser	17
1.1.4 Nicht drückendes Wasser	17
1.1.5 Drückendes Wasser und zeitweise aufstauendes Sickerwasser	17
1.2 Betonangriff durch aggressive chemische Umgebung	18
1.3 Betonangriff durch Verschleißbeanspruchung	18
1.4 Nutzungsklassen	18
1.5 Abdichtende Wirkung	19
1.5.1 Wasserdichte Stoffe	19
1.5.2 Wasserundurchlässige Stoffe	19
1.5.3 Wasserabweisende Stoffe	20
1.5.4 Wasserhemmende Stoffe	20
1.6 Technische Regeln	21
1.6.1 Allgemein anerkannte Regeln der Technik	21
1.6.2 Stand der Technik	22
1.6.3 Stand von Wissenschaft und Technik	22
1.6.4 Anforderungen an die Einhaltung technischer Regeln	22
1.6.5 Beurteilung der technischen Regeln für Weiße Wannen	22
2 Abdichtungsarten	25
2.1 Bahnen- und hautförmige Abdichtungen	26
2.2 Starre Abdichtungen	26
2.2.1 Feuchteschutz durch Putz und Estrich	27
2.2.2 Abdichtungen mit Spritzmörtel und Spritzbeton	27
2.2.3 Abdichtungen mit Dichtungsschlämmen	27
2.2.4 Abdichtungen mit Beton	28
2.3 Vor- und Nachteile der Abdichtung mit Beton	31
2.4 Kostenvergleich Weiße Wanne / Schwarze Wanne	32
3 Eigenschaften des Betons und Anforderungen	34
3.1 Klasseneinteilung von Beton	35
3.1.1 Druckfestigkeitsklassen	35
3.1.2 Klasseneinteilung nach Umgebungsbedingungen (Exposition)	37
3.1.3 Anforderungen an klassifizierten Beton	38
3.1.4 Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	39
3.1.5 Wasserzementwert und Hydratationsgrad	45
3.1.6 Kapillarporosität	47

3.1.7	Einflüsse der Praxis	48
3.1.8	Nachweis der Wassereindringtiefe	48
3.1.8.1	Nachweis an gesondert hergestellten Probekörpern	49
3.1.8.2	Prüfung anders gelagerter Probekörper	50
3.1.8.3	Prüfen von Probekörpern aus dem Bauwerk	50
3.1.9	Grundlegende und zusätzliche Anforderungen an Beton	51
3.1.9.1	Beton nach Eigenschaften	54
3.1.9.2	Beton nach Zusammensetzung	55
3.1.9.3	Standardbeton	56
3.1.9.4	Günstige Betonzusammensetzung für WW-Beton	56
3.1.10	Anforderungen an die Ausgangsstoffe des Betons	56
3.1.10.1	Zemente	57
3.1.10.2	Zusatzmittel	61
3.1.10.3	Zusatzstoffe	62
3.1.11	Grenzwerte für die Betonzusammensetzung	63
3.2	Chemische Widerstandsfähigkeit	65
3.2.1	Grundwasser	66
3.2.2	Schutzmaßnahmen für den Beton	68
3.2.3	Flüssigkeiten der Industrie	70
3.2.4	Maßnahmen zum Schutz des Bodens und des Grundwassers	82
3.2.5	Schädigende Alkalireaktion	86
3.3	Festigkeiten des Betons	88
3.3.1	Druckfestigkeit	89
3.3.2	Festigkeitsentwicklung	90
3.3.3	Zugfestigkeit	92
3.3.3.1	Zentrische Betonzugfestigkeit	92
3.3.3.2	Betonzugfestigkeit für das Abschätzen der Rissempfindlichkeit	94
3.3.3.3	Haftzugfestigkeit	96
3.4	Dehnvermögen des Betons	96
3.4.1	Elastizitätsmodul	97
3.4.2	Entwicklung des Elastizitätsmoduls	100
3.5	Temperatur des Betons	101
3.5.1	Temperatur des Frischbetons	102
3.5.2	Temperaturunterschiede aus Hydratationswärmeentwicklung	103
3.5.3	Wärmeleitfähigkeit	105
3.5.4	Temperaturdehnung	106
3.6	Schwinden des Betons	107
3.7	Kriechen und Relaxation	111
3.7.1	Kriechen des Betons	111
3.7.2	Relaxation des Betons	111
4	Verhalten des Betons im Bauwerk	113
4.1	Bruchdehnung	114
4.1.1	Kurzzeit-Bruchdehnung	115
4.1.2	Langzeit-Bruchdehnung	115

4.2	Erwärmung und Abkühlung des Betons	117
4.2.1	Zeitpunkt der maximalen Temperatur des erhärtenden Betons	117
4.2.2	Zeitpunkt des Temperaturausgleichs beim erhärtenden Beton	117
4.2.3	Temperaturerhöhung im Bauteil durch Hydratationswärme	118
4.2.4	Temperatureinwirkungen aus Witterungseinflüssen	120
4.3	Rissempfindlichkeit des Betons	124
4.3.1	Rissarten und ihre Auswirkung auf die Wasserundurchlässigkeit	125
4.3.2	Risse im Bereich der Oberfläche (Schalenrisse)	125
4.3.3	Risse in der Biegezugzone (Biegerisse)	127
4.3.4	Durchgehende Risse (Trennrisse)	129
4.4	Beanspruchungen durch Zwang	134
4.4.1	Abschätzen der Eigenspannungen	134
4.4.2	Abschätzen der Zwangsspannungen durch abfließende Hydratationswärme	141
4.4.2.1	Rechnerische Abschätzung der Trennrissbildung in Sohlplatten	143
4.4.2.2	Rechnerische Abschätzung der Trennrissbildung in Wänden	148
4.4.3	Abschätzen der Spannungen bei spätem Zwang	157
4.5	Selbsttheilung des Betons	157
4.6	Feuchtebedingungen im Betonbauteil	160
5	Konstruktion von Weißen Wannen	163
5.1	Voraussetzungen für die Planung Weißer Wannen	164
5.1.1	Maßgebliche Randbedingungen und Beanspruchungen	164
5.1.2	Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten	166
5.1.2.1	Aufgabenbereiche des Bauherrn	166
5.1.2.2	Aufgabenbereiche des Geotechnikers	167
5.1.2.3	Aufgabenbereiche des TGA-Planers	167
5.1.2.4	Aufgabenbereiche des Objektplaners	167
5.1.2.5	Aufgabenbereiche des Tragwerksplaners	168
5.1.2.6	Aufgabenbereiche des Beraters für Betontechnologie	168
5.1.2.7	Aufgabenbereiche des Bauausführenden	169
5.1.2.8	Aufgabenbereiche des Bauphysikers	169
5.2	Wasserundurchlässigkeit und Nutzungsanforderungen	169
5.2.1	Nutzungsklasse A	170
5.2.2	Nutzungsklasse B	170
5.2.3	Weitergehende Nutzungsanforderungen	170
5.3	Wahl der Konstruktion	173
5.3.1	Entwurfs- und Planungsgrundsätze	174
5.3.2	Konstruktionsgrundsätze	178
5.4	Abmessungen und Schwächungen der Bauteile	180
5.4.1	Bauteillängen	180
5.4.2	Bauteildicken	180

5.4.3	Wandhöhen	183
5.4.4	Versprünge und Querschnittsänderungen in Bauteilen	185
5.4.5	Öffnungen in Wänden	185
5.4.6	Durchdringungen von Bauteilen	186
5.4.7	Bewehrung bei Querschnittsschwächungen	188
5.5	Gebrauchstauglichkeit.	189
5.5.1	Mindestbewehrung für gering beanspruchte Bauteile	189
5.5.2	Hinweise zum Nachweis der Spannungen	191
5.5.3	Hinweise zur Begrenzung der Verformungen	192
5.5.4	Hinweise zur Begrenzung der Rissbreiten	195
5.5.5	Zusammenstellung der Gebrauchstauglichkeitsnachweise	197
5.6	Bauweise zur Vermeidung von Trennrissen	197
5.6.1	Günstige Konstruktionen für Bauteile zur Vermeidung von Trennrissen	198
5.6.2	Sohlplatte des Bauwerks	199
5.6.3	Fundamentbalken	201
5.6.4	Schächte und Kanäle	203
5.6.5	Wände des Bauwerks	206
5.6.6	Nachweis bei vermindertem Zwang	207
5.6.7	Ermittlung der erforderlichen Bewehrung	208
5.6.7.1	Beispiel für verminderten Zwang in Sohlplatten	212
5.6.7.2	Beispiel für verminderten Zwang in Wänden	214
5.7	Bauweise mit Trennrissen begrenzter Rissbreite	217
5.7.1	Vorgänge bei der Rissbildung	218
5.7.2	Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	221
5.7.3	Bewehrung bei frühem Zwang	224
5.7.3.1	Beispiel für Hydratationszwang in Sohlplatten	225
5.7.3.2	Beispiel für Hydratationszwang in Wänden	226
5.7.3.3	Beispiel für Bewehrung bei dicken Bauteilen	227
5.7.3.4	Beispiel für kombinierte Bewehrung aus Betonstahl und Stahlfasern	229
5.7.4	Bewehrung bei spätem Zwang	231
5.7.4.1	Beispiel für späten Zwang in Sohlplatten	231
5.7.4.2	Beispiel für späten Zwang in Wänden	232
5.7.5	Berechnung der Rissbreite bei Zwangbeanspruchung	233
5.7.5.1	Direkte Berechnung der Rissbewehrung	235
5.7.5.2	Beispiel für Zwangbeanspruchungen in Sohlplatten	235
5.7.5.3	Beispiel für Zwangbeanspruchungen in Wänden	238
5.8	Bauweise mit zugelassenen Trennrissen	242
5.8.1	Vorteile der Bauweise mit zugelassenen Trennrissen	243
5.8.2	Nachteile der Bauweise mit zugelassenen Trennrissen	243
5.9	Bauweisen mit Fertigteilen und Halbfertigteilen	244
5.9.1	Fertigteile	244
5.9.2	Halbfertigteile	245
5.10	Einbau- und Anbauteile	246
5.10.1	Einbauteile	246

5.10.2	Anbauteile	247
5.10.2.1	Anschluss alt/neu	247
5.10.2.2	Lichtschächte	247
5.11	Erweiterung der Anwendungsbereiche für Weiße Wannen	248
5.11.1	Anwendungsgrenzen einfacher Weißer Wannen	248
5.11.2	Erweiterung der Anwendungsbereiche durch zusätzliche Maßnahmen	249
5.12	Ungünstige Konstruktionen	254
5.13	Beispiele für Anforderungen und Nachweise der WU-Richtlinie	257
5.14	Ablaufschema für die Planung von Weißen Wannen	258
6	Abdichtung von Fugen	259
6.1	Fugenarten bei wasserundurchlässigen Bauteilen	261
6.1.1	Arbeitsfugen	261
6.1.2	Sollrissquerschnitte (Scheinfugen)	263
6.1.3	Stoßfugen	264
6.1.4	Bewegungsfugen	264
6.2	Geschlossene Systeme der Fugenabdichtung	265
6.3	Art der Fugenabdichtungen	268
6.3.1	Fugenbleche – geregelte Fugenabdichtungen	269
6.3.1.1	Verbindungen bei Fugenblechen	275
6.3.1.2	Verbindungen zwischen Fugenblechen und Fugenbändern	277
6.3.2	Fugenbänder – genormte Fugenabdichtungen	277
6.3.2.1	Fugenbänder für Arbeitsfugen	280
6.3.2.2	Fugenbänder für Bewegungsfugen	281
6.3.2.3	Innen liegende Fugenbänder	283
6.3.2.4	Außen liegende Fugenbänder	285
6.3.2.5	Klemmfugenbänder	286
6.3.2.6	Fugenabschlussbänder	287
6.3.2.7	Brandschutzsysteme für Bewegungsfugen	288
6.3.2.8	Verbindungen von Fugenbändern	288
6.3.2.9	Checkliste zum Abdichten von Fugen mit Fugenbändern	288
6.3.3	Mittig liegende, nicht geregelte Fugenabdichtungen	289
6.3.3.1	Ausführung verschiedener Wandfugen	290
6.3.3.2	Beschichtete Fugenbleche	290
6.3.3.3	Injektionssysteme	290
6.3.3.4	Quellfähige Fugeneinlagen	293
6.3.3.5	Dichtrohre	294
6.3.3.6	Kompressionsfugenbänder	295
6.3.4	Außen liegende, nicht geregelte Fugenabdichtungen	295
6.4	Ungeeignete Fugenabdichtungen	297
7	Bauen mit Elementwänden (Dreifachwand)	298
7.1	Allgemeines	298
7.2	Unterschiede zwischen Dreifachwänden und Ortbetonwänden	299

7.3	Elementplatten mit Ortbeton (Kernbeton)	300
7.4	Abmessungen der Doppelemente	301
7.5	Abnahme und Montage der Doppelemente	302
7.6	Bewehrung der Elementwände	304
7.7	Fugenausbildung	306
7.7.1	Fugenabdichtung	306
7.7.2	Bewehrung im Bereich der Stoßfugen	320
7.8	Betonieren der Elementwände	321
8	Auffangbauwerke	322
8.1	Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln	322
8.2	Bautechnische Unterlagen	323
8.3	Mechanische Einwirkungen	323
8.4	Temperatureinwirkungen	324
8.5	Physikalisch-chemische Einwirkungen	326
8.5.1	Eindringen in ungerissenen Beton ohne chemischen Angriff	326
8.5.2	Eindringen in ungerissenen Beton mit chemischem Angriff	327
8.5.3	Eindringen in gerissenen Beton ohne chemischen Angriff	328
8.5.4	Eindringen in gerissenen Beton mit chemischem Angriff	328
8.6	Nachweis der Dichtheit	328
8.7	Konstruktion und Ausführung	330
8.8	Überwachung, Konzept bei Beaufschlagung	331
8.9	Maßnahmen nach einer Beaufschlagung	331
9	Bauphysikalische Anforderungen	332
9.1	Feuchtebedingungen in Betonbauteilen	333
9.1.1	Wassertransport durch Permeation	335
9.1.2	Kapillarer Wassertransport	335
9.1.3	Wasserdampfdiffusion	336
9.1.4	Abgabe der Baufeuchte beim Austrocknen	336
9.2	Nutzungsbedingte Feuchte	340
9.3	Lüftungsfeuchte	342
9.4	Tauwasserbildung	345
9.4.1	Tauwasserbildung im Sommer	346
9.4.2	Tauwasserbildung im Winter	348
9.4.3	Maßnahmen gegen Tauwasserbildung	348
9.5	Feuchtebilanz	350
9.6	Erforderliche Maßnahmen für unterschiedliche Nutzungen	352
9.6.1	Besondere Beanspruchungen des Wannenbauwerks	352
9.6.2	Besondere Nutzungen der Räume innerhalb einer Wanne	353
9.6.3	Hochwertig genutzte Räume	354
9.6.4	Aufenthaltsräume	360

9.6.5	Heizungs- und Technikkeller, Lager- und Vorratskeller	360
9.6.6	Tiefgaragen	361
9.6.7	Behälter, Becken und ähnliche Baukörper	362
9.7	Nutzerverhalten	362
10	Ausführung für Weiße Wannen	364
10.1	Beton und Bewehrung	364
10.1.1	Lage der Bewehrung	364
10.1.2	Betondeckung der Bewehrung	365
10.1.3	Abstandhalter	368
10.1.4	Wassereindringtiefe und Betondeckung	371
10.2	Beton und Schalung	371
10.2.1	Oberflächenbeschaffenheit	371
10.2.2	Schalungsstöße	372
10.2.3	Deckschalungen und Gegenschalungen	374
10.2.4	Einhüftige Wandschalungen	376
10.2.5	Aufgestelzte Schalungen	377
10.2.6	Betondruck und Schalung	378
10.2.7	Schalungssanker	381
10.2.8	Trennmittel	383
10.2.9	Schalungstechnische Besonderheiten für SVB-Beton und LVB-Beton	383
10.3	Verarbeitung des Betons	384
10.3.1	Betonbestellung und -abnahme	384
10.3.2	Vorbereiten des Betonierens	386
10.3.3	Einbau des Betons	387
10.3.4	Verdichten des Betons	388
10.3.5	Betonieren in einem Arbeitsgang	390
10.3.6	Nachbehandeln des Betons	390
10.3.7	Nachweis der Wasserundurchlässigkeit	395
10.3.7.1	Nachweis der Wassereindringtiefe an Probekörpern	396
10.3.7.2	Nachweis der Dichtheit am Bauwerk	396
11	Maßnahmen bei Durchfeuchtungen	398
11.1	Füllen von Rissen und Hohlräumen	399
11.1.1	Injektion von Rissen	400
11.1.2	Injektion gegen Wasserdruk	402
11.1.3	Injektion von Hohlräumen	403
11.2	Ersetzen durch Spritzbeton	404
11.3	Abdichten mit Dichtungsschlämmen	404
11.3.1	Flexible Dichtungsschlämmen für erdberührte Bauteile	405
11.3.2	Mineralische Dichtungsschlämmen	406
11.3.3	Zementgebundene Innenbeschichtungen für Trinkwasserbehälter	406
11.4	Abdichten mit Flüssigkunststoffen	407
11.5	Abdichten durch Injektionsschleier im Baugrund	407

12 Ausführungsbeispiele	409
12.1 Tiefgaragen im Grundwasser	409
12.1.1 Gründung	410
12.1.2 Arbeitsfugen	410
12.1.3 Bewehrung	411
12.1.4 Nachbehandlung des eingebauten Betons	414
12.2 Wohnhauskeller im Grundwasser	415
12.2.1 Festlegung der Nutzungsklasse	415
12.2.2 Wahl der Bauweise mit erforderlichen Maßnahmen	415
12.2.3 Festlegungen und Angaben zur Konstruktion	416
12.2.4 Nachweise	417
12.3 Schwimm- und Badebecken	417
12.3.1 Hinweise zur Konstruktion	417
12.3.2 Hinweise zum chemischen Angriff	419
12.3.3 Anforderungen an Beton und Bewehrung	420
12.4 Wasserbehälter	420
12.4.1 Grundform der Behälter	421
12.4.2 Bemessung und Konstruktion	423
12.4.3 Oberflächenbeschaffenheit	426
12.4.4 Dichtheitsprüfung	427
12.5 Trogbauwerke	427
12.5.1 Konstruktion und Bemessung	430
12.5.2 Ausführung	430
12.5.3 Sicherung gegen Auftrieb	433
13 Zusammenfassung	434
13.1 Hinweise für die Planung	435
13.2 Stichworte für die Ausführung	438
13.3 Hinweise für den Bauvertrag	439
13.3.1 Abweichungen von den Regelwerken	439
13.3.2 Vereinbarungen bei Abweichungen von den Regelwerken	439
13.4 Hinweise für die Nutzung der Räume	440
13.5 Schlussbemerkung	440
14 Verzeichnis der Tafeln	441
15 Schrifttum	445
15.1 Normen	445
15.2 Regelwerke, Richtlinien, Merkblätter	447
15.3 Fachliteratur	449
16 Sachwortverzeichnis	455