

Inhalt

Vorwort	17
1 Regelwerke und ihre Bedeutung (M. Schröder)	19
1.1 Einleitung	19
1.2 Historie	19
1.3 Regelwerke	20
1.3.1 DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie)	20
1.3.2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) ..	21
1.3.3 Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)	23
1.3.4 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten ZTV-ING bast	23
1.3.5 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken ZTV-W	23
1.3.6 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB Teil C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Betonerhaltungsarbeiten – DIN 18349	24
1.3.7 DIN EN 1504 Produkte und Systeme für Schutz und Instandsetzung von Betontragwerken – Begriffe, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Übereinstimmung	24
1.3.8 DAfStb-Richtlinie Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung ..	25
1.3.9 DAfStb Schriftenreihe „grüne Hefte“	25
1.3.10 DBV-Merkblätter DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN e. V. ...	25
1.3.11 SIVV-Handbuch DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN e. V. ...	26
1.3.12 WTA-Merkblätter Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V.	26
1.3.13 AGI-Arbeitsblätter Arbeitsgemeinschaft Industriebau e. V.	27
1.3.14 BEB-Arbeitsblätter BUNDESVERBAND ESTRICH UND BELAG e. V.	27
1.3.15 DGUV Regeln Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) BG BAU	28
1.3.16 Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	28
2 Stahlbeton Grundlagen (S. Wehrle)	29
2.1 Zusammenwirken von Stahl und Beton	29
2.2 Beton	29
2.2.1 Allgemeines	29
2.2.2 Zement	29
2.2.3 Gesteinskörnung	31
2.2.4 Zugabewasser	32

2.2.5	Zusatzmittel	32
2.2.6	Zusatzstoffe	33
2.2.7	Eigenschaften des Frischbetons	33
2.2.8	Eigenschaften des Festbetons	35
2.2.9	Wasserzementwert	37
2.2.10	Betonverarbeitung, Nachbehandlung	39
2.3	Betonstahl	39
2.4	Stahlbeton	39
2.4.1	Betondeckung der Bewehrung	39
2.4.2	Konstruktiver Korrosionsschutz	40
2.4.3	Brandschutz bei Stahlbeton	40
2.5	Betonanwendungen früher und heute	42
2.5.1	Betonanwendungen der Römerzeit	42
2.5.2	Betonanwendungen heute	42
2.6	Literatur	43
3	Korrosionsschutz der Bewehrung (S. Wehrle)	47
3.1	Einleitung	47
3.2	Korrosion von Stahl	47
3.2.1	Elektrochemische Grundlagen	47
3.2.2	Anodischer Teilprozess (Metallauflösung)	47
3.2.3	Kathodische Teilprozesse	48
3.2.4	Rosten der Bewehrung	49
3.2.5	Einflüsse auf die Korrosionsgeschwindigkeit	49
3.3	Korrosion und Korrosionsschutz der Bewehrung im Beton	50
3.3.1	Betontechnologie und Passivierung der Bewehrung	50
3.3.2	Betondeckung der Bewehrung und Karbonatisierung des Betons	51
3.3.3	Korrosion der Bewehrung als Folge der Karbonatisierung des Betons	52
3.4	Korrosion durch Chloride im Beton	53
3.4.1	Ursache der Korrosion	53
3.4.2	Herkunft der Chloride im Beton und Parameter für die Korrosion	54
3.4.3	Kritischer Chloridgehalt (Mindestkonzentration)	55
3.5	Wiederherstellung des Korrosionsschutzes (Übersicht)	56
3.6	Grundsätze für den Korrosionsschutz der Bewehrung nach der Instandsetzungs-Richtlinie	57
3.6.1	Allgemeines	57
3.6.2	Instandsetzungsprinzipien	57
3.6.3	Vorbeugender Korrosionsschutz	58
3.6.4	Grundsatzlösungen	58
3.6.5	Grundsatzlösung Kathodischer Korrosionsschutz	58
3.7	Beispiele und Sonderverfahren	59
3.7.1	Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)	59
3.7.2	Elektrochemischer Chloridentzug	60
3.7.3	Realkalisierung des karbonatisierten Betons durch Diffusion	61
3.7.4	Elektrochemische Realkalisierung des karbonatisierten Betons	61

3.7.5	Kathodischer Korrosionsschutz	62
3.7.6	Weitere Verfahren	64
3.8	Literatur	64
4	Untergrund von Beton und Stahl (M. Schröder)	67
4.1	Eigenschaften und Anforderungen	67
4.1.1	Zusammenfassung	67
4.1.2	Einleitung	67
4.1.3	Eigenschaften	68
4.1.4	Anforderungen	79
4.1.5	Literatur	85
4.2	Vorbereiten und Prüfen der Oberflächen	86
4.2.1	Einleitung	86
4.2.2	Vorbereiten der Oberflächen	87
4.2.3	Prüfungen	109
4.3	Literatur	119
5	Kunststoffe (R. Gieler)	121
5.1	Geschichte	121
5.1.1	Antike und Mittelalter	121
5.1.2	Industrielle Produktion	122
5.2	Begriffe	124
5.3	Polymere	125
5.3.1	Natürliche Polymere	125
5.3.2	Synthetische Polymere	126
5.3.3	Anzahl der Grundstoffe (Monomere)	126
5.3.4	Anorganische Polymere	126
5.4	Einteilung der Kunststoffe	126
5.5	Niedermolekulare und hochpolymere Stoffe	127
5.6	Polymerchemie – Reaktionsmechanismen	130
5.6.1	Polymerisation durch Kettenreaktionen	131
5.6.2	Polymerisation über stufenweise Reaktionen	131
5.6.3	Copolymerisation	133
5.6.4	Polymerblends	134
5.6.5	Polymerlegierungen	134
5.6.6	Reaktionsharze	135
5.7	Polymerphysik	152
5.7.1	Struktur von Polymeren	153
5.7.2	Thermoplaste	154
5.7.3	Thermoplaste als Werkstoffe	155
5.7.4	Duroplaste	157
5.7.5	Elastomere	158
5.7.6	Thermoplastische Elastomere	158
5.8	Beschichtungsstoffe	159
5.8.1	Einteilung und Zusammensetzung	159

5.8.2	Reaktionsharzsysteme	161
5.8.3	Physikalisch trocknende Systeme	163
5.9	Kunststoffmodifizierte Mörtel und Betone	168
5.10	Fugendichtstoffe	169
5.11	Eigenschaften der ausgehärteten Kunststoffe	170
5.11.1	Chemische Eigenschaften	170
5.11.2	Physikalische Eigenschaften	171
5.11.3	Thermische Eigenschaften	183
5.11.4	Verhalten bei Beanspruchung	185
5.11.5	Alterungsverhalten und Witterungsbeständigkeit	185
5.11.6	Brandverhalten	188
5.11.7	Elektrische Eigenschaften	190
5.11.8	Sonstige Eigenschaften	192
5.12	Arbeitssicherheit und Umweltschutz	192
5.13	Literatur	193
6	Instandsetzungsprinzipien (R. Gieler)	199
6.1	Grundlagen	199
6.2	Prinzipien bei Betonkorrosion	202
6.2.1	Historische Definitionen	202
6.2.2	Aktuelle Definitionen	202
6.3	Prinzipien bei Bewehrungskorrosion	204
6.3.1	Historische Definitionen	204
6.3.2	Aktuelle Definitionen	205
6.4	Besonderheiten und Hinweise	205
6.5	Literatur	206
7	Instandsetzungsverfahren (R. Gieler)	207
7.1	Grundlagen	207
7.2	Verfahren bei Betonkorrosion	208
7.2.1	Historische Verfahren	208
7.2.2	Aktuelle Verfahren	209
7.3	Verfahren bei Bewehrungskorrosion	217
7.3.1	Historische Verfahren (Grundsatzlösungen)	217
7.3.2	Aktuelle Verfahren	219
7.4	Besonderheiten und Hinweise	224
7.5	Auswahl geeigneter Prinzipien und Verfahren	224
7.6	Literatur	225
8	Betonersatz (M. Schröder)	227
8.1	Einleitung	227
8.2	Einwirkungen aus Umgebung und Untergrund	229
8.3	Betonersatz mit kunststoffmodifiziertem Zement-Mörtel/-Beton	231
8.3.1	Kunststoffmodifizierter-Zement-Mörtel RM/-Beton RC	231
8.3.2	Haftbrücke	233

8.3.3	Korrosionsschutz	234
8.3.4	Egalisierung	234
8.3.5	Ausführung	234
8.3.6	Literatur	249
8.4	Betonersatz mit spritzbarem kunststoffmodifiziertem Zement-Mörtel/-Beton (M. Schröder)	250
8.4.1	Einleitung	250
8.4.2	Spritzbarer kunststoffmodifizierter Zement-Mörtel SRM/-Beton SRC	251
8.4.3	Literatur	267
8.5	Betonersatz mit Reaktionsharz-Mörtel/-Beton (M. Schröder)	268
8.5.1	Einleitung	268
8.5.2	Beanspruchbarkeitsklasse	268
8.5.3	Anwendungsfälle	268
8.5.4	Systembestandteile	268
8.5.5	Ausführung	273
8.5.6	Literatur	280
8.6	Betonersatz mit Beton und Spritzbeton (S. Wehrle)	281
8.6.1	Einleitung	281
8.6.2	Prinzipien nach der TR	281
8.6.3	Wesentliche Anforderungen aus der TR	283
8.6.4	Nachbehandlungsziele und -verfahren	285
8.6.5	Nachbehandlungsdauer	285
8.6.6	Ermittlung der Betondeckung	286
8.6.7	Literatur	286
9	Füllen von Rissen und Hohlräumen (M. Schröder)	289
9.1	Zusammenfassung	289
9.2	Einleitung	289
9.3	Ursachen von Rissen und Hohlräumen in Beton	289
9.4	Arten von Rissen in Beton	290
9.5	Risse in Beton als Mangel	291
9.6	Erfassung von Rissmerkmalen	292
9.7	Zwecke und Ziele des Füllens von Rissen	295
9.8	Füllstoffe	295
9.8.1	Stoffarten	295
9.8.2	Füllarten	296
9.8.3	Anwendungsbedingungen	296
9.8.4	Anwendungstechnik	299
9.9	Literatur	314
10	Tragwerksverhalten (J. Müller)	315
10.1	Beurteilen der Standsicherheit	315
10.1.1	Verantwortung des (sachkundigen) Planers	315
10.1.2	Grundsätzliche Funktionsweise Stahlbeton / Spannbeton	316
10.1.3	Entwurfsgrundsätze	318

10.1.4	Tragwerksbeispiele / Schadensbilder	319
10.1.5	Bauzustände	328
10.1.6	Fazit / Empfehlungen	329
10.1.7	Literatur	330
10.2	Verstärken (S. Wehrle)	330
10.2.1	Einleitung	330
10.2.2	Ziele von Verstärkungsmaßnahmen	332
10.2.3	Mögliche Verstärkungsmaßnahmen	332
10.2.3.1	Verstärken von Druckgliedern mit Spritzbeton oder Ortbeton	333
10.2.3.2	Erhöhung der statischen Nutzhöhe durch Aufbeton	333
10.2.3.3	Verstärken der Zugzone mittels Bewehrung und Spritzbeton	333
10.2.3.4	Verstärken oder Ertüchtigen mit eingeschlitzter Bewehrung	333
10.2.3.5	Verstärken oder Ertüchtigen mit externer Vorspannung (mit oder ohne Verbund)	334
10.2.3.6	Verstärken mit auf die Oberfläche geklebten Stahllaschen, CFK-Lamellen	334
10.2.3.7	Verstärken oder Ertüchtigen mit eingeschlitzten CFK-Lamellen	335
10.2.3.8	Verstärken oder Ertüchtigen durch Erhöhung der Duktilität durch CF-Sheets, oder engmaschiger dichter Netzbewehrung	335
10.2.3.9	Verstärken durch Erhöhung des Verschleißwiderstandes (z. B. Erhöhung der Schlagzähigkeit) von Betonoberflächen	336
10.2.4	Verstärken gemäß TR	336
10.2.4.1	Ertüchtigung durch Erhöhung des Widerstandes des bestehenden Bauwerks durch Injektion von Rissen und Hohlräumen oder Tränkung	337
10.2.4.2	Ertüchtigung durch Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff oder Chloriddiffusion durch Hochleistungsbeton	337
10.2.4.3	Verstärken/Ertüchtigen durch Ersatz der Konstruktion	338
10.2.5	Literatur	339
10.3	Ertüchtigen	339
10.3.1	Einleitung	339
10.3.2	Mögliche Ertüchtigungsmaßnahmen	340
10.3.3	Ertüchtigung durch Erhöhung des Widerstandes des bestehenden Bauwerks durch Injektion von Rissen und Hohlräumen oder Tränkung	343
10.3.4	Ertüchtigen durch Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff oder Chloriddiffusion durch Hochleistungsbeton	344
10.3.5	Literatur	344
11	Instandsetzen chloridhaltiger Konstruktionen (D. Ziegler)	345
11.1	Chloridkorrosion und Kritischer Chloridgehalt des Betons	345
11.1.1	Chloridkorrosion der Bewehrung	345
11.1.2	Kritischer (korrosionsauslösender) Chloridgehalt des Betons	347
11.2	Chloride im Beton – Mögliche Quellen	349
11.3	Chloridtransport – Chlorideindringtiefe – Chloridverteilung	352
11.4	Untersuchung auf Chloride in der Praxis	354
11.5	Übersicht Instandsetzungsprinzipien und -verfahren	357
11.6	Instandsetzung in der Praxis	359
11.6.1	Verfahren 7.1 und 7.2 nach TR IH	359

11.6.2	Verfahren 7.6, 7.7 und 7.8 nach TR IH	365
11.6.3	Verfahren 8.3 Erhöhung des elektrischen Widerstandes mit Beschichtung	366
11.6.4	Verfahren 10.1 Kathodischer Korrosionsschutz KKS	367
11.6.5	Elektrochemische Chloridextraktion ECE	370
11.7	Weitere Verfahren	372
11.8	Chloridbelastung in WU-Bodenplatten	372
11.9	Planungshilfen	373
11.10	Instandhaltungsplan – Inspektion und Wartung	373
11.11	Literatur	375
12	Instandhalten durch kathodischen Korrosionsschutz (J. Müller)	379
12.1	Grundlagen	379
12.2	Funktionsweise	380
12.3	Anodensysteme	381
12.3.1	Fremdstromanoden – Bänder, Gitter, Netze	381
12.3.2	Fremdstromanoden – Bohranoden	385
12.3.3	Fremdstromanoden – Leitfähige Beschichtung	386
12.3.4	Fremdstromanoden – Stromverbrauch / -kosten	388
12.4	Galvanische Elemente	388
12.5	Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Instandetzungsprinzipien	390
12.6	Kosten	391
12.7	Regelwerke	391
12.8	Zustimmung im Einzelfall	391
12.9	Qualifikationen	392
12.10	Bemessung	392
12.11	Wartung	393
12.12	Literaturverzeichnis	393
13	Oberflächenschutz (M. Schröder)	395
13.1	Einleitung	395
13.2	Erfordernis	395
13.3	Aufgaben	395
13.4	Eigenschaften	396
13.5	Beschichtungsstoffe	396
13.5.1	Auf Basis Epoxidharz	397
13.5.2	Auf Basis Polyurethanharz	398
13.5.3	Auf Basis Acrylatharz	398
13.5.4	Auf Basis Polyesterharz	399
13.5.5	Auf Basis Polyurea	399
13.5.6	Polymerlösungen	399
13.5.7	Polymerdispersionen	399
13.5.8	Siliziumorganische Verbindungen	399
13.5.9	Auf Basis anorganischer Bindemittel	400
13.6	Untergrundvorbereitung	400
13.7	Schutzsysteme	400

13.8	Qualitätssicherung	402
13.9	Oberflächenschutz für Bodenflächen	403
13.9.1	Einleitung	403
13.9.2	OS 3 Versiegelung für befahrbare Flächen	404
13.9.3	OS 6 chemisch widerstandsfähige Beschichtung für mechanisch gering beanspruchte Flächen	406
13.9.4	OS 7 Beschichtung unter Dichtungsschichten für begeh- und befahrbare Flächen	407
13.9.5	OS 8 chemisch widerstandsfähige Beschichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen	410
13.9.6	OS 10 Beschichtung als Dichtungsschicht mit hoher Rissüberbrückung unter Schutz- und Deckschichten für begeh- und befahrbare Flächen	416
13.9.7	OS 11 Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückung für begeh- und befahrbare Flächen	418
13.9.8	OS 12 Beschichtung mit Reaktionsharzmörtel für befahrbare mechanisch stark belastete Flächen	420
13.9.9	OS 13 Beschichtung mit nicht dynamischer Rissüberbrückung für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen	423
13.9.10	OS 14 Beschichtung mit hoher dynamischer Rissüberbrückung für begeh- und befahrbare Flächen	423
13.9.11	Besondere Anforderungen und Problemlösungen	427
13.9.12	Frischbetonschutz als Grundierung für nachfolgende Beschichtungen	430
13.9.13	Beschichtung verölter Betonflächen	434
13.9.14	Maschinelle Beschichtung großer Flächen	438
13.9.15	Rutschhemmung	441
13.9.16	Qualitätssicherung	445
13.9.17	Literatur	445
13.10	Oberflächenschutz für Wand- und Deckenflächen (M. Schröder)	447
13.10.1	Einleitung	447
13.10.2	OS 1 Hydrophobierung	447
13.10.3	OS 2 Beschichtung für nicht begeh- und nicht befahrbare Flächen	450
13.10.4	OS 4 Beschichtung mit erhöhter Dichtheit für nicht begeh- und befahrbare Flächen	452
13.10.5	OS 5 Beschichtung mit geringer Rissüberbrückung für nicht begeh- und befahrbare Flächen	456
13.10.6	OS 6 chemisch widerstandsfähige Beschichtung für mechanisch gering beanspruchte Flächen	460
13.10.7	OS 9 Beschichtung mit erhöhter Rissüberbrückung für nicht begeh- und befahrbare Flächen	460
13.10.8	Anforderungen an das Diffusionsverhalten	463
13.10.9	Literatur	463
13.11	Schichtdicken bei Polymerbeschichtungen (H. Eisenkrein-Kreksch)	464
13.11.1	Einleitung	464
13.11.2	Definition der Schichtdicke	464
13.11.3	Bestimmung der Verbrauchsmenge	467
13.11.4	Bestimmung der Schichtdicke mittels Prüfungen	468

13.11.5	Messung und Auswertung der Schichtdicke	469
13.11.6	Berechnung der Verbrauchsmengen	471
13.11.7	Beispiele zur Berechnung der Schichtdicke	473
13.11.8	Literatur	477
14	Instandsetzen von Fugen (D. Ziegler)	479
14.1	Allgemeines zu Fugen	479
14.1.1	Einleitung / Regelwerke	479
14.1.2	Anforderungen und Beanspruchungen	479
14.1.3	Fugenarten	480
14.2	Wandfugen	482
14.2.1	Ziele	482
14.2.2	Fugenabdichtungen nach DIN 18540 mit Fugendichtstoffen	483
14.2.3	Fugenabdichtungen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern nach DIN 18542	489
14.2.4	Elastomer-Fugenbänder nach IVD-Merkblatt Nr. 4	491
14.2.5	Verdeckte Fugen in Fassaden	494
14.2.6	Literatur	495
14.3	Bodenfugen	496
14.3.1	Fugenausbildung in Fußböden aus Beton	496
14.3.2	Abdichten von Bodenfugen	504
14.3.3	Instandsetzung von Fugen in WU-Bauwerken	518
14.3.4	Literatur	522
15	Ausführung von Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen	525
15.1	Ausführung von Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen (C. Helf)	525
15.1.1	Einleitung	525
15.1.2	Baustelleneinrichtung – Bauablauf	527
15.1.3	Schadstoffe	545
15.1.4	Schutz der Umgebung	552
15.1.5	Umgebungsbedingungen	554
15.1.6	ATV DIN 18349	554
15.1.7	Brandschutz	556
15.1.8	Literatur	557
15.2	Qualitätssicherung der Ausführung von Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen (C. Helf)	558
15.2.1	Grundlagen	558
15.2.2	Eigenüberwachung	563
15.2.3	Prüfverfahren	564
15.2.4	Fremdüberwachung	579
15.2.5	Weitergehende Qualifikationen der ausführenden Unternehmen	582
15.2.6	Leistungsmerkmale und Verwendbarkeitsnachweise der Produkte und Systeme	585

15.2.7	Erkundung – Beweissicherung – Dokumentation	586
15.2.8	Literatur	592
15.3	Praxisbeispiele mit technisch anspruchsvollen Aufgabenstellungen (C. Helf) ..	594
15.3.1	Einleitung	594
15.3.2	Instandsetzung eines 10-geschossigen Parkhauses in Innenstadtlage unter laufendem Verkehr	594
15.3.3	Rissüberbrückende OS-Systeme in der Praxis	609
15.3.4	Industriebodenbelag mit hoher Beanspruchung in der Lebensmittelindustrie ..	623
15.3.5	Instandsetzung einer Stahlbetonstützen-Riegel-Konstruktion im Dachgeschoss eines Hochhauses	629
15.3.6	Literatur / Quellenangaben	641
16	Besonderheiten von Schutz- und Instandsetzung im Brücken- und Ingenieurbau (P. Haardt, E. Kempkens)	643
16.1	Einleitung	643
16.2	Regelwerke zur Baudurchführung	644
16.3	ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 4 – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen	645
16.3.1	Planung und Ausführung von Betoninstandsetzungsmaßnahmen	645
16.3.2	Qualitätssicherung	646
16.3.3	Vorbereitung der Betonunterlage	646
16.3.4	Betonersatzsysteme (BE)	647
16.3.5	Oberflächenschutzsysteme (OS)	649
16.4	ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 5 – Füllen von Rissen und Hohlräumen	650
16.4.1	Allgemeines	650
16.4.2	Anwendungsbereiche	651
16.5	Nachweis der Verwendbarkeit und Übereinstimmung für Instandsetzungsprodukte mit unbekannter Zusammensetzung	651
16.5.1	Hintergrund	651
16.5.2	Umsetzung in der ZTV-ING Teil 3, Abschnitte 4 und 5	652
16.5.3	Inhaltliche Korrekturen und Ergänzungen zu den Hinweisen	652
16.5.4	Zusammenstellungen der Bundesanstalt für Straßenwesen	653
16.5.5	Erfahrungen der Straßenbauverwaltungen	653
16.5.6	Prüffähige Bescheinigungen	653
16.5.7	Bereitstellung eines Ablaufplans	654
16.6	Literatur	654
16.7	Anhang: Ablaufplan zum projektspezifischen Nachweis	655
16.7.1	Ablaufplan zum projektspezifischen Nachweis-Prinzip	656
16.7.2	Ablaufplan zum projektspezifischen Nachweis zu ZTV-ING 3-4	658
16.7.3	Ablaufplan zum projektspezifischen Nachweis zu ZTV-ING 3-5	662
17	Besonderheiten von Schutz und Instandsetzung an Verkehrs-Wasserbauwerken (H. Müller)	679
17.1	Regelwerk	679
17.2	Expositionsklassen	681

17.3	Spezielle Randbedingungen	682
17.3.1	Rückwärtige Durchfeuchtung	682
17.3.2	Zugänglichkeit	683
17.3.3	Schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR)	683
17.3.4	Sulfathüttenzement	683
17.3.5	Alter Verkehrswasserbauwerke	683
17.3.6	Betonabtrag und Untergrundvorbereitung	685
17.3.7	Ausführung	685
17.4	Vorsatzschalen (Beton, Spritzbeton) – verankert und bewehrt	686
17.4.1	Allgemeines	686
17.4.2	Rückverankerung	686
17.4.3	Bewehrung	687
17.4.4	Bewegungsfugen	687
17.4.5	Beton/ Spritzbeton	687
17.4.6	Ausführung	687
17.4.7	Qualitätssicherung	688
17.5	Spritzmörtel/Spritzbeton und Betonersatz im Handauftrag – unverankert und unbewehrt	688
17.6	Besonderheiten OS	689
17.7	Besonderheiten Rissinjektionen	689
17.8	Literatur	690
18	Ingenieurleistungen	693
18.1	Zusammenfassung	693
18.2	Ermittlung des Istzustandes und Bauwerksdiagnose (H. Fiala)	693
18.2.1	Einleitung	693
18.2.2	Fachliche Grundlagen	694
18.2.3	Rechtliche Grundlagen	696
18.2.4	Prüfen	697
18.3	Planungsgrundlagen, Sollzustand, Konzept (H. Fiala)	710
18.3.1	Grundlagen	710
18.3.2	Sollzustand	711
18.3.3	Konzept	712
18.4	Leistungsbeschreibung und Ausschreiben (C. Golar)	714
18.4.1	Ausschreibung von Bauleistungen	714
18.4.2	Ermitteln von Mengen	718
18.4.3	Vergabearten	723
18.4.4	Auswertung von Bieterangeboten und Vergabe	724
18.4.5	Hinweispflichten	725
18.5	Überwachung, Abnahme und Abrechnung (C. Golar)	726
18.5.1	Aufgaben der Objektüberwachung	726
18.5.2	Baubegleitende Planung	727
18.5.3	Nachträge	729
18.5.4	Abnahme	730
18.5.5	Abrechnung	730

18.5.6	Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle	732
18.5.7	Überwachung durch den Sachkundigen Planer	732
18.5.8	Dokumentation	733
18.5.9	Haftung	733
18.5.10	Streitregelung am Bau	734
18.5.11	Zusammenarbeit der Beteiligten	735
18.5.12	Honorar für Ingenieure	735
18.5.13	Literatur	738
Autoren		739
Register		743