Bundesministerium
für Verkehr

ZTV-W

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau

für

die Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken Leistungsbereich 219

Ausgabe Dezember 2025

EU-Notifizierung Nr. 2025/0247/DE

Hinweis:

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1).

219
12/2025

ZTV-W

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr (BMV), Abteilung Wasserstraßen und Schifffahrt.

Herstellung und Vertrieb durch die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).

Aufgestellt von Arbeitskreisen der Arbeitsgruppe Standardleistungsbeschreibungen im Wasserbau unter maßgeblicher Mitwirkung von Fachexperten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie der Bundesanstalt für Wasserbau, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, von Vertretern von Landesministerien und ihren nachgeordneten Dienststellen für Binnen- und Seehäfen, Wasserwirtschaft, Küstenschutz, Umweltschutz, von Ingenieurbüros und Fachplanern des Wasserbaus, Entwässerungsgenossenschaften, Talsperren- und Wasserverbänden sowie Materialprüfanstalten.

Übersetzung, Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Karlsruhe · Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

0	Planungshinweise	1
0.0	Zielsetzung	1
0.1	Bauwerkszustand, Instandsetzungskonzept, Instandsetzungsplan, Instandhaltungsplan	1
0.2	Planungsgrundsätze	2
0.3	Expositions- und Feuchtigkeitsklassen	6
0.4	Altbetonklassen	10
0.5	Instandsetzungssysteme	11
0.5.1	Anwendungsbereich	11
0.5.2	Beton nach Abschnitt 3	12
0.5.3	Spritzbeton (verankert, bewehrt) nach Abschnitt 4	12
0.5.4	Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) nach Abschnitt 5	13
0.5.5	Betonersatz im Handauftrag (unverankert, unbewehrt) nach Abschnitt 6	14
0.5.6	Oberflächenschutzsysteme nach Abschnitt 7	14
0.5.7	Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen nach Abschnitt 8	16
0.6	Projektspezifische Festlegung von Anforderungen an Instandsetzungssysteme, Nachweis der Verwendbarkeit	17
0.7	Standsicherheit, Erfüllung bauaufsichtlicher Anforderungen	18
1	Allgemeines	18
1.1	Anwendungsbereich	18
1.2	Grundsätzliches	19
1.2.1	Systematik der ZTV-W LB 219	19
1.2.2	Instandsetzungsplan	19
1.2.3	Instandsetzung von Betonbauteilen	19
1.2.4	Standsicherheit	19
1.2.5	Weitere Regelungen	19
1.2.6	Begriffsbestimmungen	20
1.3	Baugrundsätze	22
1.3.1	Allgemeines	22
1.3.2	Betondeckung	23
1.4	Baustoffe und Baustoffsysteme	23
1.5	Bauausführung	24
1.5.1	Allgemeines	24
1.5.2	Anforderungen an ausführende Unternehmen und Personal	24
1.5.3	Angaben zur Ausführung	25
1.5.4	Äußere Bedingungen	25
1.5.5	Nachbehandlung und Schutz	25
1.6	Qualitätssicherung	26
1.6.1	Qualitätssicherung durch den Auftragnehmer	26
1.6.2	Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber	28
1.6.3	Zusätzliche Kontrollprüfungen	29
1.6.4	Überwachungs- und Zutrittsrechte	29
1.7	Zustandsfeststellung, Abstimmung, Abnahme	29
2	Untergrundvorbereitung	30
2.1	Allgemeines	30
2.2	Baugrundsätze	30
2.2.1	Allgemeines	30
2.2.2	Betonuntergrund	30
2.2.3	Vorhandene Bewehrung	31
2.3	Bauausführung	31

2.3.1 Allgemeines ... 31
2.3.2 Verfahren für die Untergrundvorbereitung ... 32
2.3.3 Beschichtung der Bewehrung ... 32
2.3.4 Säubern der Auftragsfläche ... 32
2.3.5 Abreißfestigkeit ... 33
2.4 Qualitätssicherung ... 33
2.5 Zustandsfeststellung, Abstimmung, Abnahme ... 34

3 Beton ... 34
3.1 Allgemeines ... 34
3.2 Anwendungsbereich ... 34
3.3 Baugrundsätze ... 34
3.3.1 Allgemeines ... 34
3.3.2 Vorsatzschalen für Schleusenkammerwände und vergleichbare Bauteile ... 35
3.3.3 Planiebereiche von Schleusenkammerwänden, Kajen und vergleichbaren Bauteilen ... 36
3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme ... 36
3.4.1 Allgemeines ... 36
3.4.2 Betonausgangsstoffe ... 37
3.4.3 Zusammensetzung des Betons ... 38
3.4.4 Anforderungen an den Frischbeton ... 40
3.4.5 Anforderungen an den Festbeton ... 41
3.4.6 Festlegung des Betons ... 41
3.4.7 Betonherstellung und Lieferung von Frischbeton ... 42
3.4.8 Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien ... 44
3.4.9 Produktionskontrolle ... 44
3.5 Bauausführung ... 45
3.5.1 Allgemeines ... 45
3.5.2 Gerüste, Schalung, Einbauteile ... 46
3.5.3 Bewehren ... 48
3.5.4 Betonieren ... 48
3.5.5 Bewegungsfugen ... 51
3.6 Qualitätssicherung ... 52
3.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme ... 52
3.6.2 Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung ... 52

4 Spritzbeton (verankert, bewehrt) ... 54
4.1 Allgemeines ... 54
4.2 Anwendungsbereich ... 54
4.3 Baugrundsätze ... 54
4.3.1 Allgemeines ... 54
4.3.2 Vorsatzschalen für Schleusenkammerwände und vergleichbare Bauteile ... 55
4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme ... 56
4.4.1 Allgemeines ... 56
4.4.2 Betonausgangsstoffe und -zusammensetzung ... 56
4.4.3 Anforderungen an den Festbeton ... 58
4.4.4 Festlegung des Betons ... 59
4.5 Bauausführung ... 59
4.5.1 Allgemeines ... 59
4.5.2 Personal ... 60
4.5.3 Untergrundvorbereitung ... 60
4.5.4 Arbeitsfugen ... 60
4.5.5 Bewehrung ... 61
4.5.6 Schichtdicke ... 61

4.5.7 Spritzbetonauftrag 61
4.5.8 Nachbehandlung und Schutz 61
4.5.9 Bewegungsfugen 61
4.6 Qualitätssicherung 62
4.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme 62
4.6.2 Ausführung und Prüfung der ausgeführten Leistung 63

5 Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) 64
5.1 Allgemeines 64
5.2 Anwendungsbereich 64
5.3 Baugrundsätze 64
5.4 Baustoffe 64
5.5 Bauausführung 65
5.5.1 Allgemeines 65
5.5.2 Personal 66
5.5.3 Untergrundvorbereitung 66
5.5.4 Schichtdicke 66
5.5.5 Spritzmörtel/Spritzbeton-Auftrag 66
5.5.6 Nachbehandlung und Schutz 67
5.6 Qualitätssicherung 67
5.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme 67
5.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung 68
5.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung 68

6 Betonersatz im Handauftrag (unverankert, unbewehrt) 69
6.1 Allgemeines 69
6.2 Anwendungsbereich 69
6.3 Baugrundsätze 69
6.4 Baustoffe und Baustoffsysteme 69
6.5 Bauausführung 70
6.5.1 Allgemeines 70
6.5.2 Einbau 71
6.5.3 Nachbehandlung und Schutz des Betonersatzes im Handauftrag 71
6.6 Qualitätssicherung 72
6.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme 72
6.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung 72
6.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung 73

7 Oberflächenschutzsysteme (OS) 73
7.1 Allgemeines 73
7.2 Anwendungsbereich 74
7.3 Baugrundsätze 74
7.4 Baustoffe und Baustoffsysteme 74
7.5 Bauausführung 74
7.5.1 Allgemeines 74
7.5.2 Auftragen von Hydrophobierungen 74
7.5.3 Auftragen von Beschichtungen 75
7.5.4 Ausführungskonzept, Ausführungsplan 75
7.6 Qualitätssicherung 76
7.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme 76
7.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung 76
7.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung 76

8 Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen 77

8.1 Allgemeines 77
8.2 Anwendungsbereich 77
8.3 Baugrundsätze 77
8.4 Baustoffe und Baustoffsysteme 77
8.5 Bauausführung 78
8.5.1 Allgemeines 78
8.5.2 Behandeln von Rissen und lokalen Hohlräumen 78
8.6 Qualitätssicherung 82
8.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme 82
8.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung 82
8.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung 82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 0.1: Gemäß ZTV-W LB 219 anwendbare Prinzipien und Verfahren nach TR-IH Teil 1 3
Tabelle 0.2: Einwirkungen aus dem Betonuntergrund und der Umgebung 6
Tabelle 0.3: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene 11
Tabelle 0.4: Anwendungsbereich der Instandsetzungssysteme gemäß ZTV-W LB 219 11
Tabelle 0.5: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 3 12
Tabelle 0.6: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 4 13
Tabelle 0.7: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 5 13
Tabelle 0.8: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 6 14
Tabelle 0.9: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 7 15
Tabelle 0.10: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 8 16
Tabelle 2.1: Anforderungen an die Abreißfestigkeit des Betonuntergrundes nach Abschluss der Untergrundvorbereitung 33
Tabelle 3.1: Angaben auf Lieferschein für Transportbeton 43
Tabelle 3.2: Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton 51

Bildverzeichnis

Bild 0.1: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen (TR-IH Teil 1) 2
Bild 8.1: Anordnung der Packer in Standardfällen bei einer vorgegebenen Fülltiefe bis max. 600 mm (DAfStb Heft 638) 80

Anlagenverzeichnis

Anhang 1: Technische Prüfvorschrift – Verbundfestigkeit von Betonersatz und Oberflächenschutzsystemen
Anhang 2: Technische Prüfvorschrift – Ankerzugversuch
Anhang 3: Technische Prüfvorschrift – Bestimmung des Wassergehaltes am Frischmörtel/Frischbeton durch Darren
Anhang 4: Technische Prüfvorschrift – Behindertes Schwinden
Anhang 5: Technische Prüfvorschrift – Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung
Anhang 6: Technische Prüfvorschrift – Bestimmung von Frischmörtel-/Frischbetoneigenschaften
Anhang 7: Bestimmung der Verbrauchsmengen und Trockenschichtdicken von Oberflächenschutzsystemen
Anhang 8: Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen
Anhang 9: Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse
Anhang 10: Zusammenstellung der zitierten Dokumente

Vorbemerkung

Produkte aus anderen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union und der Türkei sowie Ursprungswaren aus einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, die diesen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen, Überwachungen und Zertifizierungen als gleichwertig behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau (Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit) gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Grundsätze

Bei Planung, Bemessung und Ausführung von Betoninstandsetzungsmaßnahmen sind immer alle Teile der ZTV-W LB 219 und der Leistungsbeschreibung gemeinsam zu beachten.

0 Planungshinweise

0.0 Zielsetzung

Die übergeordneten Ziele von Instandsetzungsmaßnahmen gemäß ZTV-W LB 219 sind die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit von Betonbauteilen für einen bestimmten Zeitraum unter Festlegung von Prinzipien, die durch Anwendung unterschiedlicher Verfahren umgesetzt werden können. Maßnahmen, die auf eine planmäßige Erhöhung der Tragfähigkeit abzielen, sind nicht Gegenstand der ZTV-W LB 219.

0.1 Bauwerkszustand, Instandsetzungskonzept, Instandsetzungsplan, Instandhaltungsplan

Notwendige Voraussetzungen für die Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen gemäß ZTV-W LB 219 sind eine umfassende Zustandsanalyse des betreffenden Bauteiles und eine detaillierte Planung der Maßnahmen durch einen Sachkundigen Planer[1]. Der Bauwerkszustand (Ist-Zustand) ist zu erfassen und die Ursachen für etwaige Mängel und Schäden sind zu ermitteln. Die weitere Zustandsentwicklung des Bauwerks während der vorgesehenen Restnutzungsdauer ist abzuschätzen. Der Sollzustand ist durch den Auftraggeber festzulegen. Aus der Gegenüberstellung von Ist- und Sollzustand sind unter Berücksichtigung der angestrebten Restnutzungsdauer der Instandsetzungsbedarf zu ermitteln und die Instandsetzungsziele zu definieren. Auf dieser Basis ist ein Instandsetzungskonzept ggf. mit mehreren Instandsetzungsvarianten zu erstellen.

Für die gewählte Instandsetzungsvariante ist vom Sachkundigen Planer in Anlehnung an die TR-IH Teil 1 ein Instandsetzungsplan zu entwickeln, der die Grundsätze für Instandsetzung des Betons, die Grundsätze für den Korrosionsschutz der Bewehrung, die Anforderungen an die Baustoffe und Baustoffsysteme, die Anforderungen an die Ausführung und erforderlichenfalls Sonderfragen berücksichtigt. Zu einem Instandsetzungsplan gehören insbesondere:

- Angaben zum Ist-Zustand;
- umzusetzende Instandsetzungsprinzipien;
- vorzusehende Bauverfahren (Abtrag, Reprofilierung, Injektion etc.);
- einzusetzende Stoffe und Nachweis der projektspezifisch erforderlichen Leistungsmerkmale;
- Sicherstellung der Standsicherheit während der Ausführung;

[1] *Sofern projektspezifisch nicht anders geregelt, kann dieser Kenntnisnachweis durch verschiedene Organisationen auf Grundlage einheitlicher Regelungen und Inhalte für die Aus- und Weiterbildung von Sachkundigen Planern bescheinigt werden, die durch den Ausbildungsbeirat „Sachkundiger Planer (SKP)“ beim Deutschen Institut für Prüfung und Überwachung e.V. (DPÜ) festgelegt werden. Der Kenntnisnachweis kann auch durch Dokumente eines anderen Mitgliedstaates, aus denen hervorgeht, dass die Anforderungen erfüllt sind, bescheinigt werden.*

- Brandschutz;
- besondere Anforderungen an die Ausführung;
- Zeitplanung für die Ausführung;
- Qualitätssicherung (Eigen- und Fremdüberwachung), Dokumentation;
- Anforderungen an Unternehmen und Personal;
- Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz, Hinweise zur Entsorgung.

Zusammen mit dem Instandsetzungsplan ist für die gewählte Ausführung vom Sachkundigen Planer ein Instandhaltungsplan zu erarbeiten, der Angaben zu planmäßigen Inspektionen, Wartung und Instandsetzungsmaßnahmen enthalten muss. Durch die sachkundige Planung der Instandhaltung muss ermöglicht werden, dass der Ist-Zustand den Mindest-Sollzustand während der Nutzungsdauer zu keinem Zeitpunkt unterschreitet.

Die grundsätzliche Vorgehensweise bei Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt (TR-IH Teil 1). Die Regelungen der ZTV-W LB 219 fokussieren auf den Bereich der Instandsetzung.

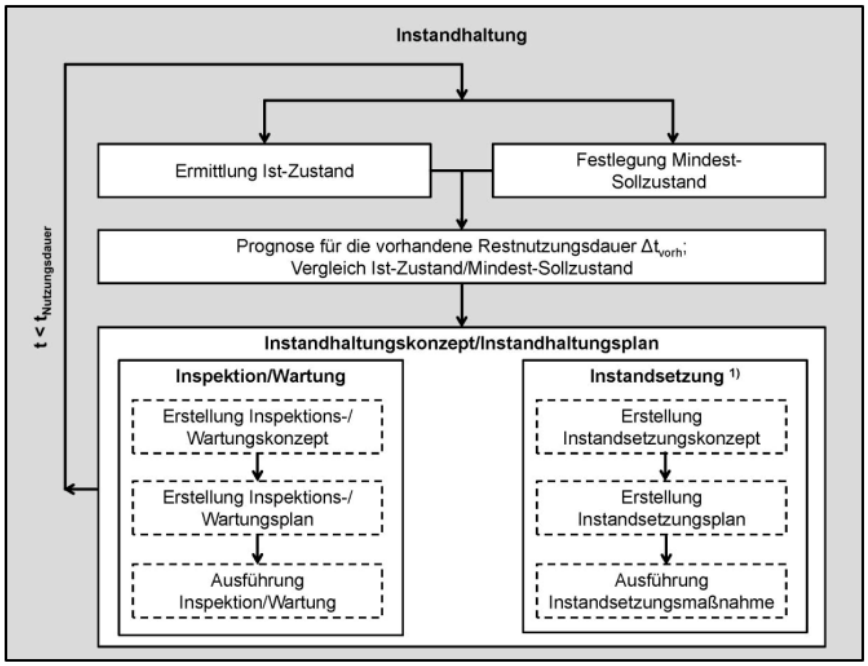


Bild 0.1: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen (TR-IH Teil 1)

0.2 Planungsgrundsätze

Bei Planung, Baustoffauswahl und Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen an Wasserbauwerken sind unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungsdauer der Instandsetzungsmaßnahme und der gegebenen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund folgende Grundsätze zu verfolgen:

- Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems gegenüber den anstehenden Einwirkungen über die geplante Nutzungsdauer
- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des Verbundes von Instandsetzungssystem und Untergrund über Adhäsion und/oder Verankerung
- Erreichen der Instandsetzungsziele (u. a. im Hinblick auf den Korrosionsschutz von Beton und Bewehrung).

Tabelle 0.1: Gemäß ZTV-W LB 219 anwendbare Prinzipien und Verfahren nach TR-IH Teil 1

Prinzip	nach TR-IH Teil 1 geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit gemäß ZTV-W LB 219
1	2	3
Schutz oder Instandsetzung von Schäden im Beton		
1. Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1 Hydrophobierung [1)]	Abschnitt 0.5.6
	1.3 Beschichtung [2)]	
	1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen	Abschnitt 0.5.7
2. Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1 Hydrophobierung [1)]	Abschnitt 0.5.6
	2.3 Beschichtung [2, 3)]	
	2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen [4)]	Abschnitt 0.5.7
3. Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1 Kleinflächiger Handauftrag	Abschnitt 0.5.5
	3.2 Betonieren oder Vergießen	Abschnitt 0.5.2 [5)]
	3.3 Spritzauftrag	Abschnitt 0.5.3 Abschnitt 0.5.4
	3.4 Auswechseln von Bauteilen	[6)]
4. Verstärkung des Betontragwerks [7)]	4.1 Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben	-
	4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton	-
	4.5 Füllen von Rissen [8)] oder Hohlräumen	Abschnitt 0.5.7
5. Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.3 Mörtel- oder Betonauftrag	Abschnitt 0.5.2 Abschnitt 0.5.3 Abschnitt 0.5.4 Abschnitt 0.5.5
Schutz oder Instandsetzung von Bewehrungskorrosion		
7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1 Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton	Abschnitt 0.5.2 Abschnitt 0.5.3
	7.2 Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton	Abschnitt 0.5.4
	7.4 Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion	Abschnitt 0.5.5
	7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen [4) 9) 10)]	Abschnitt 0.5.7

1) Die Wirksamkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen sind vom tiefenabhängigen Wirkstoffgehalt bezogen auf den Beton und der Eindringtiefe abhängig. Die Eindringtiefe von Hydrophobierungen wird wesentlich durch den Feuchtegehalt und die Porosität des Betons bestimmt.
2) Beschichtungen eingeschränkt gemäß Abschnitt 0.5.6.
3) Für die Instandsetzung von Betonbauteilen, die durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt wurden, müssen OS 5-Systeme mit einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke sD ≤ 2,5 m verwendet werden.
4) Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt.
5) Das Verfahren Vergießen ist in der ZTV-W LB 219 nicht geregelt.
6) Vorgehensweise gemäß ZTV-W LB 215.
7) Auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit gegenüber dem Ist-Zustand.
8) In der Regel zur Erhöhung der Bauteilsteifigkeit.
9) Bei Chlorideinwirkung und zu erwartenden Rissbreitenänderungen ist das Verfahren nicht zulässig.
10) Anstelle der Tränkung wird die Füllart Vergießen (V) von Rissen geregelt.

Die Anwendungsrandbedingungen der nach Tabelle 0.1 anwendbaren Instandsetzungsprinzipien und -verfahren sind in der TR-IH Teil 1 geregelt. Darüber hinaus sind insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Bei flächiger Applikation von Instandsetzungssystemen kann sich während der Nutzungsdauer im Altbeton unter bzw. hinter dem Instandsetzungssystem beispielsweise aufgrund rückwärtiger Durchfeuchtung oder unterschiedlichem Wasserdampfdiffusionsverhaltens von Altbeton und Instandsetzungssystem ein erhöhter Wassersättigungsgrad einstellen.
- Eine flächige Applikation von Instandsetzungssystemen, deren Verbundwirkung mit dem Betonuntergrund auf Adhäsion beruht, ist nur zulässig, wenn deren Festigkeits- und Verformungseigenschaften mit denen des Altbetons verträglich sind und erhöhte Wassersättigungsgrade im Altbeton in Verbindung mit Frosteinwirkung nicht zu einer Beeinträchtigung des Verbundes bzw. zu Gefügestörungen im Altbeton führen.
- Im Altbeton bereits vorhandene Risse können durch Applikation eines unbewehrten Betonersatzsystems nicht zielsicher überbrückt werden. Hier sind ggf. Sonderlösungen zu erarbeiten.
- Die Realisierung des Instandsetzungsziels „Minimierung des Wasserdurchtritts durch das instand zu setzende Bauteil“ ist im Regelfall nur durch Vorsatzschalen mit beidseitig angeordneter Bewehrung aus Beton gemäß Abschnitt 3 oder Spritzbeton gemäß Abschnitt 4 möglich.
- Die Mindestbetondeckung c_{min} beträgt 40 mm, das Vorhaltemaß Δc beträgt 10 mm. Bei Bauteilen mit den Expositionsklassen XD und XS beträgt die Mindestbetondeckung c_{min} 50 mm, das Vorhaltemaß Δc beträgt 10 mm. Die Mindestbetondeckung c_{min} darf bis auf 40 mm abgesenkt werden, wenn ein entsprechender Nachweis der Dauerhaftigkeit für die vorgesehene Restnutzungsdauer geführt wird. Wird bei Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß Abschnitt 4 und 5 die Oberfläche spritzrau belassen, ist die Mindestbetondeckung c_{min} um 5 mm zu erhöhen. Diese Regelung gilt nicht für Spritzmörtel.
- Im Hinblick auf die Einhaltung der vorgenannten Mindestbetondeckungen dürfen verbleibende Altbetondeckungen berücksichtigt werden, sofern die in den Verfahren in BAW-MDCC beschriebenen Randbedingungen für den Altbeton hinsichtlich Carbonatisierung bzw. Chloridgehalt eingehalten werden.
- Bei verbleibenden Restchloridgehalten im Altbeton und hierbei insbesondere bei kleinflächigen Instandsetzungsmaßnahmen kann das Verfahren 7.2 (Ersatz von chloridhaltigem Beton) nur angewendet werden, wenn sichergestellt ist, dass durch die Umverteilung des bereits im Altbeton vorhandenen Chlorids unter dem Einfluss des nach der Instandsetzung eindringenden Chlorids über den Zeitraum der Restnutzungsdauer keine Depassivierung der Bewehrung erfolgen kann.
- Dauerhaftigkeitsbemessungen im Hinblick auf die Sicherung, Herstellung oder Wiederherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung müssen auf den nachfolgend genannten, in der TR-IH, Teil 1 beschriebenen Verfahren basieren:
  - Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung (Verfahren 7.1)
  - Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton (Verfahren 7.2)
  - Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion (Verfahren 7.4).
- Die Bemessung der Dauerhaftigkeit hinsichtlich chloridinduzierter Betonstahlkorrosion gemäß BAW-MDCC durch den Sachkundigen Planer muss eine baupraktisch angemessene Lösung ergeben. Die Grundlagen für die Festlegungen der bemessungsrelevanten Eingangsparameter sind detailliert darzustellen und zu begründen. Der Oberflächenchloridgehalt $C_{S,\Delta x}$ ist gemäß BAW-MDCC zu bestimmen. Der Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β_0 ist in Abhängigkeit vom Verfügbarkeitsanspruch und der Instandsetzbarkeit des Bauteils zu wählen. Der ermittelte Oberflächenchloridgehalt, der gewählte Zuverlässigkeitsindex und die geplante Nutzungsdauer sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

Anmerkung 1: Für Bauteile der Expositionsklassen XD2 und XD3 ist in der Regel ein Zuverlässigkeitsindex von β_0 = 1,5 (d. h. etwa 93 % Sicherheit) anzusetzen. Für Bauteile, bei denen eine eingeschränkte Verfügbarkeit akzeptabel und eine gute Zugänglichkeit für zukünftige Instandsetzungen gegeben ist, darf ein Zielwert des Zuverlässigkeitsindex von β_0 = 0,5 (d. h. etwa 70 % Sicherheit) gewählt werden.

Anmerkung 2: Für Bauteile der Expositionsklassen XS2 und XS3 ist der Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β_0 gemäß den Vorgaben des BAW-MBM in Abhängigkeit der Bauteilkategorie zu wählen.

Anmerkung 3: Der gewählte Zuverlässigkeitsindex ist im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.

- Bei Betonersatzsystemen gemäß Abschnitt 3 und 4 sowie bei Betonersatzsystemen mit bekannter Zusammensetzung gemäß Abschnitt 5 (siehe Tabelle 0.7, Zeile 1) und gemäß Abschnitt 6 (siehe Tabelle 0.8, Zeile 1) ist bei beabsichtigten weiteren Nutzungsdauern für einen Zeitraum bis zu 100 Jahren für die Expositionsklassen XC1 bis XC4 eine Dauerhaftigkeitsbemessung nicht erforderlich, sofern die vorgenannten Mindestanforderungen an die Betondeckung bereits allein mit dem Betonersatzsystem eingehalten werden.
- Bei Betonersatzsystemen gemäß Abschnitt 3 und 4 sowie bei Betonersatzsystemen mit bekannter Zusammensetzung gemäß Abschnitt 5 (siehe Tabelle 0.7, Zeile 1) und gemäß Abschnitt 6 (siehe Tabelle 0.8, Zeile 1) ist bei den Expositionsklassen XD2 und XD3 eine Dauerhaftigkeitsbemessung gemäß BAW-MDCC durchzuführen. Bei beabsichtigten weiteren Nutzungsdauern von bis zu 50 Jahren sowie bei Bauteilen im Einfluss von Straßenbauwerken und für Planiebereiche kann auf eine Bemessung nach BAW-MDCC verzichtet werden, im Hinblick auf die Betonzusammensetzung sind hier die Sonderregelungen gemäß (193) und (355) zu beachten. Bei den Expositionsklassen XD1 und XS1 sind bei beabsichtigten weiteren Nutzungsdauern für einen Zeitraum bis zu 100 Jahren und Einhaltung der o. g. Anforderungen an die Mindestbetondeckung die Anforderungen der Bezugsnormen ausreichend.
- Bei Betonersatzsystemen gemäß Abschnitt 3 und 4 im Einwirkungsbereich von Meerwasser in Küstenbereichen sowie Ästuarien in den Expositionsklassen XS2 und XS3 ist zusätzlich das BAW-MBM zu beachten.
- Bei Betonersatzsystemen unbekannter Zusammensetzung gemäß Abschnitt 5 (siehe Tabelle 0.7, Zeile 2) und gemäß Abschnitt 6 (siehe Tabelle 0.8, Zeile 2) ist bei den Expositionsklassen XC1 bis XC4 eine Dauerhaftigkeitsbemessung gemäß BAW-MDCC durchzuführen. Bei beabsichtigten weiteren Nutzungsdauern für einen Zeitraum bis zu 50 Jahren ist gemäß BAW-MDCC ein einfacheres Alternativverfahren anwendbar.
- Bei Betonersatzsystemen unbekannter Zusammensetzung gemäß Abschnitt 5 (siehe Tabelle 0.7, Zeile 2) und Abschnitt 6 (siehe Tabelle 0.8, Zeile 2) ist bei den Expositionsklassen XD2, XD3, XS2 und XS3 eine Dauerhaftigkeitsbemessung gemäß BAW-MDCC durchzuführen. Bei den Expositionsklassen XD1 und XS1 ist vom Sachkundigen Planer festzulegen, ob über die Einhaltung der Mindestbetondeckung hinaus weitere Anforderungen notwendig sind.
- Bei Bauteilen der Expositionsklasse XS3 mit vorhandener Bewehrung aus herkömmlichem, unlegiertem Betonstahl dürfen bei einer Oberflächenchloridbelastung ≥ 2 M.-%/z_{eq} Betonersatzsysteme gemäß Abschnitt 5 und Abschnitt 6 nur eingesetzt werden, wenn das Korrosions- und Schadensrisiko im Altbeton als vertretbar eingestuft wird, eine eingeschränkte Verfügbarkeit akzeptabel und eine gute Zugänglichkeit für zukünftige Instandsetzungen gegeben ist.
- Für Bauteile unter Wasser oder in der Wasserwechselzone und für Bauteile, bei denen sich der Wasserhaushalt nach Applikation des Oberflächenschutzsystems nachteilig im Hinblick auf Dauerhaftigkeit und Verbund verändert, ist die Verwendung von Oberflächenschutzsystemen (OS) nicht vorzusehen.

- Wegen der vergleichsweise geringeren Dauerhaftigkeit von Oberflächenschutzsystemen sind diese nicht als gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung anzusehen.
- Bei rückseitiger Durchfeuchtung des instand zu setzenden Bauteils (Expositionsklassen XBW1, XBW2) sind vor Applikation eines Instandsetzungssystems ggf. Maßnahmen zur Reduzierung des Wasserdurch- bzw. Wasseraustrittes vorzusehen.
- Besondere Anforderungen an Farbgebung, Oberflächenbeschaffenheit und Ebenheitstoleranz von Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystemen und die Anlage von Musterflächen sind in der Leistungsbeschreibung zu vereinbaren.
- Für das Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen gemäß Abschnitt 8 sollten vorzugsweise zementgebundene Füllstoffe verwendet werden.
- Die Verankerung einzubauender Nischen- und Kantenpoller ist den statischen und konstruktiven Bedingungen anzupassen.

Bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen an Bauteilen mit untergeordneter Bedeutung für Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit können mit Zustimmung des Auftraggebers Alternativen zu den Regelungen der ZTV-W LB 219 gewählt werden, sofern dies in begründeten Einzelfällen technisch erforderlich und angemessen ist.

0.3 Expositions- und Feuchtigkeitsklassen

Die Einwirkungen auf das instand zu setzende Bauwerk bzw. Bauteil sind vom Sachkundigen Planer soweit möglich durch Expositionsklassen gemäß Tabelle 0.2, andernfalls verbal zu beschreiben. Die Expositions- und Feuchtigkeitsklassen sind in der Leistungsbeschreibung vorzugeben. Zu den Expositions- und Feuchtigkeitsklassen werden zusätzlich zu DIN 1045-2, Tabelle 1, in nachfolgender Tabelle 0.2 wasserbauspezifische Beispiele aufgeführt.

Tabelle 0.2: Einwirkungen aus dem Betonuntergrund und der Umgebung

Klassenbezeichnung		Beschreibung der Umgebung	Beispiele Wasserbau [1)] (informativ)
1		2	3
1 Einwirkungen aus der Umgebung			
XALL		Einwirkungen auf das Bauwerk bzw. Bauteil mit Auswirkungen auf das Instandsetzungssystem und dessen Verbund zum instand zu setzenden Bauteil, welche nicht durch die nachfolgenden Expositionsklassen abgebildet werden; bewehrungskorrosionsfördernde Stoffe aus dem Instandsetzungssystem *Anmerkung: Expositionsklasse ist immer anzusetzen.*	Alle Bauteile
Exposition DIN 1045-2	X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff	Unbewehrter Kernbeton bei zonierter Bauweise

Klassen-bezeichnung		Beschreibung der Umgebung	Beispiele Wasserbau [1)] (informativ)
1		2	3
Expositionsklassen nach DIN 1045-2	**Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung**		
	XC1	Trocken oder ständig nass	Sohlen von Schleusenkammern, Sparbecken oder Wehren; Schleusenkammerwände unterhalb UW; hydraulische Füll- und Entleersysteme
	XC2	Nass, selten trocken	Schleusenkammerwände im Bereich zwischen UW und OW (sinngemäß Sparbeckenwände)
	XC3	Mäßige Feuchte	Nicht frei bewitterte Flächen (Außenluft, vor Niederschlag geschützt)
	XC4	Wechselnd nass und trocken	Freibord von Schleusenkammer- oder Sparbeckenwänden; Wehrpfeiler oberhalb NW; freibewitterte Außenflächen; Kajen
	Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
	XD1	Mäßige Feuchte	Wehrpfeiler im Sprühnebelbereich von Straßenbrücken
	XD2[2)]	Nass, selten trocken	Gewässer mit Chloridbelastung (z. B. durch Industrieeinleitung)
	XD3[2)]	Wechselnd nass und trocken	Planien von Schleusen, Verkehrsflächen (z. B. Umschlagkajen von Binnenhäfen), Treppen an Wehranlagen
	Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser		
	XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
	XS2	Unter Wasser	Sohlen von Schleusenkammern, Sparbecken oder Wehren; Schleusenkammerwände unterhalb UW (z.B. MTnw); hydraulische Füll- und Entleersysteme
	XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kajen, Molen und Wände oberhalb NNTnW und Schleusenkammerwände im Bereich zwischen UW-1,0 m und OW+1,0 m (z.B. zwischen MTnw und MThw)
	Frostangriff mit und ohne Taumittel/Meerwasser		
	XF1	Mäßige Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	Freibord von Sparbeckenwänden; Wehrpfeiler oberhalb HW
	XF2	Mäßige Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Vertikale Bauteile im Spritzwasserbereich und Bauteile im unmittelbaren Sprühnebelbereich von Meerwasser

Klassen-bezeichnung		Beschreibung der Umgebung	Beispiele Wasserbau [1)] (informativ)
1		2	3
Expositionsklassen nach DIN 1045-2	XF3	Hohe Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	Schleusenkammerwände im Bereich zwischen UW-1,0 m und OW+1,0 m (Sparbeckenwände sinngemäß); Ein- und Auslaufbereiche von Dükern zwischen NW und HW; Wehrpfeiler zwischen NW und HW
	XF4	Hohe Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Vertikale Flächen von Meerwasserbauteilen wie Gründungspfähle, Kajen und Molen im Wasserwechselbereich; meerwasserbeaufschlagte horizontale Flächen; Plattformen von Schleusen; Verkehrsflächen (z. B. Hafenflächen); Treppen an Wehrpfeilern
	Betonkorrosion durch chemischen Angriff		
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	
	XA2	Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen (Unterwasser- und Wasserwechselbereich, Spritzwasserbereich)
	XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	
	Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung		
	XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung[3)]	Flächen mit Beanspruchung durch Schiffsreibung (z. B. Schleusenkammerwände oberhalb UW-1,0 m); Bauteile für die Energieumwandlung mit Beanspruchung nur durch feinkörnige Geschiebefracht (z. B. aufgrund konstruktiver Maßnahmen wie Vorschaltung einer Geschiebefanggrube), Eisgang
	XM2	Starke Verschleißbeanspruchung	Wehrrücken und Bauteile für die Energieumwandlung (Tosbecken, Störkörper) mit Beanspruchung durch grobkörnige Geschiebefracht einschließlich der anschließenden aufgehenden Bauteile bis zu einer Höhe von 1 m
	XM3	Sehr starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile in Gebirgsbächen oder Geschiebeumleitstollen
	Feuchtigkeitsklassen		
	W0	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt.	Allgemein: Nur bei nicht massigen Bauteilen (Abmessung ≤ 0,80m). Innenbauteile von Wasserbauwerken, die nicht ständig einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden (z. B. Innenräume von Steuerständen).

Klassen-bezeichnung		Beschreibung der Umgebung	Beispiele Wasserbau [1)] (informativ)
1		2	3
Expositionsklassen nach DIN 1045-2	WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	Allgemein: Stets bei massigen Bauteilen (Abmessung > 0,80 m) unabhängig vom Feuchtezutritt. Betonbauteile von Wasserbauwerken mit freier Bewitterung oder mit temporärer bzw. dauernder Wasserbeaufschlagung im Binnenbereich (z. B. Schleusenkammerwände); Innenbauteile von Wasserbauwerken, bei denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80 % ist.
	WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung der Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	Betonbauteile von Wasserbauwerken, die mit Meerwasser in Berührung kommen (UW- und WW-Bereich, Spritzwasserbereich). Betonbauteile von Wasserbauwerken mit Tausalzeinwirkung (z. B. Planiebereiche von Schleusenkammerwänden).
XW1		Ständige Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasser	Schleusenkammer- oder Sparbeckenwände unterhalb UW
XW2		Wechselnd nass und trocken durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	Schleusenkammer- oder Sparbeckenwände zwischen UW und OW
2 Einwirkungen aus dem Betonuntergrund			
XSTAT (static)		Statisch mitwirkend	Reprofilierung von druckbeanspruchten Bauteilen; kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW1 (backfacing water)		Rückseitige Durchfeuchtung (keine Durchströmung) oder erhöhte Restfeuchtigkeit	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XBW2 (backfacing water)		Rückseitige Durchfeuchtung mit Durchströmung (flächig)	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XCR (cracks)		Risse	
W (width)		mit Rissbreite w [4)] in mm	
Δw LFR HFR CON		mit Rissbreitenänderung Δw in mm – zyklisch niedrigfrequent z. B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung (LFR: low frequent) – zyklisch hochfrequent z. B. aus Verkehr (HFR: high frequent) – kontinuierliche Rissbreitenänderung, z. B. aus Schwinden, Setzungen (CON: continuous)	WU-Bauteil Brücke Bodenplatte; Rissbildung durch Stützensenkung

Klassen-bezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele Wasserbau [1)] (informativ)
1	2	3
DY (dry)	mit Feuchtezustand „trocken“: Wasserzutritt nicht möglich. Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar.	Innenbauteil
DP (damp)	mit Feuchtezustand „feucht“: Farbtonveränderung im Riss- oder Hohlraumbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt. – Anzeichen auf Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen). – Riss oder Hohlraum erkennbar feucht oder matt-feucht (beurteilt an Trockenbohrkernen).	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WT (wet)	mit Feuchtezustand „nass (drucklos gefüllt)“: Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar. Wasser perlt aus dem Riss.	
WF (waterflow)	mit Feuchtezustand „fließendes Wasser (druckwasserführend)“: Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus.	WU-Bauteil
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Applikation	Brücke unter Verkehr

1) Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer.
2) Gilt auch für Beaufschlagung aus Fließgewässern, staugeregelten Gewässern oder Grundwässern mit einem Chloridgehalt > 2.000 mg/l.
3) Schleusenkammersohlen und -wände, die ständig unter Wasser liegen, sowie Füllsysteme ohne Beanspruchung durch Geschiebefracht unterliegen im Regelfall keiner Betonkorrosion infolge Hydroabrasion.
4) Aufgenommen und ausgewertet nach DBV-Riss.

0.4 Altbetonklassen

Die instand zu setzenden Betonbauteile oder Abschnitte hiervon sind aufgrund ihrer zum Zeitpunkt der Instandsetzung vorhandenen Eigenschaften in Altbetonklassen gemäß Tabelle 0.3 einzuordnen. Maßgeblich für die Einordnung ist die ungünstigere Untergrundeigenschaft (Druckfestigkeit oder Abreißfestigkeit). Instand zu setzende Bauteilbereiche mit lokal abweichenden Eigenschaften sind durch entsprechende Untersuchungen einzugrenzen.

Tabelle 0.3: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene

1	2	3	4
Altbetonklasse	Druckfestigkeit [1)]	Abreißfestigkeit [2)]	
		Mittelwert	Kleinster Einzelwert
	N/mm²	N/mm²	N/mm²
A1	≤ 10	< 0,8	< 0,5
A2	> 10	≥ 0,8 und < 1,2	≥ 0,5
A3	> 20	≥ 1,2 und < 1,5	≥ 0,8
A4	> 30	≥ 1,5 und < 2,5	≥ 1,0
A5	> 75	≥ 2,5	≥ 2,0

1) Mittelwert der Druckfestigkeit (Bestimmung nach DIN EN 12504-1)
2) Kleinster Einzelwert / Mittelwert (Bestimmung nach DIN EN 1542)

0.5 Instandsetzungssysteme

0.5.1 Anwendungsbereich

Ohne gesonderten Nachweis sind in Abhängigkeit von der Altbetonklasse nur bestimmte Instandsetzungssysteme zulässig. Eine entsprechende Übersicht findet sich in Tabelle 0.4.

Tabelle 0.4: Anwendungsbereich der Instandsetzungssysteme gemäß ZTV-W LB 219

1	2	3	4	5	6	7
Alt-beton-klasse	Beton (Abschnitt 3)	Spritzbeton (Abschnitt 4)	Spritzmörtel / Spritzbeton (Abschnitt 5)	Betonersatz im Handauftrag (Abschnitt 6)	Ober-flächen-schutzsys-teme (Abschnitt 7)	Füllen von Rissen und lokalen Hohl-räumen [5)] (Abschnitt 8)
	d ≥ 90 mm[1)]	d ≥ 90 mm[1)]	20 ≤ d ≤ 60 mm	10 ≤ d ≤ 60 mm		
	verankert, bewehrt [4)]		unverankert, unbewehrt			
A1	X	X	---	---	---	X[6)]
A2	X	X	X	---	---	X
A3	X	X	X	---	X[3)]	X
A4	X	X	X	X[2)]	X	X
A5	X	X	X	X[2)]	X	X

1) Für Vorsatzschalen für Schleusenkammerwände und vergleichbare Bauteile siehe Abschnitte 3.3.2 bzw. 4.3.2.
2) Nicht bei flächigem Auftrag über Kopf oder an vertikalen Flächen.
3) Nur für Betonuntergründe, bei denen der Mittelwert der Abreißfestigkeit mindestens 1,3 N/mm² beträgt.
4) Gilt für Beton nur bei flächigem Auftrag.
5) Für die Injektion mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Massenbeton zur Reduzierung von Wasserwegigkeiten gilt das DWA-Merkblatt 506.
6) Anwendbarkeit muss im Einzelfall bewertet werden.

0.5.2 Beton nach Abschnitt 3

Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton nach DIN 1045-2 und den ergänzenden Anforderungen dieser ZTV (Tabelle 0.5), welcher in Schichtdicken zwischen 90 und 800 mm eingebracht wird. Zur Sicherstellung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit muss der Beton bei flächigem Auftrag bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden. In Sonderfällen kann von den vorstehenden Forderungen abgewichen werden.

Sofern die Abreißfestigkeiten des Betonuntergrundes den Anforderungen gemäß Tabelle 2.1, Zeile 1, genügen, dürfen Einzelschadstellen in horizontalen Flächen bei entsprechendem Nachweis in vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber ohne Verankerung und Bewehrung ausgeführt werden.

Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton sind der Planungsklasse PK-S, der Betonklasse BK-S und der Ausführungsklasse AK-S und damit der Betonbauqualitätsklasse BBQ-S gemäß DIN 1045-1000 zuzuordnen. Dabei sind sämtliche Anforderungen der Planungsklasse PK-E, der Betonklasse BK-E und der Ausführungsklasse AK-E und damit der Betonbauqualitätsklasse BBQ-E einzuhalten.

Der BBQ-Koordinator ist vom Bauherrn zu benennen. Die Anforderungen an Planung, Beton und Ausführung für kleinflächige Maßnahmen sind projektspezifisch festzulegen.

Bei Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton ist aus dem Instandsetzungsplan das vorläufige Betonbaukonzept gemäß DIN 1045-1000 zu entwickeln.

Bei Realisierung des Instandsetzungsziels „Minimierung des Wasserdurchtritts durch das instand zu setzende Bauteil“ sind Vorsatzschalen gemäß den Planungsgrundsätzen in Abschnitt 0.2 mit beidseitig angeordneter Bewehrung auszubilden. Als Dichtelement sind in diesem Fall in Arbeitsfugen innerhalb der Vorsatzschale Fugenbleche oder Elastomer-Fugenbänder vorzusehen. Für den Fall, dass die Bauteilgeometrie die Anordnung von Fugenblechen oder Elastomer-Fugenbändern nicht zulässt, können als Dichtelemente Injektionsschläuche eingesetzt werden. Als Füllgut sollte im Regelfall Zementsuspension gemäß Abschnitt 8 verwendet werden.

Tabelle 0.5: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 3

Nr.	Verfahren	Altbeton-klasse	Produkte	ZTV-W LB 219
1	3.2, 5.3 7.1, 7.2, 7.4	A1, A2, A3, A4, A5	Beton nach DIN 1045-2	Abschnitt 3

0.5.3 Spritzbeton (verankert, bewehrt) nach Abschnitt 4

Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 und DIN EN 14487-2 in Verbindung mit DIN 18551 und den ergänzenden Anforderungen dieser ZTV (Tabelle 0.6), welcher in Schichtdicken ab 90 mm aufgebracht wird. Zur Sicherstellung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit muss der Spritzbeton bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden.

Bei Realisierung des Instandsetzungsziels „Minimierung des Wasserdurchtritts durch das instand zu setzende Bauteil“ sind Vorsatzschalen gemäß den Planungsgrundsätzen in Abschnitt 0.2 mit beidseitig angeordneter Bewehrung auszubilden. Zur Sicherstellung der Wasserundurchlässigkeit können in diesem Fall im Bereich der Arbeitsfugen innerhalb der Vorsatzschale zusätzlich Injektionen erforderlich sein. Da bei Injektionsschläuchen die Gefahr einer Beschädigung beim Einspritzen besteht, sollten diese Injektionen über Packer erfolgen. Als Füllgut sollte im Regelfall Zementsuspension gemäß Abschnitt 8 verwendet werden.

Tabelle 0.6: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 4

Nr.	Verfahren	Altbeton-klasse	Produkte	ZTV-W LB 219
1	3.3, 5.3, 7.1, 7.2, 7.4	A1, A2, A3, A4, A5	Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 und DIN EN 14487-2 in Verbindung mit DIN 18551	Abschnitt 4

0.5.4 Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) nach Abschnitt 5

Dieser Abschnitt gilt für Spritzmörtel/Spritzbeton aus zementgebundenem Betonersatz mit bzw. ohne Polymermodifizierung, der in dünnen Schichten (20 bis 60 mm) ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung im Spritzverfahren auf Betonuntergründe der Altbetonklasse A2, A3, A4 oder A5 aufgebracht wird. Wird vorhandene, frei gelegte Bewehrung eingespritzt, kann die Schichtdicke von 60 mm örtlich auch überschritten werden. Die Sicherstellung des Verbundes zwischen Spritzmörtel/Spritzbeton und dem Untergrund erfolgt über Adhäsion.

Der Spritzmörtel/Spritzbeton muss hinsichtlich seines Festigkeits- und Verformungsverhaltens dem jeweiligen Altbeton angepasst sein. Insbesondere bei den Altbetonklassen A2 und A3 ist darüber hinaus bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen das mögliche Auftreten erhöhter Wassersättigungsgrade im Altbeton hinter dem Spritzmörtel/Spritzbeton zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund muss der Sachkundige Planer prüfen, ob ein flächiger Auftrag zulässig ist.

Als Spritzmörtel/Spritzbeton können Produkte auf Basis von DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 mit zusätzlichen Merkmalen oder Produkte unbekannter Zusammensetzung verwendet werden (Tabelle 0.7).

Tabelle 0.7: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 5

Nr.	Verfahren	Altbeton-klasse	Produkte	ZTV-W LB 219
1	3.3, 5.3, 7.1, 7.2, 7.4	A2, A3, A4, A5	Spritzmörtel/Spritzbeton S-A2, S-A3, S-A4 und S-A5 auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551 mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 5
2			Spritzmörtel SRM-A2, SRM-A3, SRM-A4 und SRM-A5 oder Spritzbeton SRC-A2, SRC-A3, SRC-A4 und SRC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	

0.5.5 Betonersatz im Handauftrag (unverankert, unbewehrt) nach Abschnitt 6

Dieser Abschnitt gilt für Betonersatz im Handauftrag aus zementgebundenem Betonersatz mit bzw. ohne Polymermodifizierung und in der Regel der Haftbrücke und ggf. dem Feinspachtel. Betonersatz im Handauftrag darf nur für kleinflächige Instandsetzungsmaßnahmen eingesetzt werden. Mit Betonersatz im Handauftrag dürfen Instandsetzungsmaßnahmen nur an Bauteilen der Altbetonklassen A4 und A5 durchgeführt werden. Die Schichtdicke beträgt in der Regel 10 bis 60 mm, in besonderen Fällen (z. B. bei tieferen Ausbruchstellen) bis zu 100 mm. Die Sicherstellung des Verbundes zwischen Betonersatz im Handauftrag und dem Untergrund erfolgt über Adhäsion. Das Festigkeits- und Verformungsverhalten des Betonersatzes im Handauftrag muss dem Altbeton angepasst sein.

Als Betonersatz im Handauftrag können Produkte auf Basis der RL Trockenbeton mit zusätzlichen Merkmalen oder Produkte unbekannter Zusammensetzung verwendet werden (Tabelle 0.8).

Tabelle 0.8: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 6

Nr.	Verfahren	Altbeton-klasse	Produkte	ZTV-W LB 219
1	3.1, 5.3, 7.1, 7.2, 7.4	A4, A5	Betonersatz M-A4 und M-A5 auf Basis der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton“ (RL Trockenbeton) mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 6
2			Betonersatz RM-A4 und RM-A5 oder RC-A4 und RC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	

0.5.6 Oberflächenschutzsysteme nach Abschnitt 7

Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Oberflächenschutzsystemen, welche aus einzelnen Produkten zu einem System zusammengesetzt sein können. Mit Oberflächenschutzsystemen dürfen Instandsetzungsmaßnahmen nur an Bauteilen der Altbetonklassen A3 (mittlere Abreißfestigkeit mindestens 1,3 N/mm²), A4 und A5 durchgeführt werden. Die oberflächenschutzsystemspezifisch mindestens erforderlichen Abreißfestigkeiten des Betonuntergrundes gemäß Tabelle 2.1 sind zu beachten.

Im Regelfall dürfen Oberflächenschutzsysteme nur bei folgenden Expositionsklassen eingesetzt werden: XC1 (trocken), XC3, XC4, XD1, XS1, XF1, XF2. Eine Verwendung von Oberflächenschutzsystemen bei den Expositionsklassen XBW1 und XBW2 ist nicht zulässig. Abschnitt 0.2 ist zu beachten.

Mit den unterschiedlichen Arten von Oberflächenschutzsystemen können die in Tabelle 0.9 angeführten Instandsetzungsziele verfolgt werden:

Tabelle 0.9: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 7

Nr.	Verfahren	Altbetonklasse	Instandsetzungsziele	Oberflächenschutzsysteme	ZTV-W LB 219
1	1.1, 2.1	A3, A4, A5	Hydrophobierung zur Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme bei vertikalen und geneigten frei bewitterten Betonbauteilen z. B. Stützwände (Rissbreiten im Betonuntergrund ≤ 0,1 mm)	OS 1 (OS A)	Abschnitt 7
2	1.3, 2.3	A3[1)], A4, A5	Beschichtung mit begrenzter Wasserdampfdurchlässigkeit und erhöhter Dichtheit für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung) zur Reduzierung der Wasseraufnahme, des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe und der Kohlendioxiddiffusion und zur Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes	OS 4 (OS C)	
3		A3, A4, A5	Beschichtung mit begrenzter Wasserdampfdurchlässigkeit und geringer Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung) für frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen auch im Sprühbereich von Auftausalzen zur Reduzierung der Wasseraufnahme, des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe und der Kohlendioxiddiffusion sowie zur Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes	OS 5 (OS D)	

1) Nur für Betonuntergründe, bei denen der Mittelwert der Abreißfestigkeit mindestens 1,3 N/mm² beträgt.

Bei Betonen ≥ C35/45 können gegenüber den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers reduzierte Feuchtegehalte erforderlich sein. Bei zu hohen Feuchtegehalten sind gegebenenfalls für Oberflächenschutzsysteme nach Vorgabe des Sachkundigen Planers zusätzliche Maßnahmen erforderlich (z. B. eine weitere Grundierung). Im Übrigen sind die weiteren Angaben des Herstellers für die Ausführung zu beachten.

0.5.7 Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen nach Abschnitt 8

Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit polymeren oder zementgebundenen Rissfüllstoffen. Zu diesen Instandsetzungsmaßnahmen zählen das Schließen (bzw. Begrenzen der Rissbreite durch Füllen), das Abdichten von Rissen und das Verbinden von Rissflanken. Tabelle 0.10 enthält die Zuordnung von Füllzielen und zulässigen Rissfüllstoffen für das Schließen (bzw. Begrenzen der Rissbreite durch Füllen), für das Abdichten von Rissen und für das Verbinden von Rissflanken.

Tabelle 0.10: Produkte/Systeme für Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 8

Nr.	Verfahren	Altbeton-klasse	Füllziel	Füllart	Mögliche Riss-füllstoffe[1)]	ZTV-W LB 219
1a	1.5, 2.6, 4.5 7.6 [3)]	A1[2)], A2, A3, A4, A5[2)]	Schließen (Begrenzung der Riss-breite durch Füllen)	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	Abschnitt 8
1b				durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	
2a			Abdichten	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	
2b				durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	
3a			Kraft-schlüssiges Verbinden	durch Injektion	F-I (P) F-I (H)	
3b				durch Vergießen	F-V (P)	
4			Begrenzt dehnbares Verbinden	durch Injektion	D-I (P)	

1) F: Rissfüllstoff für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt (z. B. Epoxidharz (EP)), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt (z. B. Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS))
D: Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt (z. B. Polyurethan (PUR); evtl. mit zugehörigem schnellschäumenden Polyurethan (SPUR))
I: Injektion
V: Vergießen

2) Anwendbarkeit muss im Einzelfall bewertet werden.

3) Nur mit zementgebundenem Füllstoff (H).

Randbedingungen für die Verwendung der verschiedenen Rissfüllstoffe finden sich in TR-IH Teil 1, Tabelle 14. Die Anwendbarkeit des Verfahrens 7.6 muss in Bezug auf den Zustand der Rissflanken (Verschmutzung der Risse, Carbonatisierungstiefe im Rissbereich, Aussinterungen im Rissbereich etc.) vom Sachkundigen Planer objektspezifisch bewertet werden. Repassivierung bei Verwendung zementgebundener Füllstoffe kann nur im Rissbereich erfolgen.

Mit zementgebundenen Füllstoffen nach Abschnitt 8 kann auch eine Injektion in lokal begrenzte Hohlräume erfolgen. Grundlage für die Injektion mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Massenbeton zur Reduzierung von Wasserwegigkeiten ist das DWA-Merkblatt 506.

0.6 Projektspezifische Festlegung von Anforderungen an Instandsetzungssysteme, Nachweis der Verwendbarkeit

Die Anforderungen an Instandsetzungssysteme gemäß Abschnitt 3 bis 8 und an die zugehörigen Qualitätssicherungsverfahren sind vom Sachkundigen Planer projektspezifisch unter Berücksichtigung der Planungsgrundsätze gemäß Abschnitt 0.2 festzulegen (siehe hierzu auch 1.6.1.2).

Für Betonersatzsysteme gemäß Abschnitt 3 und 4 sind bei Planung und Ausschreibung die Anforderungen in den genannten Abschnitten zu Grunde zu legen.

Für Betonersatzsysteme gemäß Abschnitt 5 und 6, für Oberflächenschutzsysteme gemäß Abschnitt 7 und für die Rissinjektion gemäß Abschnitt 8 muss der Sachkundige Planer vor dem Hintergrund der jeweiligen Einwirkungen auf die instand zu setzenden Bauwerke und Bauteile und im Hinblick auf das Erreichen der jeweiligen Instandsetzungsziele festlegen, welche projektspezifischen Anforderungen an Baustoffe und Instandsetzungssysteme zu stellen sind. Der Sachkundige Planer muss hierzu projektspezifisch für die Leistungsbeschreibung festlegen:

- Welche Merkmale, zugehörige Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit erforderlich sind[2].
- Mit welcher der nachgenannten Vorgehensweisen der Nachweis der Verwendbarkeit durch den Auftragnehmer erfolgen muss.
- Welchen Mindestumfang die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers aufweisen müssen.

Vorgehensweisen zum Nachweis der Verwendbarkeit sind:

- Vorgehensweise 1: Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen durch den Auftragnehmer auf Grundlage eines projektspezifischen Nachweises.
  Alternativ kann der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle[3] geführt werden, sofern diese die geforderten Merkmale und Anforderungen vollumfänglich sicherstellt.

- Vorgehensweise 2: Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen durch den Auftragnehmer auf Grundlage der Erklärung durch den Hersteller gemäß DIN 18200, Anhang A, auf Grundlage von DIN 18200, Nachweisverfahren System B.
  Alternativ kann der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle[3] geführt werden, sofern diese die geforderten Merkmale und Anforderungen vollumfänglich sicherstellt.

Anmerkung:
Für die Festlegung der Vorgehensweise sind Faktoren wie z. B.: Bedeutung des Bauwerks im Verkehrsnetz, Umfang der geplanten Instandsetzungsmaßnahme, mögliche Wiederholbarkeit bei Fehlschlägen (insbesondere im Hinblick auf Nutzungsdauer und Zugänglichkeit) und daraus resultierende Kosten zu berücksichtigen.

Beim Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 muss der Sachkundige Planer für die Leistungsbeschreibung festlegen, welche Produktmerkmale, zugehörige Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch das bauausführende Unternehmen erfolgen muss.

---

[2] *Hinweise zu Merkmalen in Abhängigkeit von den Einwirkungen und zum Kontrollprüfumfang finden sich z. B. in der BAW-Empfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahrenen“.*
[3] *Die nach Art. 40 BauPVO qualifizierte Stelle ist für Deutschland das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt).*

Beim Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 2 können auf Veranlassung des Auftraggebers je nach Bedeutung und Umfang der Baumaßnahme baubegleitende Kontrollprüfungen durchgeführt werden, um die projektspezifisch geforderten Merkmale teilweise oder in ganzem Umfang zu überprüfen. Ein möglicher projektspezifischer Umfang der Kontrollprüfungen ist vor dem Hintergrund der Bedeutung der Instandsetzungsmaßnahme, ggf. auch unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus früheren Kontrollprüfungen am jeweiligen Produkt, vom Sachkundigen Planer festzulegen[2].

Alle über den in den entsprechenden Bezugsnormen festgelegten Umfang hinausgehenden Nachweise sind gesondert auszuschreiben und zu vergüten.

0.7 Standsicherheit, Erfüllung bauaufsichtlicher Anforderungen

Für Instandsetzungsmaßnahmen nach ZTV-W LB 219 muss durch den Auftraggeber für jede Phase von Planung und Ausführung festgelegt sein, wer Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und wer die dazu erforderlichen Maßnahmen plant und ausführt. Die ZTV-W LB 219 enthält keine Regeln für den Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.

Die ZTV-W LB 219 setzt voraus, dass jede Instandsetzung standsicherheitsrelevant ist. Sofern der Sachkundige Planer mit schriftlicher Begründung darlegt, dass die Standsicherheit der Bauteile bzw. des Bauwerks innerhalb der geplanten Nutzungsdauer nicht beeinträchtigt wird, kann von den Anforderungen der ZTV-W LB 219 hinsichtlich der Planung, Ausführung und Überwachung von Instandsetzungsmaßnahmen (siehe u. a. 1.6.1.3) mit Zustimmung des Auftraggebers abgewichen werden.

Hinsichtlich der Einhaltung bauaufsichtlicher Anforderungen bei Instandsetzungsmaßnahmen mit Standsicherheitsrelevanz ist der Einführungserlass des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) zu dieser Ausgabe der ZTV-W LB 219 zu beachten (siehe Technisches Regelwerk - Wasserstraßen (TR-W)).

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) Die ZTV-W LB 219 gelten für Instandsetzungsmaßnahmen zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit von unbewehrten und bewehrten Wasserbauwerken aus Beton einschließlich deren Nebenanlagen, z. B. Schleusen, Stauanlagen, Sperrwerke, Schöpfwerke, Düker, Durchlässe, Hafenbauten, Uferwände, wenn in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart. Sie gelten nicht für Straßen-, Eisenbahnbrücken und Tunnel (vgl. hierzu ZTV-ING).

(2) Für die Instandsetzung der unter (1) genannten Bauwerke im Einwirkungsbereich von Meerwasser in Küstenbereichen sowie Ästuarien in den Expositionsklassen XS2 und XS3 gilt bei Betonersatzsystemen gemäß Abschnitt 3 und 4 zusätzlich das BAW-MBM.

(3) Maßnahmen, die auf eine planmäßige Erhöhung der Tragfähigkeit abzielen, sind nicht Gegenstand der ZTV-W LB 219.

(4) Die ZTV-W LB 219 gelten nur für Bauteile bzw. Bauteilbereiche, bei denen während der Bauausführung keine Wasserbeaufschlagung gegeben ist.

(5) Für die Injektion mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Massenbeton zur Reduzierung von Wasserwegigkeiten gilt das DWA-M 506.

(6) Bei Zweitbeton sind für Planung, Baustoffe und Bauausführung ergänzend die Anforderungen des BAW-MZB einzuhalten.

(7) Die Regelungen der ZTV-W LB 219 gelten vor den „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)“. Sofern der Planer projektspezifisch von der ATV abweichende technische Festlegungen trifft, hat er diese in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

1.2 Grundsätzliches

1.2.1 Systematik der ZTV-W LB 219

(8) Die Abschnitte 1 und 2 (Basisabschnitte) gelten immer, die Abschnitte 3 bis 8 (spezifische Abschnitte) enthalten spezifische Bedingungen für die jeweiligen Instandsetzungssysteme. Die Abschnitte 1 und 2 gemeinsam mit einem der Folgeabschnitte bilden die in sich geschlossenen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für die jeweiligen Instandsetzungssysteme.

1.2.2 Instandsetzungsplan

(9) Grundlage für die Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen gemäß ZTV-W LB 219 ist der vom Auftraggeber auf Basis des Instandsetzungskonzeptes erstellte Instandsetzungsplan, welcher der Leistungsbeschreibung beigefügt oder vollständig in dieser enthalten ist.

(10) Abweichungen vom Instandsetzungsplan bedürfen der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers.

1.2.3 Instandsetzung von Betonbauteilen

(11) Zur Instandsetzung von Betonbauteilen sind die Prinzipien und Verfahren gemäß Tabelle 0.1 anzuwenden.

1.2.4 Standsicherheit

(12) Bei der Planung, Ausführung und Überwachung von Instandsetzungsmaßnahmen gemäß ZTV-W LB 219 ist in jedem Fall die Standsicherheit der betroffenen Bauteile bzw. des Bauwerkes zu betrachten.

(13) Mit der Ausführung von Maßnahmen zur Instandsetzung von Betonbauteilen darf erst begonnen werden, wenn (a) eine vom Auftraggeber im Rahmen des Instandsetzungsplanes zu erstellende schriftliche Beurteilung der Standsicherheit für alle Phasen der Baumaßnahme vorliegt, sowie (b) dem Auftraggeber derjenige benannt ist, der auf Auftragnehmerseite während der Bauausführung Fragen der Standsicherheit verantwortlich und sachkundig beurteilt und die erforderlichen Maßnahmen veranlasst.

1.2.5 Weitere Regelungen

(14) Die DIN/EN-Sicherheitsdatenblätter sind auf der Baustelle ständig erreichbar aufzubewahren.

(15) Nicht verbrauchte Bau- und Bauhilfsstoffe sowie der Rückprall bei Spritzarbeiten bleiben im Eigentum des Auftragnehmers und sind von diesem ordnungsgemäß zu entsorgen.

(16) Die in der ZTV-W LB 219 angegebenen Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probenahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit in der Leistungsbeschreibung keine andere Regelung getroffen ist.

1.2.6 Begriffsbestimmungen

(17) Abreißfestigkeit
Im Abreißversuch ermittelte Zugfestigkeit innerhalb des Betonuntergrundes, des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems bzw. Verbundfestigkeit zwischen Betonuntergrund und Betonersatzsystem oder zwischen Betonuntergrund bzw. Betonersatzsystem und Oberflächenschutzsystem.

(18) Adhäsionsbruch
Bruch zwischen zwei Schichten.

(19) Ankersysteme
Genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Dübelsysteme (Spreizdübel, Hinterschnittdübel, Verbunddübel) oder auf der Basis von Eignungsuntersuchungen zu bemessende Stabanker mit Verbund.

(20) Arbeitsfuge
Durch Arbeitsunterbrechung im Bauteilbeton bzw. im Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem entstandene Ansatzfläche.

(21) Betonersatz
Ersatz von fehlendem bzw. geschädigtem Beton oder Betonergänzung durch zementgebundenen Mörtel oder Beton.

(22) Betonersatzsystem
Besteht aus den Baustoffen des Betonersatzes und ggf. aus Haftbrücke, Korrosionsschutz und Feinspachtel.

(23) Einzelschadstelle
Schadstelle mit einer Fläche $\leq$ 1 m², die nicht Bestandteil einer flächigen Instandsetzungsmaßnahme ist.

(24) Haftbrücke
Zwischenschicht zur Verbesserung der Haftung des Betonersatzes.

(25) Kohäsionsbruch
Bruch innerhalb einer Schicht.

(26) Lage
Teil einer Schicht (siehe (34)), der in einem Arbeitsgang hergestellt wird.

(27) Mindestschichtdicke
Schichtdicke des erhärteten Betonersatzsystems, die an jeder Stelle eingehalten werden muss (Ermittlungshinweis siehe (35)).

(28) Planiebeton
Flächiges, verankertes Stahlbetonbauteil zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Planiebereiche von Schleusenkammerwänden, Kajen und vergleichbaren Bauteilen.

(29) Rissbreite
An der nicht mechanisch bearbeiteten Oberfläche des Betons als Abstand der Rissufer gemessene Breite des Risses w in [mm].

(30) Rissbreitenänderung
Veränderung der Rissbreite in Abhängigkeit von der Zeit und den Einwirkungen auf das Bauwerk. Es werden drei Arten von Rissbreitenänderungen Δ w [mm] unterschieden, vgl. Tabelle 0.2:

- zyklisch niedrigfrequent (low frequent), z. B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung: Δw LFR
- zyklisch hochfrequent (high frequent), z. B. aus Verkehr: Δw HFR

- kontinuierliche Veränderung (continuous), z. B. aus Schwinden, Setzungen: ∆w CON.

(31) Rissflanken
Betonbegrenzungsflächen des Risses.

(32) Rissfüllstoff
Produkt und System zum Füllen von Rissen, Hohlräumen und Fehlstellen in Betonbauteilen, damit das statische Tragverhalten und/oder die Dauerhaftigkeit des Tragwerks erhalten oder wiederhergestellt werden. Rissfüllstoffe können entsprechend dem vorgesehenen Verwendungszweck in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Rissfüllstoffe für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, Hohlräumen und Fehlstellen in Beton (F)
  Rissfüllstoffe, die in der Lage sind, einen Verbund mit der Rissflanke zu bilden und Zug-, Druck- und Schubkräfte mit rissfüllstoffabhängigen Festigkeitseigenschaften zu übertragen (kraftschlüssig (force transmitting): F)
- Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, Hohlräumen und Fehlstellen in Beton (D)
  dehnbarer Rissfüllstoff, der nach dem Füllen in der Lage ist, einen Verbund mit der Betonflanke zu bilden und Rissbreitenänderungen aufzunehmen (dehnbar (ductile): D)
- Rissfüllstoff für quellfähiges Füllen von Rissen, Hohlräumen und Fehlstellen in Beton (S)
  Rissfüllstoff, der in der Lage ist, wiederholt durch Wasseradsorption zu quellen, wobei die Wassermoleküle physikalisch an die Moleküle des Rissfüllstoffes gebunden werden (swelling: S)
  Anmerkung: Die Verwendung quellfähiger Rissfüllstoffe wird in dieser ZTV nicht behandelt.

Weitere stoffbezogene Bezeichnungen:
P: mit reaktivem Polymerbindemittel hergestellt, z. B. Epoxidharz (EP), Polyurethan (PUR); evtl. mit zugehörigem schnellschäumendem Polyurethan (SPUR)
H: mit hydraulischem Bindemittel hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) / Zementsuspension (ZS).

(33) Rissufer
Schnittlinie von Bauteiloberfläche und Rissflanke.

(34) Schicht
Besteht aus einer oder mehreren Lagen gleicher Zusammensetzung.

(35) Schichtdicke des Betonersatzsystems
Dicke des aus einer oder mehreren Lagen bestehenden, erhärteten Betonersatzsystems. Bei rauen Untergrund- und/oder Betonersatzsystemoberflächen ist die Schichtdicke als der mittlere Abstand zwischen „Kuppe“ des Untergrunds und „Tal“ der Betonersatzsystemoberfläche definiert.

(36) Stabanker mit Verbund
Spreizdruckfreie Verankerung, bei der äußere Lasten über Verbundspannungen zwischen Ankerstab, Verfüllgut und Bohrlochwand in den Altbeton eingeleitet werden.

(37) Untergrundvorbereitung
Umfasst alle Maßnahmen zur Vorbereitung des Betonuntergrundes und der Bewehrung inklusive Fläche säubern, Fremdschichten abtragen, Beton abtragen, Bewehrung freilegen, Bewehrung entrosten, Kante herstellen, Bewehrung entfernen und Korrosionsschutzbeschichtung aufbringen.

(38) Untergrundvorbehandlung
Umfasst alle zusätzlichen Maßnahmen im Anschluss an die Untergrundvorbereitung unter Zuhilfenahme von Stoffen zur Schaffung eines für die Applikation des Instandsetzungssystems erforderlichen Untergrundes.

(39) Verbunddübel
Genormte oder bauaufsichtlich zugelassene, spreizdruckfreie Befestigungen/Ankerungen aus Stabankern im Verbund mit einer Verfüllung.

(40) Verbundfestigkeit
Im Abreiß- oder Zugversuch gemäß Anhang 1 ermittelte Zugfestigkeit innerhalb des Betonuntergrundes, des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems bzw. Verbundfestigkeit zwischen Betonuntergrund und Betonersatzsystem oder zwischen Betonuntergrund bzw. Betonersatzsystem und Oberflächenschutzsystem.

(41) Vorsatzschale
Flächiges, selbsttragendes Stahlbetonelement, welches neben der Aufgabe als Instandsetzungssystem über Platten- und Scheibentragwirkung auch Verstärkungsfunktionen für Betonbauteile übernehmen kann.

(42) Wasser haltende Nachbehandlungsmaßnahmen
Hierzu gehören u. a.:
- Belassen in der Schalung
- Aufrechterhalten einer relativen Feuchte von mindestens 95 % in der an der Oberfläche angrenzenden Luft durch Abdecken mit Folie mit ausreichend hohem Widerstand gegenüber Wasserdampfdiffusion bei Vermeidung eines Luftaustausches zwischen angrenzender Luft und Außenluft.

(43) Wasser zuführende Nachbehandlungsmaßnahmen
Hierzu gehören u. a.:
- Auflegen einer wasserspeichernden Abdeckung und Wasserzuführung bei ausreichendem Verdunstungsschutz
- Besprühen mit Wasser zum Aufrechterhalten eines Wasserfilmes auf der Oberfläche
- Fluten mit Wasser

Hinweis:
Weitere Begriffsbestimmungen siehe TR-IH, Teil 1, Abschnitt 10 und Bezugsnormen in den systemspezifischen Abschnitten 3 bis 8.

1.3 Baugrundsätze

1.3.1 Allgemeines

(44) Vor dem Aufbringen eines Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystems ist die entsprechende Bauteiloberfläche gemäß Abschnitt 2 vorzubereiten.

(45) Sollen Instandsetzungsmaßnahmen an Bauteilen durchgeführt werden, auf die bereits ein Betonersatz- und/oder Oberflächenschutzsystem aufgebracht worden ist, gilt Abschnitt 2 sinngemäß.

(46) Im Bauteil vorhandene Fugen sind beizubehalten. Durch Instandsetzungsmaßnahmen darf die Funktion von Bewegungsfugen nicht beeinträchtigt werden.

(47) Soll in einer Beton- oder Spritzbetonvorsatzschale eine äußere Dichtebene in der Bewegungsfuge angeordnet werden, ist diese – sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt – mit Kantenschutz, Elastomer-Fugenband, Klemmkonstruktion und ggf. Abdeckblech herzustellen.

(48) Leiternischen in Beton- oder Spritzbetonvorsatzschalen sind mit senkrechtem Kantenschutz herzustellen.

(49) Bei im Bauteil verbleibenden Einbauteilen ist der Korrosionsschutz sicher zu stellen.

(50) Die vollflächige Einbettung von Einbauteilen und Verankerungselementen ist sicher zu stellen. Zur Erzielung einer hinreichenden Einbettung und Dichtigkeit sind ggf. nachträglich zu verpressende Injektionsschläuche gemäß Leistungsbeschreibung einzubauen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, sind die Injektionsschläuche mit Zementsuspension gemäß Abschnitt 8 zu verpressen.

(51) Arbeitsfugen sollen horizontal oder vertikal verlaufen. Arbeitsfugen sind wasserundurchlässig auszubilden. In Wasserwechselzonen sind horizontale Arbeitsfugen in Bereichen mit über einen längeren Zeitraum anstehenden Wasserständen (bei Schleusen im Bereich des Oberwasserstandes +0,5/-1,0 m und des Unterwasserstandes ±1,0 m) nicht zulässig.

(52) Betonersatz- oder Oberflächenschutzsysteme müssen nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- Ein der Betonunterlage angepasstes Festigkeits- und Verformungsverhalten
- Ausreichender Verbund mit der Betonunterlage bzw. der einzelnen Schichten untereinander
- Keine Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit und der Dauerhaftigkeit des zu schützenden oder instand zu setzenden Bauteiles
- Hinreichender Frostwiderstand
- Schutz der Bewehrung gegen Korrosion (gilt nur für Betonersatzsysteme)
- Ausreichende Alterungs-, Volumen- und Alkalibeständigkeit
- Wasserbeständigkeit unter den jeweiligen Beanspruchungen
- Verträglichkeit der verwendeten Baustoffe untereinander
- Praxisgerechte Verarbeitungszeit, Anwendbarkeit in breiter Klimaspanne
- Baustellengerechte Verarbeitbarkeit auch bei Arbeiten in Zwangslagen
- Leichte Überarbeitbarkeit
- Geringe Verschmutzungsneigung.

1.3.2 Betondeckung

(53) Die Mindestbetondeckung c_{min} beträgt 40 mm, das Vorhaltemaß Δc beträgt 10 mm.

(54) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, beträgt bei Bauteilen mit den Expositionsklassen XD und XS die Mindestbetondeckung c_{min} 50 mm, das Vorhaltemaß Δc beträgt 10 mm.

(55) Wird bei Spritzbeton gemäß Abschnitt 4 und 5 die Oberfläche spritzrau belassen, ist die Mindestbetondeckung c_{min} um 5 mm zu erhöhen. Diese Regelung gilt nicht für Spritzmörtel.

(56) Um die Wirksamkeit zusätzlich eingelegter Bewehrung nicht zu beeinträchtigen, darf die gemäß Instandsetzungsplan vorgesehene Betondeckung (c_{min} + Δc) auch von Einzelwerten um nicht mehr als 20 mm (bei statistischer Auswertung 5% -Quantil bei 90% Annahmewahrscheinlichkeit) überschritten werden.

1.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(57) Der Auftragnehmer hat die Einhaltung der projektspezifischen Anforderungen an Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile gemäß den Vorgaben der ZTV-W LB 219 (siehe u. a. die Abschnitte 1.4, 1.6 und 3 bis 8) sowie der Leistungsbeschreibung nachzuweisen.

(58) Für die Beurteilung und Verwendung von Gesteinskörnungen, die schädliche Mengen an alkalilöslicher Kieselsäure enthalten oder bei denen diese nicht sicher auszuschließen sind, sowie für die gegebenenfalls zu ergreifenden vorbeugenden Maßnahmen ist in Ergänzung zur RL AKR der zugehörige Erlass des Bundesministeriums für Verkehr in aktueller Fassung zu beachten (siehe TR-W).

(59) Wird als vorbeugende Maßnahme gegen schädigende Alkalireaktion die Verwendung von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt (na-Zement) gewählt, ist diese Zementeigenschaft projektspezifisch nachzuweisen. Für das Na_2O-Äquivalent des Zementes müssen die Anforderungen an na-Zemente gemäß DIN 1164-10 eingehalten werden. Diese Anforderung gilt auch für Zemente, die als Rissfüllstoffe oder als Füllstoffe für Injektionsschläuche oder die für Beton, Spritzbeton, Spritzmörtel, Betonersatzsysteme, Oberflächenschutzsysteme oder Verfüllgut für Ankersysteme bei der Instandsetzung von Betonbauteilen, die alkaliempfindliche Gesteinskörnungen enthalten, verwendet werden.

(60) Das Zugabewasser muss der DIN EN 1008 entsprechen.

(61) Bei Ausgangstoffen für Beton nach DIN 1045-2 und Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551, welche durch harmonisierte europäische Normen erfasst werden, sind alle dort angeführten Leistungsmerkmale zu erklären.

(62) Hinsichtlich der Verwendbarkeit von Produkten und Systemen gemäß Abschnitt 5, 6, 7 und 8 müssen durch den Hersteller vollständige verbindliche „Angaben zur Ausführung“ aufgestellt werden. Diese Angaben sollen sicherstellen, dass unter den beschriebenen Randbedingungen die durch den Hersteller erklärten Merkmale der Instandsetzungsprodukte oder -systeme sicher am Bauwerk erreicht werden. Eine sachgerechte und fachkundige Planung und Verarbeitung wird hierbei vorausgesetzt.

1.5 Bauausführung

1.5.1 Allgemeines

(63) Der Auftragnehmer hat einen Qualitätssicherungsplan aufzustellen, der alle Maßnahmen zur Sicherung der Qualität der Ausführung beinhaltet. Dieser ist dem Auftraggeber so rechtzeitig vor der Ausführung zur Abstimmung vorzulegen, dass eine maßgebliche Einflussnahme möglich ist.

(64) Der Auftragnehmer hat die Eignung der von ihm vorgesehenen Verfahren und Stoffe im Hinblick auf die angetroffenen baulichen Verhältnisse zu prüfen, von der Verwendung nicht geeigneter Verfahren und Stoffe ist abzusehen.

(65) In Auslegung der Regelungen gemäß VOB/B § 4 Abs. 3 hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber Bedenken unverzüglich schriftlich mitzuteilen, wenn die baulichen Verhältnisse oder die vorgesehene Art der Ausführung eine bestimmungsgemäße Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der vorgesehenen Instandsetzungsmaßnahmen nicht ermöglichen.

1.5.2 Anforderungen an ausführende Unternehmen und Personal

(66) Der Auftragnehmer und alle von ihm einbezogenen Nachunternehmer müssen hinsichtlich der Anforderungen an Personal und Ausstattung die Regelungen gemäß RL SIB Teil 3, Abschnitt 1 erfüllen.

(67) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder kunststoffmodifizierten Baustoffen muss der Kolonnenführer die Bescheinigung des Ausbildungsbeirates „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (sog. „SIVV-Schein“) oder einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis vor Ausführungsbeginn vorlegen.

(68) Der Kolonnenführer muss während der Durchführung der Arbeiten ständig am Ort der Ausführung anwesend sein.

1.5.3 Angaben zur Ausführung

(69) Die Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 5, 6, 7 und 8 muss nach den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ der Hersteller erfolgen.

1.5.4 Äußere Bedingungen

(70) Müssen Instandsetzungsmaßnahmen bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind wirksame Schutzeinrichtungen gemäß Anhang 9 vorzusehen.

(71) Instandsetzungsmaßnahmen dürfen nur ausgeführt werden, wenn die jeweiligen material- und verarbeitungsbedingten Grenzwerte eingehalten werden.

(72) Beim Aufbringen von Betonersatz- und Oberflächenschutzsystemen sowie bei Verwendung von Rissfüllstoffen und in angemessenem Zeitraum danach müssen für die Temperatur von Untergrund und unmittelbar überlagernder Luftschicht folgende Randbedingungen eingehalten werden, sofern in verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers oder vergleichbaren Ausführungsanweisungen nicht weitergehende Forderungen erhoben werden:

- Zementgebundene Stoffe (auch mit Kunststoffzusatz): Kleinstwert 5 °C / Größtwert 30 °C
- Kunststoffgebundene Stoffe, Hydrophobierungen: Kleinstwert 8 °C / Größtwert 30 °C

Diese Forderungen gelten auch für einzelne Arbeitsgänge zur Herstellung von Teilen der Betonersatz- und Oberflächenschutzsysteme sowie bei Verwendung von Rissfüllstoffen. Reaktionswärmebedingte Temperaturerhöhungen sich dabei nicht zu berücksichtigen.

1.5.5 Nachbehandlung und Schutz

1.5.5.1 Allgemeines

(73) Sofern für die einzelnen Betonersatz- und Oberflächenschutzsysteme und Rissfüllstoffe in den jeweiligen Abschnitten der ZTV-W LB 219 nichts anderes geregelt ist, gelten die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers.

1.5.5.2 Betonersatz

Nachbehandlung

(74) Bei wasserzuführenden Nachbehandlungsmaßnahmen ist eine schnelle Abkühlung der mit Wasser beaufschlagten Flächen zu vermeiden. Die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche des Betonersatzes und dem zugeführten Wasser darf 15 K, bei Fluten 10 K, nicht überschreiten.

Schutz

(75) Der Betonersatz ist bis zur ausreichenden Erhärtung vor schädlichen Einwirkungen wie beispielsweise fließendem Wasser, drückendem Wasser oder Stößen zu schützen.

(76) Die Temperatur im Betonersatz nach den Abschnitten 3 bis 6 muss solange über 5 °C bleiben, bis die Druckfestigkeit des Betonersatzes mindestens 5 N/mm² beträgt. Ist mit Frosteinwirkung zu rechnen, muss der Betonersatz vor Wasserzutritt geschützt werden, wasserzuführende Maßnahmen zur Nachbehandlung sind in diesem Fall nicht zulässig.

1.6 Qualitätssicherung

1.6.1 Qualitätssicherung durch den Auftragnehmer

1.6.1.1 Grundsätze

(77) Das Einhalten der vertraglichen Anforderungen an die Herstellung, Eigenschaften und Verarbeitung von Baustoffen, Baustoffsystemen und Bauteilen und an die fertige Leistung ist durch eine Qualitätssicherung sicherzustellen, die aus

- der Qualitätssicherung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile,
- der Qualitätssicherung der Ausführung

besteht.

(78) Der Auftragnehmer ist für die ordnungsgemäße Durchführung der Qualitätssicherung verantwortlich und hat sicherzustellen, dass nur Produkte eingesetzt werden, die nachweislich einer solchen Qualitätssicherung unterliegen.

(79) Art und Umfang der Qualitätssicherung und die Anforderungen an die Beschaffenheit und die projektspezifischen Merkmale der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile sind in der Leistungsbeschreibung, den jeweiligen technischen Spezifikationen (z. B. DIN-Normen) und den baustoffspezifischen Abschnitten 3 bis 8 festgelegt.

(80) Der Auftragnehmer hat die Einzelheiten der vertraglich geschuldeten Prüfungen und die Dokumentation der Prüfergebnisse im Rahmen der Qualitätssicherung mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(81) Prüf- und Überwachungsstellen müssen für den jeweiligen Anwendungsbereich anerkannt sein.

1.6.1.2 Qualitätssicherung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

1.6.1.2.1 Nachweis der Verwendbarkeit

(82) Die Verwendbarkeit der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile für den Bereich des Verkehrswasserbaus ist rechtzeitig vor Beginn der Bauausführung nachzuweisen. Ergänzende Anforderungen der Leistungsbeschreibung und der spezifischen Abschnitte 2 bis 8 sind hierbei zu berücksichtigen. Bei allen Nachweisen der Verwendbarkeit sind die besonderen Anforderungen des Verkehrswasserbaus in angemessener Weise zu berücksichtigen.

(83) Die Verwendbarkeit von Baustoffen, Baustoffsystemen, Bauverfahren und Bauteilen gemäß Abschnitt 3 und 4 für den vorgesehenen Verwendungszweck unter den Randbedingungen der Baustelle entsprechend den vertraglichen Anforderungen ist vom Auftragnehmer durch eine Erst- bzw. Eignungsprüfung nachzuweisen.

(84) Die Verwendbarkeit von Baustoffen und Baustoffsystemen gemäß Abschnitt 5, 6, 7 und 8 für den vorgesehenen Verwendungszweck ist vom Auftragnehmer gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 nachzuweisen. Bei beiden Vorgehensweisen kann der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen alternativ auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle[4] geführt werden, sofern diese die geforderten Merkmale und Anforderungen vollumfänglich sicherstellt.

[4] *Die nach Art. 40 BauPVO qualifizierte Stelle ist für Deutschland das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt).*

1.6.1.2.2 Nachweis der Übereinstimmung, Übereinstimmungsbestätigung

(85) Bei Vorgehensweise 1 ist der Nachweis der Übereinstimmung der zur Verwendung vorgesehenen Baustoffe und Baustoffsysteme gemäß Abschnitt 5, 6, 7 und 8 mit den im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen und Baustoffsystemen vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch Übereinstimmungsnachweise gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren. Wird der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle[4] geführt, ist der Nachweis der Übereinstimmung damit erbracht.

1.6.1.2.3 Angaben zur Ausführung

(86) Für werkmäßig hergestellte Baustoffe und Baustoffsysteme sind vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers beizubringen, welche in Aufbau und Inhalt den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen müssen. Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

1.6.1.3 Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung

1.6.1.3.1 Allgemeines

(87) Die Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen nach ZTV-W LB 219 muss einer Überwachung unterliegen. Diese besteht in jedem Fall aus der Überwachung durch das ausführende Unternehmen (RL SIB Teil 3, Abschnitt 2.2) und der Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle (RL SIB Teil 3, Abschnitt 2.3).

(88) Der Auftraggeber behält sich vor, an den Prüfungen teilzunehmen. Dem Auftraggeber ist rechtzeitig Gelegenheit zu geben, an der Prüfung teilzunehmen.

(89) Der Auftragnehmer hat der Überwachungsstelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

(90) Die Ergebnisse der Überwachung der Ausführung sind zu dokumentieren, dem Auftraggeber unverzüglich vorzulegen und zusätzlich dem Auftraggeber zu übergeben, sofern er nicht ganz oder teilweise auf die Übergabe verzichtet. Werden Abweichungen von den vertraglichen Anforderungen festgestellt, so ist der Auftraggeber sofort zu informieren. Die Ursachen sind nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber umgehend zu beseitigen.

(91) Die Prüfungen der fertigen Leistung umfassen, soweit erforderlich,
- die Probenahme und Kennzeichnung,
- das Schließen der Probenahmestellen,
- das Lagern der Proben,
- das versandfertige Verpacken der Proben,
- den Transport der Proben zum Labor,
- das Vorhalten der Prüfgeräte einschließlich Zubehör und Hilfsmittel,
- das Durchführen der Prüfung,
- das Abfassen des Prüfberichtes,
- das Lagern der Rückstellproben,
- das umweltgerechte Entsorgen des Probenmaterials.

(92) Zerstörende Prüfungen am Bauwerk oder an Bauteilen bedürfen der vorherigen Zustimmung des Auftraggebers.

(93) Die Prüforte und die Entnahmestellen von Proben am Bauwerk sind lage- und höhenmäßig unter Angabe von Probenummer und Entnahmedatum zu dokumentieren.

(94) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, ist bei Betonersatzsystemen die Schichtdicke an der Mantelfläche eines Bohrkerns als Mittelwert aus mindestens 4 Einzelwerten zu ermitteln.

(95) Die Aufzeichnungen und Auswertungen der Überwachung sind mindestens bis zum Ablauf der Verjährungsfrist für die Mängelansprüche aufzubewahren und zusätzlich dem Auftraggeber zu übergeben, sofern er nicht ganz oder teilweise auf die Übergabe verzichtet.

1.6.1.3.2 Überwachung durch das ausführende Unternehmen

(96) Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen sind in den Abschnitten 2 bis 8 geregelt und in Anhang 8 tabellarisch zusammengefasst.

(97) Während der Bauausführung sind die Aufzeichnungen und Auswertungen auf der Baustelle vorzuhalten. Sie sind dem Auftraggeber unverzüglich vorzulegen. Die in den jeweiligen technischen Spezifikationen dafür vorgesehenen Formblätter sind zu verwenden.

1.6.1.3.3 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle

(98) Der Auftragnehmer hat mit einer anerkannten Überwachungsstelle einen Überwachungsvertrag abzuschließen. Das Recht des Auftraggebers auf Einsicht in bzw. Auskunft über sämtliche Unterlagen ist hierbei sicherzustellen. Der Überwachungsvertrag ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(99) Die Bestätigung der Baustellenmeldung durch die anerkannte Überwachungsstelle ist dem Auftraggeber nach Auftragserteilung unverzüglich zu übergeben.

(100) Jede Baustelle ist während der Bauausführung mindestens einmal vor Ort und grundsätzlich ohne vorherige Ankündigung zu überwachen. Bei länger andauernden Baustellen sind weitere Überprüfungen vor Ort in angemessenen Zeitabständen durchzuführen.

(101) Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass ihm die anerkannte Überwachungsstelle alle Überwachungsberichte (inklusive aller Zwischenberichte) jeweils zeitnah zum Zeitpunkt der Durchführung der Überwachung übergibt. Der Auftragnehmer hat eine Ausfertigung aller Berichte unverzüglich an den Auftraggeber weiterzuleiten.

(102) Die Baustelle ist gemäß RL SIB Teil 3, Abschnitt 2.3.5, zu kennzeichnen.

1.6.2 Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber

(103) Kontrollprüfungen werden vom Auftraggeber veranlasst und durchgeführt, um festzustellen, ob die Güteeigenschaften der Baustoffe, Baustoffsysteme und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Die Ergebnisse der Kontrollprüfungen werden der Abnahme zugrunde gelegt.

(104) Die Probenahmen sowie die Prüfungen, die auf der Baustelle erfolgen, werden in Anwesenheit des Auftragnehmers durchgeführt. Sie finden auch in Abwesenheit des Auftragnehmers statt, wenn dieser den rechtzeitig bekanntgegebenen Termin nicht wahrnimmt.

(105) Der Auftraggeber darf Rückstellproben nehmen.

(106) Die Kosten der Kontrollprüfungen trägt der Auftraggeber.

1.6.3 Zusätzliche Kontrollprüfungen

(107) Der Auftragnehmer darf zusätzliche Kontrollprüfungen verlangen, wenn er vermutet, dass das Ergebnis einer vom Auftraggeber durchgeführten Kontrollprüfung nicht kennzeichnend für die zugeordnete Leistung ist. Die Orte für die Entnahme und die zuzuordnenden Teilleistungen bestimmen Auftragnehmer und Auftraggeber gemeinsam

(108) Das Recht des Auftraggebers, nach eigenem Ermessen weitere Kontrollprüfungen auf seine Kosten durchzuführen, bleibt unberührt.

1.6.4 Überwachungs- und Zutrittsrechte

(109) Die Überwachungs- und Zutrittsrechte des Auftraggebers gemäß VOB/B § 4 Abs. 1 Nr. 2 erstrecken sich auch auf Betriebsstätten der Nachunternehmer und auf Herstell- bzw. Lieferwerke von Bauteilen, Beton und Spritzbeton. Der Auftragnehmer hat dies sicherzustellen.

(110) Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass das Recht des Auftraggebers zur Einsichtnahme in Unterlagen gemäß VOB/B § 4 Abs. 1 Nr. 2 bezogen auch auf die Nachunternehmer sowie auf die Hersteller und Lieferanten effektiv wahrgenommen werden kann.

1.7 Zustandsfeststellung, Abstimmung, Abnahme

(111) Vor der Durchführung von Arbeitsschritten, durch die Teile der Leistung der Prüfung und Feststellung entzogen werden, ist dem Auftraggeber rechtzeitig und in Textform Gelegenheit zu geben, die gemeinsame Feststellung des Zustandes gemäß VOB/B § 4 Abs. 10 zu verlangen.

(112) Diese Feststellung des Zustandes ist keine Abnahme nach VOB/B § 12. Sie entbindet den Auftragnehmer nicht von seiner Prüf- und Hinweispflicht nach VOB/B § 4 Abs. 3.

(113) Für die Prüfung und Feststellung fertiggestellter Teilleistungen und der Gesamtleistung durch den Auftraggeber ist die Zugänglichkeit durch den Auftragnehmer sicherzustellen. Eine besondere Vergütung der hierfür erforderlichen Leistungen erfolgt nicht.

(114) Abstimmungen mit dem Auftraggeber z. B. zum Einsatz bestimmter Verfahren oder Baustoffe schränken die Verantwortung des Auftragnehmers für die Mängelfreiheit des Werks nicht ein.

(115) Vor Abnahme der Baumaßnahme gemäß VOB/B § 12 sind dem Auftraggeber vom Auftragnehmer folgende Unterlagen zu übergeben:

- die Aufzeichnungen und Auswertungen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- die Lieferscheine
- der Abschlussbericht der anerkannten Überwachungsstelle (inklusive aller Zwischenberichte)
- die Zusammenstellung und statistische Auswertung der Prüfergebnisse zum Nachweis der Konformität der Baustoffe und Baustoffsysteme.

2 Untergrundvorbereitung

2.1 Allgemeines

(116) Die Untergrundvorbereitung umfasst alle erforderlichen Maßnahmen zur Erzielung eines für die geplante Instandsetzungsmaßnahme geeigneten Betonuntergrundes und eines geeigneten Bewehrungszustandes.

(117) Zur Untergrundvorbereitung gehören u. a.

- das Säubern von Flächen
- das Abtragen von Fremdschichten
- der gemäß Instandsetzungsplan vorgegebene sowie ggf. der aufgrund des vorgefundenen Bauteilzustandes darüber hinaus erforderliche Betonabtrag
- die Freilegung und die Entrostung von Bewehrung je nach gewähltem Instandsetzungsverfahren gemäß TR-IH Teil 1
- das Herstellen von Kanten zur Begrenzung von Instandsetzungsbereichen
- das Entfernen von Bewehrung gemäß Instandsetzungsplan.

(118) Der Auftragnehmer hat durch die Wahl geeigneter Verfahren und Geräte im Rahmen der vertraglichen Vorgaben sicherzustellen, dass durch die Untergrundvorbereitung die Eigenschaften und die Qualität des Betonuntergrundes und der Bewehrung sowie deren Funktionsfähigkeit nicht nachteilig verändert werden.

(119) Abweichungen vom Instandsetzungsplan hinsichtlich Ort und Umfang der Abtragsflächen sowie der Abtragstiefe bedürfen der vorherigen Zustimmung des Auftraggebers. Ein flächiger Betonabtrag über das vertraglich vereinbarte Maß hinaus ist unzulässig.

2.2 Baugrundsätze

2.2.1 Allgemeines

(120) Nachteilige Veränderungen des Betonuntergrundes und der freigelegten Bewehrung in der Zeit zwischen Abschluss der Untergrundvorbereitung und Auftrag des Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystems sind zu verhindern bzw. zu beseitigen.

(121) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind die instand zu setzenden Bereiche mit gerade verlaufenden Kanten zu begrenzen. Die Ausbruchufer sind bis in eine Tiefe von etwa 10 mm annähernd senkrecht zur Bauteiloberfläche und im weiteren Verlauf schräg unter etwa 45° auszuführen.

(122) Die vorbereiteten Bereiche müssen eine geeignete Form haben, die einen einwandfreien Einbau sowie eine ausreichende Verdichtung und Entlüftung zulassen.

(123) Bei unplanmäßigen Bau- oder Bauteilzuständen (z. B. zu weitgehender Betonabtrag oder Beschädigung der Bewehrung, unerwartete Fehlstellen oder Risse im Beton, unerwartete Korrosion der Bewehrung, unplanmäßige Betondeckung, unerwartetes Antreffen von z. B. verzinkter oder kunststoffbeschichteter Betonstahlbewehrung oder von Spannstahlbewehrung) ist unverzüglich der Auftraggeber zu informieren und das weitere Vorgehen abzustimmen.

2.2.2 Betonuntergrund

(124) Der Betonuntergrund ist so vorzubereiten, dass zwischen dem aufzubringenden Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem und dem Betonuntergrund ein fester und dauerhafter

Verbund erzielt wird. Dazu muss der Betonuntergrund nach Abschluss der Untergrundvorbereitungsmaßnahmen

- frei sein von losen und minderfesten Teilen,
- frei sein von etwa parallel zur Oberfläche oder schalenförmig im oberflächennahen Bereich verlaufenden Rissen oder Ablösungen,
- frei sein von Hohllagen,
- frei sein von scharfen Schalungskanten und Graten,
- frei sein von verbundmindernden Stoffen wie z. B. Altbeschichtungen, Trennmitteln, Gummiabrieb, Ausblühungen, Öl oder Bewuchs,
- eine dem aufzubringenden Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem angepasste Rauheit aufweisen und
- eine ausreichende Abreißfestigkeit für das aufzubringende Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem aufweisen.

(125) Im Beton vorhandene Fehl- bzw. Hohlstellen müssen hinreichend geöffnet und ausgearbeitet sein.

(126) Die gemäß Leistungsbeschreibung für die jeweilige Instandsetzungsmaßnahme erforderliche Rautiefeklasse gemäß TR-IH Teil 1 ist einzuhalten. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, müssen bei Betonuntergrund für Betonersatz oberflächennahe, fest eingebettete Gesteinskörner mit einem Durchmesser > 4 mm nach Abschluss der Untergrundvorbereitung kuppenartig frei liegen.

2.2.3 Vorhandene Bewehrung

(127) Nach Abschluss der Untergrundvorbereitung müssen lose Korrosionsprodukte an freiliegender Bewehrung und ggf. an freiliegenden Einbauteilen entfernt sein.

(128) Stahloberflächen sind so zu behandeln, dass im gesamten freigelegten Bereich mindestens ein Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 nach DIN EN ISO 8501-1 oder Wa 2 nach DIN EN ISO 8501-4 erreicht wird, auch wenn das optische Bild nicht den fotografischen Vergleichsmustern in DIN EN ISO 8501 entspricht. Dabei ist DIN EN ISO 12944-4 sinngemäß zu beachten.

Anmerkung: Bei Kleinflächen ist eine Oberflächenvorbereitung von Hand und maschinelle Oberflächenvorbereitung entsprechend St 2 zulässig.

(129) Bewehrung darf nur nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber entfernt werden.

(130) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion zur Entrostung der Bewehrung nur Hochdruckwasserstrahlen (HDW) zulässig.

2.3 Bauausführung

2.3.1 Allgemeines

(131) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor Beginn der Untergrundvorbereitung ein Ausführungskonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor dem Beginn der Ausführungsarbeiten ein Ausführungsplan zur Abstimmung vorzulegen. Ausführungskonzept und Ausführungsplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplans gemäß Abschnitt 1.5.1.

(132) Das Ausführungskonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Vorgesehene Untergrundvorbereitungsverfahren und -geräte
- Bauteilverzeichnis mit Ziel der Untergrundvorbereitung
- Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen bzw. zulässigen Abtragstiefen
- Schutzmaßnahmen für Personen und Umgebung
- Fördern und Entsorgen von Abbruchgut, Behandlung des anfallenden Wassers aus dem Abbruchvorgang, ggf. Neutralisation
- Abbruchanweisung gemäß den berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften.

(133) Der Ausführungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Zeitplan der Ausführung
- Bauteilplan mit Angabe des Ziels der Untergrundvorbereitung (weitere Detaillierung des Ausführungskonzeptes, Geräteangaben, Bauteilverzeichnis)
- Personalplan
- Maßnahmen zum Schutz vorbehandelter Flächen bis zum Auftrag des Betonersatz- bzw. Oberflächenschutzsystems
- Maßnahmenplan bei Vorfinden bzw. Eintreten unplanmäßiger Bau- oder Bauteilzustände.

(134) Vor Beginn und nach Abschluss der Untergrundvorbereitung hat der Auftragnehmer die zu bearbeitenden Flächen im Beisein des Auftraggebers visuell auf Risse, Fehlstellen, Bewehrungskorrosion, Wasseraustritt und sonstige Auffälligkeiten hin zu untersuchen. Die instand zu setzenden Flächen sind ggf. vor der Besichtigung von Schmutz oder anhaftenden Stoffen zu reinigen. Weicht der vorgefundene Bauteilzustand von den dem Instandsetzungsplan zugrundeliegenden Annahmen zum Bauteilzustand ab, entscheidet der Auftraggeber über die weitere Vorgehensweise.

2.3.2 Verfahren für die Untergrundvorbereitung

(135) Werden während der Ausführung Auffälligkeiten hinsichtlich der Zweckmäßigkeit des ausgewählten Vorbereitungsverfahrens erkannt, ist der Auftraggeber unverzüglich zu informieren.

(136) Bei allen Verfahren zur Untergrundvorbereitung, die zu Gefügestörungen im oberflächennahen Bereich des verbleibenden Altbetons führen können, wie beispielsweise beim Stemmen, Klopfen, Fräsen o. ä., sind die behandelten Flächen mit geeigneten Verfahren (Strahlen mit festen Strahlmitteln, Hochdruckwasserstrahlen) nach zu bearbeiten.

(137) Wird Druckluft als Verfahren oder Bestandteil eines Verfahrens zur Untergrundvorbereitung eingesetzt, muss der Restölgehalt $\leq$ 0,01 ppm betragen.

(138) Flammstrahlen als Verfahren zur Untergrundvorbereitung ist nicht zulässig.

(139) Die Vorbereitung des Betonuntergrundes mit chemischen Verfahren ist nicht zulässig.

2.3.3 Beschichtung der Bewehrung

(140) Bei Anwendung des Instandsetzungsprinzip 7 „Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität“ nach TR-IH Teil 1 ist keine zusätzliche Korrosionsschutzbeschichtung der Bewehrung vorzusehen.

2.3.4 Säubern der Auftragsfläche

(141) Die Auftragsflächen sind unmittelbar vor dem Aufbringen einer nachfolgenden Lage oder Schicht von Wasser, Salzablagerungen, Staub, losen Teilen und ähnlichen Verunreinigungen zu säubern.

2.3.5 Abreißfestigkeit

(142) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, muss die Abreißfestigkeit des Betonuntergrundes nach Abschluss der Untergrundvorbereitung den Werten der Tabelle 2.1 entsprechen.

Tabelle 2.1: Anforderungen an die Abreißfestigkeit des Betonuntergrundes nach Abschluss der Untergrundvorbereitung

	1	2		3	4
	System			Mittelwert	Kleinster Einzelwert
				N/mm²	N/mm²
1	Beton (Abschnitt 3)	unbewehrt		≥ 1,5	≥ 1,0
2		verankert, bewehrt		keine Anforderung	keine Anforderung
3	Spritzbeton (Abschnitt 4)	verankert, bewehrt		keine Anforderung	keine Anforderung
4	Spritzmörtel/ Spritzbeton (Abschnitt 5)	unverankert, unbewehrt	S-A2, SRM-A2, SRC-A2	≥ 0,8	≥ 0,5
5			S-A3, SRM-A3, SRC-A3	≥ 1,2	≥ 0,8
6			S-A4, SRM-A4, SRC-A4	≥ 1,5	≥ 1,0
7			S-A5, SRM-A5, SRC-A5	≥ 2,5	≥ 2,0
8	Betonersatz im Handauftrag (Abschnitt 6)	unverankert, unbewehrt	M-A4, RM-A4, RC-A4	≥ 1,5	≥ 1,0
9			M-A5, RM-A5, RC-A5	≥ 2,5	≥ 2,0
10	OS (Abschnitt 7)	OS 1 (OS A)		keine Anforderung	keine Anforderung
11		OS 4 (OS C)		≥ 1,3	≥ 0,8
12		OS 5 (OS D)	ohne Feinspachtel	≥ 1,0	≥ 0,6
13			mit Feinspachtel	≥ 1,3	≥ 0,8

(143) Werden die Werte der Tabelle 2.1 ganzflächig oder in Teilbereichen nicht erreicht, entscheidet der Auftraggeber über die weitere Vorgehensweise.

2.4 Qualitätssicherung

(144) Die Abreißfestigkeit des Betonuntergrundes nach Abschluss der Untergrundvorbereitung ist je angefangene 250 m² Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Bauteil, an einem Satz von 5 gleichmäßig über die zu bewertende Fläche verteilten Einzelprüfungen gemäß Anhang 1, Abschnitt A1.3.2, zu bestimmen und zu bewerten. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen. Die Prüfprotokolle sind dem Auftraggeber unverzüglich vorzulegen.

(145) Wird ein Einzelwert unterhalb des kleinsten zulässigen Einzelwertes gemäß Tabelle 2.1 gefunden, ist durch mindestens 2 Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu etwa 1 m) festzustellen, ob es sich um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlich ermittelten Werte hinreichend, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Wird der zunächst gefundene Wert bestätigt, ist durch ein geeignetes Flächenraster der Bereich mit geringeren Abreißfestigkeiten einzugrenzen.

2.5 Zustandsfeststellung, Abstimmung, Abnahme

(146) Ergänzend zu (111) darf mit dem Aufbringen des vorgesehenen Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystems erst nach Zustandsfeststellung gemäß VOB/B § 4 Abs. 10 durch den Auftraggeber begonnen werden.

3 Beton

3.1 Allgemeines

(147) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton mit Schichtdicken zwischen 90 und 800 mm, sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart. Bei Einzelschadstellen sind Abweichungen zulässig.

(148) Für Fertigteile gelten die Anforderungen dieses Abschnittes sinngemäß.

(149) Es gelten DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA und DIN 1045-1, DIN 1045-2 (Umsetzung DIN EN 206-1 in Deutschland) sowie DIN 1045-3 (Umsetzung DIN EN 13670 in Deutschland), sofern die ZTV-W LB 219 keine abweichenden Regelungen enthalten.

(150) Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton sind der Planungsklasse PK-S, der Betonklasse BK-S und der Ausführungsklasse AK-S und damit der Betonbauqualitätsklasse BBQ-S gemäß DIN 1045-1000 zuzuordnen. Dabei sind sämtliche Anforderungen der Planungsklasse PK-E, der Betonklasse BK-E und der Ausführungsklasse AK-E und damit der Betonbauqualitätsklasse BBQ-E einzuhalten.

(151) Das vorläufige Betonbaukonzept gemäß DIN 1045-1000 ist Bestandteil der Leistungsbeschreibung. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, schreibt der Auftragnehmer das vorläufige Betonbaukonzept in seiner Verantwortung fort und stimmt das Betonbaukonzept mit dem Auftraggeber ab. Änderungen gegenüber dem vorläufigen Betonbaukonzept sind transparent darzustellen und abstimmungspflichtig. Auswirkungen auf einzelne Vertragsleistungen sind darzustellen (z. B. Wechselwirkungen auf die Bewehrungsmenge, Transportbeton, Arbeitsfugen).

(152) Die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ (RL MB) darf bei Schichtdicken $\geq$ 300 mm sinngemäß angewendet werden, wenn Zwang und Eigenspannungen in besonderer Weise zu berücksichtigen sind (z. B. bei flächenhaft gezwängten Bauteilen wie Vorsatzschalen).

3.2 Anwendungsbereich

(153) Mit Beton dürfen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sofern der Beton für die dem Bauteil zugeordneten Expositionsklassen und die zugeordnete Altbetonklasse geeignet ist.

3.3 Baugrundsätze

3.3.1 Allgemeines

(154) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, muss der Beton bei flächigem Auftrag zur Sicherstellung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden.

(155) Sofern die Abreißfestigkeiten des Betonuntergrundes den Anforderungen gemäß Tabelle 2.1, Zeile 1, genügen, dürfen Einzelschadstellen in horizontalen Flächen bei entsprechendem Nachweis in vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber ohne Verankerung und Bewehrung ausgeführt werden.

3.3.2 Vorsatzschalen für Schleusenkammerwände und vergleichbare Bauteile

(156) Bei flächigen Bauteilen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung gemäß DIN 19702 darf gemäß DIN EN 1992-1-1 Adhäsionsverbund zwischen Instandsetzungssystem und Altbeton nicht angesetzt werden.

(157) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist bei Bauteilen, bei denen sich hinter dem Instandsetzungssystem ein Wasserdruck einstellen kann, zwischen Betonuntergrund und Instandsetzungssystem der maximal mögliche innere Wasserdruck (Riss- und Porenwasserdruck) gemäß DIN 19702 anzusetzen.

(158) Bei Vorsatzschalen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung (156), oder bei denen ein innerer Wasserdruck zwischen Betonuntergrund und Vorsatzschale anzusetzen ist (157), ist die Bewehrung beidseitig anzuordnen.

(159) Die Dicke der Vorsatzschale ist so zu wählen, dass hinreichend Raum für das Einbringen und Verdichten des Frischbetons zur Verfügung steht. Die Mindestdicke der Vorsatzschale bei beidseitig angeordneter Bewehrung beträgt 300 mm.

(160) Müssen zusätzlich Fugenbänder in die Vorsatzschale eingebaut werden, sind diese mit einer angepassten Bewehrung einzufassen.

(161) Die Vorsatzschale ist als direkt belastetes Bauteil und als Bestandteil des Gesamttragwerks für alle maßgebenden Einwirkungen zu bemessen. Dazu gehören die Nachweise für die Verankerung, die Bemessung der Bewehrung in der Schale und bei Erfordernis der Nachweis der Schubkraftübertragung in der Arbeitsfuge zwischen Beton und Betonuntergrund. Um jeden Anker als Prüfanker verwenden zu können, ist bei der Bemessung der Verankerung im Altbeton zu berücksichtigen, dass die Ankerstäbe mindestens $F_{Prüf}$ nach Anhang 2 aufnehmen müssen.

(162) In der Vorsatzschale ist zur Begrenzung der Rissbildung infolge Zwang aus Temperatur-, Schwind- und anderen Einflüssen eine Mindestbewehrung anzuordnen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, beträgt die zulässige charakteristische Rissbreite w_k = 0,25 mm. Erfolgen keine genaueren Untersuchungen, hat die Bemessung der Mindestbewehrung für zentrischen Zwang nach DIN EN 1992-1-1 / DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 7.3.2, zu erfolgen. Von dem damit ermittelten Bewehrungsanteil sind bei beidseitig angeordneter Bewehrung zwei Drittel an der Schalenvorderseite und ein Drittel an der dem Betonuntergrund zugewandten Schalenrückseite anzuordnen.

(163) Können die Festigkeitseigenschaften des Betonuntergrunds zum Zeitpunkt der Instandsetzung mindestens einer Festigkeitsklasse C12/15 nach DIN 1045-2 zugeordnet werden, ist das Ankersystem zur Verankerung der Vorsatzschale frei wählbar, sofern die Aufnahme der Ankerkräfte rechnerisch nachgewiesen werden kann. Bei geringeren Festigkeiten des Betonuntergrunds dürfen nur Stabanker mit Verbund oder Verbunddübel verwendet werden. Alle Ankersysteme müssen nachweislich dauerhaft bei Wasserbeaufschlagung sein.

(164) Die Einbindetiefen und Ankerlängen sind vor Beginn der Bohr- und Ankerarbeiten anhand von Ausziehversuchen vor Ort gemäß Anhang 2 zu überprüfen bzw. festzulegen (Eignungsprüfung). Die Anzahl der Versuche richtet sich nach der Größe des Bauvorhabens, dem potentiellen Risiko beim Versagen der Anker im Betrieb und den Festigkeitsverhältnissen im Altbeton. Sofern

in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind mindestens 5 Versuchsanker auszuführen.

(165) Zur Kontrolle der Ausführungsqualität sind vom Auftragnehmer Prüfungen nach Anhang 2 im Beisein des Auftraggebers durchzuführen. Die Auswahl der zu prüfenden Anker muss repräsentativ für das Bauteil sein und nach Abschluss der Ankerarbeiten in vorheriger Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer festgelegt werden. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind pro Bauteil 2 % aller erforderlichen Anker, mindestens jedoch 5 Stück gemäß Anhang 2 zu prüfen. Gibt es für das gewählte Ankersystem eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Europäische Technische Bewertung und sind die darin enthaltenen Prüfvorgaben strenger, so sind diese ebenfalls zu erfüllen. Die beprobten Versuchsanker können nach erfolgreicher Ankerprüfung als Bauwerksanker verwendet werden.

(166) Bei der Wahl des Füllgutes für die Anker ist der Feuchtezustand im Bohrloch zu berücksichtigen.

(167) Die Bohrlöcher für den Ankereinbau sind vor dem Einsetzen der Anker zu säubern und von losen Bestandteilen zu beräumen. Bei einer Zementmörtelverfüllung soll die Bohrlochachse mindestens 15° zur Horizontalen geneigt sein, so dass ein sicheres Füllen des Bohrlochs mit Mörtel erfolgen kann.

3.3.3 Planiebereiche von Schleusenkammerwänden, Kajen und vergleichbaren Bauteilen

(168) Für die Instandsetzung von Schleusenkammerwänden, -häuptern, Kajen und vergleichbaren Bauteilen mit einem Planiebeton gelten folgende Regelungen:

- Die Schichtdicke des Planiebetons muss mindestens 0,2 m betragen. Schichtdicken größer als 0,4 m sind im Hinblick auf die Beanspruchung aus Zwang zu vermeiden.
- Der Planiebeton ist mit einer oberseitig anzuordnenden Bewehrung zu versehen und über Anker mit dem Altbeton zu verbinden.
- Bei der Bemessung von Verankerung und Bewehrung sind mindestens die Einwirkungen aus frühem Zwang zu berücksichtigen.

3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

3.4.1 Allgemeines

(169) Das Verfüllgut für Ankersysteme muss für die gegebenen Einwirkungen geeignet und dauerhaft wasserbeständig sein. Es kann bestehen aus

- Zementmörtel (Mörtel gemäß RL Trockenbeton oder Vergussmörtel gemäß RL Vergussbeton),
- Mörtelsystemen mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse.

(170) Die Ankerstäbe für Ankersysteme bestehen aus

- Betonstahl nach DIN 488,
- genormten oder bauaufsichtlich zugelassenen Gewindestangen oder
- genormtem oder bauaufsichtlich zugelassenem Baustahl.

(171) Das für den Beton maßgebende Anforderungsprofil ergibt sich aus DIN 1045-2 und ggf. RL MB sowie den nachstehenden zusätzlichen Anforderungen. Dabei sind die Anforderungen für alle dem Bauteil gemäß Tabelle 0.2 zugeordneten Expositionsklassen einzuhalten.

3.4.2 Betonausgangsstoffe

(172) Sofern nicht anders festgelegt, dürfen nur Ausgangsstoffe verwendet werden, welche als allgemein geeignet oder geeignet gemäß DIN 1045-2 angeführt sind.

(173) Für nicht genormte Ausgangsstoffe sind dem Auftraggeber allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder europäische technische Zulassungen vorzulegen. Die Verwendung derartiger Stoffe bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers.

(174) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen folgende Zemente nach DIN EN 197-1 und DIN 1164-10 gemäß den Vorgaben der DIN 1045-2, Tabellen F.3 und F.4, verwendet werden:

- CEM I
- CEM II/A-S, CEM II/B-S
- CEM II/A-D
- CEM II/A-P, CEM II/B-P
- CEM II/A-V, CEM II/B-V
- CEM II/A-T, CEM II/B-T
- CEM II/A-LL
- CEM II/A-M (S-D), CEM II/A-M (S-T), CEM II/A-M (S-LL), CEM II/A-M (D-T), CEM II/A-M (D-LL), CEM II/A-M (T-LL)
- CEM II/A-M (S-V), CEM II/A-M (V-T), CEM II/A-M (V-LL)
- CEM II/A-M (S-P), CEM II/A-M (S-Q), CEM II/A-M (D-P)
- CEM II/A-M (D-V), CEM II/A-M (D-Q), CEM II/A-M (P-V)
- CEM II/A-M (P-T), CEM II/A-M (P-Q), CEM II/A-M (P-LL), CEM II/A-M (Q-V), CEM II/A-M (Q-T)
- CEM II/A-M (Q-LL)
- CEM II/B-M (S-D), CEM II/B-M (S-T), CEM II/B-M (D-T)
- CEM II/B-M (S-LL)[5], CEM II/B-M (V-LL)[5], CEM II/B-M (T-LL)[5]
- CEM III/A, CEM III/B.

(175) Es dürfen nur industriell hergestellte Gesteinskörnungen gemäß DIN 1045-2, 5.1.3 (2) verwendet werden, für Bauteile in den Expositionsklassen XM, XF3 und XF4 ist die Verwendung industriell hergestellter Gesteinskörnungen nicht zulässig.

(176) Die Verwendung industriell hergestellter leichter Gesteinskörnung, wiedergewonnener ausgewaschener und wiedergewonnener gebrochener Gesteinskörnung ist nicht zulässig.

(177) Rezyklierte Gesteinskörnung des sortenreinen Typs 1 darf zur Herstellung und Verarbeitung von Beton bis zu einer Druckfestigkeitsklasse C30/37 verwendet werden. Dabei dürfen maximal 25 Vol.-% (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) der groben Gesteinskörnung ausgetauscht werden. Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2 sowie feine rezyklierte Gesteinskörnung sind nicht zulässig. Die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen in den Expositionsklassen XF3, XF4, XA2, XA3, XD3, XS3 und XM sowie für Spannbeton und Leichtbeton ist nicht zulässig. Rezyklierte Gesteinskörnung darf nur für Bauteile mit vorwiegend ruhender Belastung gemäß DIN 19702, 5.3.2.4, für verformungsunempfindliche Bauteile oder für Bauteile, bei denen das Kriechverhalten vernachlässigt werden kann, eingesetzt werden. Bei Bauteilen mit der Feuchtigkeitsklasse WA sind rezyklierte Gesteinskörnungen nur zulässig, wenn für diese eine Einstufung in die Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S nach Anhang B.3 der DAfStb-Richtlinie „Alkali-Reaktion im Beton“ (RL AKR) vorliegt.

[5] *Für die Zemente CEM II/B-M ist der zulässige Kalksteingehalt auf 20 M.-% begrenzt (DIN 1045-2, Tabelle F.4, Fußnote e)).*

(178) Für die Verwendung von Gesteinskörnungen im Beton sind ergänzend zu DIN 1045-2, Anhang E.2, Tabelle E.1, folgende Anforderungen einzuhalten:

- Natürlich zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 darf nicht verwendet werden.
- Die Kornzusammensetzung der groben Gesteinskörnung muss eng gestuft sein.
- Die Kornform von groben Gesteinskörnungen muss für gebrochenes Korn mindestens der Kategorie FI35 oder SI40 entsprechen.
- Der Widerstand gegen Zertrümmerung von Gesteinskörnungen aus gebrochenem Felsgestein muss mindestens der Kategorie LA50 oder der Kategorie SZ32 entsprechen.
- Der Anteil leichtgewichtiger organischer Verunreinigungen darf bei feinen Gesteinskörnungen 0,25 % Massenanteile und bei groben Gesteinskörnungen 0,05 % Massenanteile nicht überschreiten.
- Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen Korngemische nicht verwendet werden.

(179) Die Unschädlichkeit von Feinanteilen feiner Gesteinskörnungen ist gemäß DIN EN 12620, Anhang D, Buchstabe a), b) oder c) nachzuweisen.

(180) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, darf der Nachweis des Frostwiderstands oder des Frost-Tausalz-Widerstands der Gesteinskörnungen gemäß DIN EN 12620, 5.7.1, zu keinem Zeitpunkt während der Bauausführung älter als 6 Monate sein.

(181) Die Verwendung von anderen Zugabewassern als Trinkwasser, Grundwasser oder Restwasser aus Wiederaufbereitungsanlagen der Betonherstellung ist nicht zulässig.

(182) Für die Herstellung von LP-Beton darf Restwasser aus Wiederaufbereitungsanlagen der Betonherstellung nicht verwendet werden.

(183) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen folgende Zusatzmittel gemäß DIN EN 934-2 verwendet werden:

- Betonverflüssiger
- Fließmittel
- Stabilisierer
- Luftporenbildner/Mikrohohlkugeln
- Verzögerer
- Dichtungsmittel
- Verzögerer/Betonverflüssiger
- Verzögerer/Fließmittel
- Viskositätsmodifizierer

Die Verwendung anderer Zusatzmittel bedarf der vorherigen Abstimmung mit dem Auftraggeber.

3.4.3 Zusammensetzung des Betons

(184) Betone für Wasserbauwerke dürfen einen w/z-Wert von 0,65 nicht überschreiten.

(185) Bei Verwendung von Gesteinskörnungen größer als 8 mm sind mindestens drei getrennte Korngruppen zuzugeben.

(186) Die Verwendung mehrerer Zemente in einem Beton ist nicht zulässig.

(187) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist die gleichzeitige Verwendung von Zusatzmitteln verschiedener Hersteller innerhalb eines Betons ausgeschlossen.

(188) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, darf bei Vorsatzschalen gemäß Abschnitt 3.3.2 mit einer Mindestdicke ≥ 300 mm die quasiadiabatische Temperaturerhöhung des Betons ΔT_{qadiab} nach 7 Tagen einen Wert von 45 K nicht überschreiten.

Dafür ist die adiabatische Temperaturerhöhung $\Delta T_{adiab,7d}$ im Rahmen der Erstprüfung nach BAW-MATB rechnerisch oder versuchstechnisch zu bestimmen. Sofern die adiabatische Temperaturerhöhung des Betons versuchstechnisch bestimmt wird, ist die Hydratationswärme der eingesetzten Zementcharge gemäß DIN EN 196-8 oder DIN EN 196-11 zu bestimmen. Auf Basis der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) des Zementherstellers sind die produktionsbedingten Schwankungen der Hydratationswärme des Zementes durch eine rechnerische Abschätzung nach BAW-MATB, Abschnitt 5 einzuordnen. Werden Zemente ohne WPK-Daten verwendet, ist für die Berechnung nach BAW-MATB, Abschnitt 5, ein Sicherheitszuschlag von 30 J/g auf die geprüfte Hydratationswärme der Charge anzusetzen.

Anmerkung: Für die Einhaltung der quasiadiabatischen Temperaturerhöhung des Betons ist in der Regel die Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (LH-Zemente gemäß DIN EN 197-1) erforderlich.

(189) Für Vorsatzschalen gemäß Abschnitt 3.3.2 mit einer Mindestdicke ≥ 300 mm im Binnenbereich, bei denen im Wesentlichen die Expositionsklasse XF3 in Verbindung mit XC2 bzw. XC4 und ggf. XM1 vorherrscht, darf bei Beton, dessen Widerstand gegen Frostangriff durch den Zusatz von Luftporenbildnern sichergestellt wird, und bei dem Zement CEM I, CEM II/A, CEM II/B-S oder CEM III/A zum Einsatz kommt, abweichend von der RL MB:

- Die Mindestdruckfestigkeitsklasse, sofern aus statischen Gründen oder wegen anderer Expositionsklassen nicht höhere Festigkeiten erforderlich sind, auf C20/25 (Nachweisalter 56 Tage) festgelegt werden.
- Der Mindestzementgehalt gemäß RL MB, Tabelle F.2.2, Zeile 3, auf 270 kg/m³ festgelegt werden. Dabei ist mindestens die Differenz zwischen tatsächlichem Zementgehalt und Mindestzementgehalt von 300 kg/m³ nach RL MB durch Zusatz von Mehlkorn aus Betonzusatzstoffen vom Typ I oder Typ II auszugleichen.

Diese Regelung darf auch auf den Bereich zwischen Oberwasserstand und Unterkante Planiebeton angewendet werden.

(190) Bei Planiebeton mit den Expositionsklassen XC4, XD3 und XF4 (ggf. in Verbindung mit XM1), bei denen für eine Einstufung in die Expositionsklassen XD3 und XF4 der Einsatz von Taumitteln vorrangig zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit für Fußgänger und seltenen Fahrzeugverkehr maßgebend ist, gelten folgende Regelungen:

- Der höchstzulässige w/z-Wert (unter Berücksichtigung der Anrechnung von Flugasche) beträgt 0,50.
- Der Mindestzementgehalt beträgt 300 kg/m³, bei Anrechnung von Flugasche kann der Zementgehalt auf 270 kg/m³ reduziert werden.
- Zur Reduzierung des Schwindens ist der Gesamtwassergehalt im Frischbeton bei 32 mm Größtkorn auf 160 dm³/m³, bei 16 mm Größtkorn auf 165 dm³/m³ zu begrenzen.
- Die Mindestfestigkeitsklasse beträgt C25/30 (Nachweisalter 28 Tage oder 56 Tage), sofern aus statischen Gründen oder wegen anderer Expositionsklassen nicht höhere Festigkeiten erforderlich sind.
- Der Nachweis eines ausreichenden Frostwiderstandes durch eine Frostprüfung gemäß (207) ist weiterhin für die Expositionsklasse XF4 zu führen.

(191) Für Beton der Expositionsklasse XF3 dürfen nur Gesteinskörnungen der Kategorie F1 gemäß DIN EN 12620 verwendet werden.

(192) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist für die Expositionsklasse XF3 nur die Variante mit einem Mindestluftgehalt gemäß DIN 1045-2, 5.4.3, zulässig. Alternativ dürfen Mikrohohlkugeln unter den in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen festgelegten Randbedingungen (u. a. Druckfestigkeitsanforderungen, Frischbetonprüfungen) verwendet werden.

(193) Bei Bauteilen mit den Expositionsklassen XD2 und XD3 ist eine Dauerhaftigkeitsbemessung von Beton gemäß BAW-MDCC durchzuführen (z. B. bei Umschlagkajen in Binnenhäfen; Bauteilen mit einer Chloridbelastung aus Fließgewässern, staugeregelten Gewässern oder Grundwässern mit einem Chloridgehalt größer als 2.000 mg/l).
Auf eine Bemessung nach BAW-MDCC darf in folgenden Fällen verzichtet werden:

- Bei Bauteilen mit planmäßigen Nutzungsdauern von bis zu 50 Jahren, sofern die nachfolgenden Bindemittel verwendet werden:
  - CEM I- und CEM II-Zemente nach (174) in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Flugaschegehalt mindestens 20 M.-% von (z+f) betragen muss.
  - CEM I- und CEM II-Zemente nach (174) in Verbindung mit Silikastaub als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Silikastaubgehalt mindestens 8 M.-% von (z+s) betragen muss.
  - CEM III/A in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Flugaschegehalt mindestens 10 M.-% von (z+f) betragen muss.
  - CEM III/B.
- Bei Bauteilen im Einflussbereich von Straßenbauwerken (z. B. Schleusenhäupter, Planiebereiche oder Wehrpfeiler unter Straßenbrücken) unabhängig von der Nutzungsdauer, sofern die vorgenannten Bindemittel verwendet werden.
- Für Planiebereiche von Schleusen und Wehren im Binnenbereich außerhalb des Einflussbereiches von Straßenbauwerken unabhängig von der Nutzungsdauer.

(194) Bei Bauteilen im Einwirkungsbereich von Meerwasser in Küstenbereichen sowie Ästuarien mit den Expositionsklassen XS2 und XS3 gilt zusätzlich das BAW-MBM.

(195) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, ist bei Bauteilen, die infolge Hydroabrasion der Expositionsklasse XM2 zugeordnet werden, nur die Variante mit höchstzulässigem w/z-Wert ≤ 0,45 gemäß DIN 1045-2, Tabelle F.2, bzw. RL MB, Tabelle F.2.2, zulässig und es sind Gesteinskörnung mit einem quarzitischen Anteil von mindestens 70 % oder alternativ Gesteinskörnungen mit einem Widerstand gegen Verschleiß (Micro-Deval-Koeffizient M_{DE} gemäß DIN EN 1097-1) der Kategorie $M_{DE}10$ nach DIN EN 12620 zu verwenden.

(196) Haftbrücken müssen aus Wasser und zu gleichen Gewichtsteilen aus Zement und Sand (Größtkorn maximal 2 mm) bestehen. Die anwendungsfertige Mischung muss einen dickflüssigen Zementmörtel ergeben. Der w/z-Wert darf 0,55 nicht überschreiten.

3.4.4 Anforderungen an den Frischbeton

(197) Die Frischbetontemperatur T_{Beton} an der Übergabestelle ist so einzustellen, dass die gemäß (273) maximal zulässige Frischbetontemperatur an der Einbaustelle von + 28 °C nicht überschritten wird.

(198) Die Konsistenz von Beton (außer selbstverdichtendem Beton) muss über den Zielwert des Ausbreitmaßes festgelegt werden. Es dürfen nur Betone mit einem Zielwert des Ausbreitmaßes von maximal 480 mm eingesetzt werden. Für LP-Beton darf der Zielwert maximal 450 mm betragen. Andere Zielwerte sind nur für Beton für engbewehrte Bereiche und Zweitbeton nach BAW-MZB in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig. Die zulässige Toleranz des Zielwerts beträgt abweichend von DIN 1045-2, Tabelle 26, ± 30 mm.

(199) Bei Nachdosierung von verflüssigenden Zusatzmitteln darf der Beton nicht so weit angesteift sein, dass die zum Zeitpunkt vor der Erstdosierung an der Baustelle gemessene Ist-Konsistenz unterschritten wird. Nachdem die Konsistenz mittels verflüssigender Zusatzmittel auf der Baustelle eingestellt wurde, ist nur noch eine einmalige Nachdosierung zulässig.

(200) Beton der Konsistenzklassen ≥ F4 ist mit verflüssigenden Zusatzmitteln herzustellen, wobei die Konsistenz vor Zugabe der Zusatzmittel (Ausgangsbeton) ≤ F2 sein muss.

(201) Verzögerungszeiten über 12 Stunden sind mit dem Auftraggeber vorher abzustimmen.

(202) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind für die Ermittlung des w/z-Wertes am Frischbeton durch Prüfung

- der Wassergehalt gemäß DBV-Frischbeton, Abschnitt 3, zu bestimmen und hieraus der wirksame Wassergehalt unter Berücksichtigung der Kernfeuchte (Wasseraufnahme gemäß DIN EN 1097-6) der Gesteinskörnung zu ermitteln,
- der Zement- und Zusatzstoffgehalt den Ist-Angaben des Lieferscheins zu entnehmen.

Zulässige Toleranzen ergeben sich aus DIN 1045-2, Tabelle 25.

(203) Bei gleichzeitiger Verwendung von verflüssigenden Zusatzmitteln und Luftporenbildnern sowie bei LP-Betonen mit weicher Konsistenz (C3 bzw. ≥ F3) ist der festgelegte Mindestluftgehalt (DIN 1045-2, Tabelle F.2, bzw. RL-MB) um 1 Vol.-% zu erhöhen.

(204) Zur Einhaltung der Frischbetoneigenschaften an der Einbaustelle sind mögliche Änderungen der Frischbetonkonsistenz und des Luftgehaltes im Frischbeton infolge des Fördervorgangs auf der Baustelle von der Übergabe- bis zur Einbaustelle zu berücksichtigen. Entsprechende Vorgaben für den Zielwert der Konsistenz und den Zielwert des Luftgehaltes an der Übergabestelle sind im Rahmen der Erstprüfung zu ermitteln und im Rahmen der Bauausführung regelmäßig anzupassen.

3.4.5 Anforderungen an den Festbeton

(205) Der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse des Betons muss im Alter von 28 Tagen erfolgen. Bei Anwendung der RL MB gemäß Abschnitt 3.1 darf der Nachweis auch im Alter von 56 Tagen erfolgen. Ein Nachweisalter von über 56 Tagen ist nur zulässig, sofern in der Leistungsbeschreibung vereinbart.

(206) Betone für Wasserbauwerke müssen einen hohen Wassereindringwiderstand aufweisen. Der Wassereindringwiderstand ist bei Beton mit einem w/z-Wert > 0,55 anhand der Wassereindringtiefe nach DIN EN 12390-8 zu bestimmen und darf 30 mm nicht überschreiten.

(207) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind für Betone der Expositionsklassen XF3 und XF4 Frostprüfungen am Festbeton durchzuführen. Maßgebend für die Durchführung der Prüfung und die zugehörigen Abnahmekriterien ist das BAW-MFB.

(208) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen alle weiteren Festbetoneigenschaften (z. B. Wassereindringtiefe, Frostwiderstand (bei XF3) und Frost-Tausalz-Widerstand (bei XF4)) abweichend von 28 Tagen zum gleichen Zeitpunkt wie die Druckfestigkeit für den Nachweis der Druckfestigkeitsklasse nachgewiesen werden.

3.4.6 Festlegung des Betons

(209) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist Beton nach Eigenschaften gemäß DIN 1045-2 zu verwenden.

(210) Der Auftragnehmer hat vor der Bauausführung durch Veranlassung von Erstprüfungen unter Berücksichtigung der baustellen- und bauwerksspezifischen Randbedingungen nachzuweisen, dass der Beton mit den in Aussicht genommenen Ausgangsstoffen und der vorgesehenen Konsistenz unter den Verhältnissen der betreffenden Baustelle (klimatische Randbedingungen, Transport, Förderung, Verarbeitung, Nachbehandlung etc.) zuverlässig verarbeitet werden kann und die geforderten Eigenschaften sicher erreicht. Die Erstprüfung umfasst die Prüfungen entsprechend der Erstprüfung gemäß DIN 1045-2 sowie die durch die ZTV-W LB 219 ergänzend vorgegebenen Prüfungen. Zum Zeitpunkt des Beginns des Betoneinbaus darf die Erstprüfung nicht mehr als 12 Monate zurückliegen.

(211) Ob die Druckfestigkeit durch Zylinder- oder Würfelprüfung nachzuweisen ist, muss im Rahmen der Erstprüfungen vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt werden. Die festgelegten Prüfkörperformen und Lagerungsbedingungen müssen durchgängig beibehalten werden.

(212) Für jeden Beton sind im Rahmen der Erstprüfungen die Nachweise für den Frischbeton vor der Zugabe von Zusatzmitteln (Ausgangsbeton) und, sofern vorgesehen, nach Zugabe von einem oder mehreren Zusatzmitteln zu erbringen. Der Nachweis der Verträglichkeit bei Einsatz mehrerer Zusatzmittel ist unter Berücksichtigung der Klimaverhältnisse auf der Baustelle und der Betontemperatur zu führen. Die Stabilität des Luftgehaltes bei Beton mit künstlich eingetragenen Luftporen ist bis zum Einbauort (bei Betonpumpen am Ende des Pumpschlauches) nachzuweisen.

(213) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Beginn der Erstprüfung folgende Angaben vorzulegen und mit ihm abzustimmen:

- Konzept für die Betonherstellung (Baustellenbeton oder Transportbeton)
- bei Transportbeton Angaben zum Standort der Transportbetonmischanlage(n) einschließlich Ersatzmischanlage(n) sowie der Entfernung und der Fahrzeit zwischen Mischanlage(n) und Baustelle
- Angaben zu Art, Eigenschaften, Herkunft und Verfügbarkeit der Betonausgangsstoffe
- Betonrezepturen und ggf. deren Verträglichkeit bei gemeinsamer Anwendung (innerhalb eines Bauteils oder bei aneinander angrenzenden Bauteilen)
- geplante Bauausführung.

(214) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, muss die erweiterte Erstprüfung am Beton in Ergänzung zu DIN 1045-2, 9.5 (1b) mindestens die in Abschnitt 3.6.1 aufgeführten Prüfungen umfassen.

(215) Der Auftraggeber ist über den Beginn der Erstprüfungen so rechtzeitig zu informieren, dass er eine Teilnahme an den Erstprüfungen des Auftragnehmers organisieren kann.

(216) Die Ergebnisse der Erstprüfungen müssen dem Auftraggeber so rechtzeitig vor dem ersten Einbau des jeweiligen Betons vorliegen, dass ihm ausreichend Zeit (sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt mindestens die gleiche Zeit wie für die Durchführung der Erstprüfungen zuzüglich 3 Wochen) für die Durchführung von Kontrollprüfungen zur Verifizierung der Erstprüfungen verbleibt. Der Auftragnehmer hat die erforderlichen Ausgangsstoffe für die Kontrollprüfungen am Prüfort des Auftraggebers entsprechend den Angaben in der Leistungsbeschreibung zur Verfügung zu stellen.

(217) Mit der Ausführung der Betonarbeiten darf erst nach erfolgreich absolvierter Erstprüfung und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(218) Für alle Betone dürfen nur die jeweils gleichen Ausgangsstoffe (Art, Hersteller, Ort der Gewinnung) verwendet werden, mit denen die Erstprüfung durchgeführt worden ist.

(219) Der Auftragnehmer ist verpflichtet, neue Erstprüfungen durchzuführen, wenn die Ausgangsstoffe des Betons (Art, Hersteller, Ort der Gewinnung) oder die Verhältnisse auf der Baustelle geändert werden sollen.

3.4.7 Betonherstellung und Lieferung von Frischbeton

(220) Das für die Festlegung der Mindestdauer der Nachbehandlung erforderliche Festigkeitsverhältnis $f_{cm,2} / f_{cm,x}$ (x = 28, 56, 91) zur Bezeichnung der Festigkeitsentwicklung muss aus den entsprechenden Festigkeitswerten der Erstprüfung bestimmt werden.

(221) Für die Herstellung von Betonen mit mehr als einem Zusatzmittel muss die Mischanlage über die Einrichtungen zur getrennten Dosierung und Zugabe der Zusatzmittel verfügen.

(222) Der Beton ist unter Einhaltung der beton- und anlagenspezifischen Mindestmischzeiten und des dort gewählten Mischregimes zu mischen. Bei Betonen ohne LP-Bildner ist dies erreicht, wenn durch weiteres Mischen keine weitere signifikante Veränderung der Konsistenz auftritt. Bei LP-Beton ist die beton- und anlagenspezifischen Mindestmischzeit erreicht, wenn durch weiteres Mischen keine weitere signifikante Veränderung der Konsistenz und des Luftgehaltes auftritt.

(223) Vor der Entladung des Betons muss der Hersteller dem Verwender Einsicht in den Lieferschein für jede Betonladung gewähren. Nach der Entladung des Betons muss der Hersteller dem Verwender einen Lieferschein für jede Betonladung übergeben. Der Lieferschein für Transportbeton muss mindestens die in Tabelle 3.1 aufgeführten Angaben unverschlüsselt enthalten und, soweit dort gefordert, automatisch ausgedruckt sein. Der Lieferschein muss eine Gegenüberstellung von Soll-Einwaage (Zielvorgabe des Transportbetonherstellers für die Betonherstellung auf Basis der Zusammensetzung gemäß Erstprüfung unter Berücksichtigung der zur Aussteuerung der Frisch- und Festbetoneigenschaften gemäß ZTV-W LB 219 zulässigen Variationen) und Ist-Einwaage mit Angabe der Differenzen enthalten. Die Oberflächenfeuchte der Gesteinskörnung (getrennt nach den einzelnen Kornfraktionen) muss nachvollziehbar aufgeführt werden. Kopien der Lieferscheine sind dem Auftraggeber bei Anlieferung zu übergeben.

Tabelle 3.1: Angaben auf Lieferschein für Transportbeton

Lfd.Nr.	Angaben auf dem Lieferschein	Automatischer Ausdruck	Vordruck / handschriftliche Eintragungen
1	Name, Anschrift und Telefonnummer des Transportbetonwerks		X
2	Lieferscheinnummer	X	
3	Datum und Uhrzeit des Beladens	X	
4	Kennzeichen des Transportfahrzeugs	X	
5	Name des Käufers	X	
6	Bezeichnung und Lage der Baustelle	X	
7	Einzelheiten oder Verweise auf die Festlegung, z. B. Sortennummer, Bestellnummer	X	
8	Konformitätserklärung mit Bezug auf die Festlegung und auf DIN EN 206	X	
9	Übereinstimmungszeichen unter Angabe von DIN 1045-2 und ZTV-W LB 219		X
10	Name oder Zeichen der Zertifizierungsstelle		X
11	Zeitpunkt des Eintreffens des Betons auf der Baustelle		X
12	Zeitpunkt des Beginns des Entladens		X
13	Zeitpunkt des Beendens des Entladens		X
14	Angabe der Betonklasse BK-N, BK-E oder BK-S	X	
15	Angabe über den Anteil an rezyklierter Gesteinskörnung bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung	X	
16	Druckfestigkeitsklasse (ggf. von 28 Tagen abweichendes Nachweisalter der Druckfestigkeitsklasse)	X	
17	Expositionsklasse(n) und Feuchtigkeitsklasse	X	
18	Festigkeitsentwicklung	X	
19	Art der Verwendung des Betons (unbewehrter Beton, Stahlbeton, Spannbeton)	X	
20	Zielwert der Konsistenz	X	
21	Herkunft, Art und Festigkeitsklasse des Zements	X	

Lfd.Nr.	Angaben auf dem Lieferschein	Automa-tischer Ausdruck	Vordruck / hand-schriftliche Eintra-gungen
22	Herkunft, Wirkungsgruppe (Typenbezeichnung) und Name der Zusatzmittel, Herkunft und Art der Zusatzstoffe, Herkunft und Art der Gesteinskörnungen	X	X[1)]
23	Besondere Eigenschaften, z. B. verlängerte Verarbeitungs-zeit	X	
24	Größtkorn der Gesteinskörnung D_{max}	X	
25	Rohdichteklasse bei Leichtbeton oder Zielwert der Rohdichte bei Schwerbeton	X	
26	Ist-Einwaage Gesteinskörnung je Kornfraktion	X	
27	Ist-Einwaage Zement	X	
28	Ist-Einwaage Zusatzstoff	X	
29	Ist-Einwaage je Zusatzmittel	X	X[1)]
30	Ist-Einwaage Zugabewasser	X	
31	Oberflächenfeuchte der Gesteinskörnung (getrennt für jede Fraktion)	X	
32	Gesamtwasser (Zugabewasser + Oberflächenfeuchte + Wasser aus Zusatzmittel bei > 3 l/m³ Beton) und w/z-Wert	X	
33	Soll-Einwaage aller Betonausgangsstoffe gemäß Zeilen 26 bis 30 und 32	X	
34	Differenz Soll-/Ist-Einwaage für alle Betonausgangsstoffe	X	
35	Menge des Betons in m³	X	
36	Beton- und anlagenspezifische Mindestmischzeit[2)]	X	X
37	Ist-Mischzeit[2)]	X	X

1) Bei Dosierung von Fließmittel auf der Baustelle. Der Zeitpunkt der Fließmittelzugabe und die geschätzte Rest-menge in der Mischertrommel vor der Zugabe sind anzugeben.
2) Sofern die Anlage noch nicht entsprechend ausgerüstet ist, hat die Eintragung handschriftlich oder durch Sammel-ausdruck für mehrere Lieferscheine zu erfolgen.

(224) Die für Transportbeton gemäß (223) erforderlichen Informationen sind auch für Baustellen-beton maßgebend und dem Auftraggeber analog zur Verfügung zu stellen.

(225) Die Konsistenz darf bei Lieferung ausschließlich mit Fließmitteln auf den festgelegten Wert gebracht werden.

(226) Eine nachträgliche Wasserzugabe ist auch in besonderen Fällen nicht erlaubt.

3.4.8 Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien

(227) Falls sich die Nichtkonformität mit der Festlegung bestätigt, hat der Auftragnehmer den Auftraggeber hierüber unverzüglich zu informieren.

3.4.9 Produktionskontrolle

(228) Der Auftragnehmer hat gemäß VOB/B § 4 Abs. 1 Nr. 2 sicher zu stellen, dass der Auftrag-geber sich jederzeit durch örtliche Einsichtnahme in die Unterlagen der Produktionskontrolle und die Berichte der Überwachungsstelle sowie durch Besichtigung der Produktionsstätten von der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Betonherstellers überzeugen kann.

(229) Der Auftragnehmer hat gemäß VOB/B § 4 Abs. 1 Nr. 2 sicher zu stellen, dass der Auftraggeber das Recht hat, beim Betonhersteller Rückstellproben der verwendeten Ausgangsstoffe zu nehmen.

(230) Bei einer neuen Betonzusammensetzung ist der Verzicht auf eine Erstprüfung gemäß Abschnitt 3.4.6 auch für den Fall, dass für einen ähnlichen Beton oder eine ähnliche Betonfamilie Langzeiterfahrungen vorhanden sind, nicht zulässig.

3.5 Bauausführung

3.5.1 Allgemeines

(231) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor dem ersten Betoneinbau ein Betonierkonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor jedem Betonieren einen Betonierplan zur Abstimmung vorzulegen. Betonierkonzept und Betonierplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplanes gemäß Abschnitt 1.5.1 und des Betonbaukonzeptes gemäß DIN 1045-1000.

(232) Das Betonierkonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Betonverzeichnis (sortiert nach Bauteilen/Verwendung)
- Betonherstellung (Transportbeton, Baustellenbeton); bei Transportbeton vorgesehene Lieferwerke, Entfernung, Transportwege; bei Baustellenbeton Anlieferung und Lagerung der Ausgangsstoffe, Baustelleneinrichtung
- Bauteilverzeichnis (Art der Bauteile, Anforderungen nach Statik, Expositionsklassen und Bauablauf, Betoneinbaumengen und -einbauzeiten, Art des Betoneinbaus und der Verdichtung, Betonierabschnitte, Bewehrungsdichte, Anforderungen an die Betonoberflächen, Art der Schalung, Verwendung von Schalungseinlagen, Verwendung von Fertigteilen oder Teilfertigteilen)
- Kontrolle der Ausgangsstoffe (Berichte der anerkannten Überwachungsstellen, bei Gesteinskörnungen auch Unterlagen der werkseigenen Produktionskontrolle)
- Arbeitsfugenvorbereitung (Zugänglichkeit, Verfahren, Zeitpunkt, Entfernung von Wasser und Abtragsgut, Schutz vor erneuter Verunreinigung etc.)
- Dichtelemente (Art, Anzahl, Einbauort, Lagesicherung, Schutz während des Bauablaufes, Stoßausbildungen etc.)
- Maßnahmen zur Einhaltung der Frischbetontemperatur
- Nachbehandlungskonzept
- Ausbildung der Betonoberfläche
- Überwachung Betonherstellung und Betoneinbau, Betonprüfungen.

(233) Der Betonierplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Zeitplan (Betonierdauer, Unterbrechungen)
- Bauteilplan (weitere Detaillierung der Angaben gemäß Betonierkonzept/Bauteilverzeichnis)
- Betone (Anforderungen, Frisch- und Festbetoneigenschaften)
- Berücksichtigung der Witterungseinflüsse (Kühlen, Heizen), witterungsbedingte Schutzmaßnahmen
- Personalplan je Betonierschicht
- Lieferwerke (bei Transportbeton)
- Betoneinbau (Einbaumengen, Einbauzeiten, Einbaulagen, Einbauanlagen, Arbeitsanweisungen für Förderung, Einbau, Verdichtung und Nachbehandlung)
- Anforderungen an die Betonoberflächen
- Überwachung der Betonherstellung (Art und Umfang der Frischbeton- und der Güteprüfungen, ggf. Erhärtungsprüfungen)

- Herstellung der Arbeitsfugen
- Herstellung der Fugenabdichtungen
- Nachbehandlungsplan (Art, Dauer, Zeitpunkt, Dokumentation)
- Art und Zeitpunkt der Arbeitsfugenbearbeitung
- Maßnahmen bei Störfällen (Ausfall von Lieferwerken, Fördereinrichtungen etc.).

(234) Der Frischbeton an der Einbaustelle und der erhärtete Beton im Bauteil müssen die Eigenschaften aufweisen, die in Leistungsbeschreibung und Erstprüfung festgelegt sind.

(235) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, gelten für die Ebenheitstoleranzen folgende Anforderungen:
- Die Ebenheitsabweichung von horizontalen Flächen muss DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 3, entsprechen.
- Die Ebenheitsabweichung von vertikalen Flächen und Unterseiten von Decken muss DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 6, entsprechen.

(236) Farbe und Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche sind an die umgebenden Betonflächen anzupassen..Die Betonoberflächen sind geschlossen und porenarm herzustellen. Für die Porigkeitsanforderungen gilt: Poren oder Fehlstellen mit einem Durchmesser ≥ 30 mm und/oder einer Tiefe ≥ 10 mm sind nicht zulässig. Für Versatz und Ebenheitsanforderung gelten (235), (246) und (258). Feinmörtelaustritte sind zu entfernen.

(237) Sofern besondere Anforderungen an das Aussehen von Betonflächen bestehen, sind diese auf Basis von DBV-Sichtbeton in der Leistungsbeschreibung festgelegt

(238) Die erhärtete Betonoberfläche muss eine Oberflächenzugfestigkeit von mindestens 1,5 N/mm² aufweisen.

(239) Beton für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an Wasserbauwerken ist in die Überwachungsklasse 2 gemäß DIN 1045-3, Tabelle 2, einzuordnen.

3.5.2 Gerüste, Schalung, Einbauteile

3.5.2.1 Allgemeines

(240) Die größte rechnerische Durchbiegung der Schalung und der stützenden Konstruktion darf unter Berücksichtigung von planmäßigen Überhöhungen insgesamt 5 mm nicht überschreiten. Ein entsprechender rechnerischer Nachweis ist dem Auftraggeber zusammen mit dem Betonierkonzept vorzulegen.

(241) An sichtbar bleibenden Betonflächen sind Schalungsanker nach einem regelmäßigen Raster anzuordnen. Ihre Anzahl ist durch eine geeignete Ausbildung der Schalung möglichst zu begrenzen.

(242) Schalungsanker, die durchgehende Hohlräume hinterlassen, dürfen bei drückendem Wasser nicht verwendet werden. Verankerungslöcher sind stets vollständig so zu schließen, dass auch in diesen Bereichen die geforderten Bauteileigenschaften vorhanden sind. An sichtbar bleibenden Betonflächen sind Farbe und Oberflächenstruktur der Verfüllung denen des Bauteils anzugleichen. Verbleibende Ankerteile müssen mindestens 50 mm unter der Betonoberfläche enden. Die vorgesehene Ausführung ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(243) Die Anordnung und Ausbildung der Schalung für sichtbar bleibende Betonflächen (z. B. Richtung der Schalbretter, Stöße, Stoßdichtungen, Schalungsklappen und -öffnungen) ist schematisch darzustellen und dem Auftraggeber mit dem Betonierkonzept zur Abstimmung vorzulegen.

(244) Die korrekte Lage der Schalung ist vom Auftragnehmer zu dokumentieren. Die Dokumentation ist dem Auftraggeber vor dem Betonieren vorzulegen.

(245) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist zur Erzielung einer geschlossenen Betonoberfläche eine saugende oder schwach saugende Schalung gemäß DBV-Sichtbeton zu verwenden. Die Schalung muss sauber und frei von Trennmittelüberschuss sein.

(246) Der Versatz der Stöße von Schalungselementen sowie zwischen Erst- und Zweitbetonoberfläche darf 5 mm nicht überschreiten. Die Höhe der verbleibenden Grate in der Betonoberfläche darf nicht größer als 5 mm sein.

3.5.2.2 Wasserabführende Schalungsbahnen

(247) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind für Schalflächen von wasserberührten Bauteilen gemäß Abschnitt 3.3.2 in den Expositionsklassen XF3, XF4, XM2 und XA2 sowie für geneigte Flächen mit „Deckelschalung“ wasserabführende Schalungsbahnen (CPF) zu verwenden.

(248) Wasserabführende Schalungsbahnen dürfen maximal dreimal eingesetzt werden, sofern die Kriterien gemäß (236) eingehalten werden.

(249) Wasserabführende Schalungsbahnen dürfen nicht mit Trennmitteln behandelt werden.

(250) Beim Betoneinbau ist eine Verschmutzung der Schalungsbahn oberhalb der Betonierebene zu vermeiden.

(251) Bei Verwendung von Innenrüttlern ist ein Mindestabstand von 10 cm zur Schalungshaut einzuhalten.

3.5.2.3 Trennmittel

(252) Trennmittel für wasserbenetzte und erdberührte Flächen müssen nach DE-ZU 178 biologisch gut abbaubar sein. Zur Vermeidung von Pilz- und Schimmelbildung sind biologisch gut abbaubare Trennmittel für während der Nutzung trockene Innenräume nicht zugelassen.

3.5.2.4 Einbauteile

(253) An den Rändern von Einbauteilen sind Vorkehrungen für die hinreichende Dichtung der Schalung und gegen Beschädigung des Korrosionsschutzes zu treffen.

(254) Soweit von Dritten vor dem Betonieren Einbauteile eingebaut werden, ist der Auftragnehmer für die Beibehaltung der Lage während des Schalens und Betonierens verantwortlich. Der Auftragnehmer hat sich vor dem Betonieren von der ordnungsgemäßen Lagesicherung dieser Einbauteile zu überzeugen.

(255) Aussparungsflächen für Einbauteile sind durch geeignete Einlagen oder mechanische Bearbeitung aufzurauen. Das Verfahren ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(256) Die Verfüllung der Aussparungen für Einbauteile muss mit Zweitbeton gemäß BAW-MZB erfolgen, wobei ein wasserundurchlässiger Verbund zwischen Erst- und Zweitbeton herzustellen ist. Der Zweitbeton muss alle Anforderungen an den Festbeton erfüllen, die an den Erstbeton gestellt sind.

(257) Zur Vermeidung von Roststreifen auf den Betonoberflächen sind unbehandelte Stahleinbauteile bis zum Konservieren mit geeigneten Mitteln zu schützen.

(258) Zwischen Betonoberfläche und Einbauteil ist ein Versatz von mehr als 3 mm nicht zulässig.

3.5.3 Bewehren

(259) Herkunft und Güte des Betonstahls sind vom Auftragnehmer rechtzeitig vor dem Einbau nachzuweisen.

(260) Schweißen von Betonstahl ist in begründeten Ausnahmefällen zulässig und bedarf der vorherigen Abstimmung mit dem Auftraggeber. In diesem Fall sind Nachweise nach DIN EN ISO 17660 zu erbringen.

(261) Mit Ausnahme von mehrlagiger Bewehrung und von Übergreifungsstößen darf der horizontale und vertikale lichte Stababstand in der Regel 3 d_g (d_g = Größtkorndurchmesser) nicht unterschreiten.

(262) Abstandhalter zu den angrenzenden Flächen (z. B. Schalung, Unterbeton, Baugrubenverbau) müssen aus zementgebundenem Mörtel oder Beton bestehen. Ihre Eigenschaften müssen mindestens denen des umgebenden Betons entsprechen.

(263) Abstandhalter sind in ausreichender Anzahl (mindestens 4 Stück pro m²) anzuordnen und so zu wählen, dass sie sich nicht in die Schalung eindrücken und ein fachgerechtes Einbringen und Verdichten des Betons zulassen. An vertikalen Betonoberflächen sind stabförmige Betonabstandhalter vertikal einzubauen.

(264) Mindestmaß c_{min} und Nennmaß c_{nom} der Betondeckung sind gemäß Abschnitt 1.3.2 zu wählen.

(265) Für zusätzlich angeordnete Bewehrung muss ein Mindestmaß c_{min} der Betondeckung von 20 mm, bezogen auf den Betonuntergrund, eingehalten werden.

3.5.4 Betonieren

3.5.4.1 Allgemeines

(266) Beton, dessen Konsistenz außerhalb des durch Zielwert und Klassengrenzen definierten Bereiches liegt, Beton mit einem nicht normenkonformen LP-Gehalt und Beton mit Frischbetontemperaturen über 28°C darf nicht angenommen werden.

(267) Vor dem Betoneinbau sind Stahlabfälle, Schalungsreste etc. vollständig aus der Schalung zu entfernen.

(268) Für jeden Betonierabschnitt sind Schalung, Bewehrung, Anschlussflächen und Einbauteile vom Auftragnehmer zu überprüfen. Das Ergebnis ist in einem Protokoll festzuhalten. Das Protokoll ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(269) Auf horizontale Betonuntergründe ist eine Haftbrücke aufzubringen, sofern die Ausbildung der Bewehrung dies zulässt.

(270) Der Betonuntergrund muss vor dem Betoneinbau (bei Verwendung einer Haftbrücke vor deren Auftrag) ausreichend (erstmals mindestens 24 Stunden vorher) vorgenässt werden. Der Betonuntergrund muss beim Betoneinbau (bei Verwendung einer Haftbrücke vor deren Auftrag) so weit abgetrocknet sein, dass kein Wasserfilm vorhanden ist und der Betonuntergrund mattfeucht erscheint.

(271) Bei Verwendung einer Haftbrücke ist der Beton auf die noch frische Haftbrücke einzubauen.

3.5.4.2 Transport von Beton

(272) Fahrmischer oder Fahrzeuge mit Rührwerk müssen spätestens 90 Minuten, Fahrzeuge ohne Mischer oder Rührwerk für die Beförderung von Beton steifer Konsistenz müssen spätestens 45 Minuten nach der ersten Wasserzugabe zum Zement vollständig entladen sein.

3.5.4.3 Temperatur des Betons an der Einbaustelle

(273) Die Frischbetontemperatur T_{Beton} an der Einbaustelle darf + 28 °C nicht überschreiten.

3.5.4.4 Arbeitsfugen

(274) Die Anordnung der Arbeitsfugen (einschließlich aller Dichtelemente) ist in Plänen darzustellen und dem Auftraggeber mit dem Betonierkonzept zur vorherigen Abstimmung vorzulegen. Die Ausbildung der Arbeitsfugen (Nachbehandlung, Vorbereitung, Art und Anzahl der Dichtelemente, Stoßausbildung von Dichtelementen, Reinigungsmöglichkeiten, Zugänglichkeit) ist im Betonierkonzept und in den Ausführungsplänen detailliert darzustellen.

(275) Arbeitsfugen sind wasserundurchlässig auszubilden.

(276) In Arbeitsfugen ist die Verwendung von Oberflächenverzögerern nicht zulässig.

(277) Zur Erzielung eines ausreichenden Verbundes ist das Grobkorngerüst des Betons in den Anschlussflächen frei zu legen. Rauigkeit und Oberflächenbeschaffenheit

- von nicht geschalten Arbeitsfugen müssen im gesamten Arbeitsfugenbereich einschließlich der späteren Betonüberdeckung unmittelbar vor dem Betoneinbau den Anforderungen der Kategorie „verzahnt“ gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.5, genügen. Die Zuordnung zur Kategorie „verzahnt“ bedingt eine mittlere Rautiefe nach dem Sandflächenverfahren von Kaufmann $R_t \geq 3{,}0$ mm bzw. eine maximale Profilkuppenhöhe $R_p \geq 2{,}2$ mm bzw. mindestens 6 mm Freilegen der Gesteinskörnung bei Verwendung einer Gesteinskörnung mit $d_g \geq 16$ mm.
- von geschalten Arbeitsfugen müssen im gesamten Arbeitsfugenbereich einschließlich der späteren Betonüberdeckung unmittelbar vor dem Betoneinbau den Anforderungen der Kategorie „rau“ gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.5, genügen. Die Zuordnung zur Kategorie „rau“ bedingt eine mittlere Rautiefe nach dem Sandflächenverfahren von Kaufmann $R_t \geq 1{,}5$ mm bzw. eine maximale Profilkuppenhöhe $R_p \geq 1{,}1$ mm bzw. mindestens 3 mm Freilegen der Gesteinskörnungen.

(278) Der Beton im Bereich der Arbeitsfugen ist besonders sorgfältig zu verdichten. Nach Abschluss des Verdichtens oder der Oberflächenbearbeitung des Betons ist die Oberfläche unmittelbar gemäß Abschnitt 3.5.4.6 nachzubehandeln.

(279) Bei Verwendung von Streckmetall ist dieses vor dem Einbau des Betons des nächsten Betonierabschnittes komplett aus der Arbeitsfuge zu entfernen. Die Arbeitsfuge ist anschließend derart vorzubehandeln, dass sie den Anforderungen gemäß (277) für nicht geschalte Arbeitsfugen genügt.

(280) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, sind bei Vorsatzschalen gemäß Abschnitt 3.3.2 zur Sicherstellung der Wasserundurchlässigkeit von Arbeitsfugen ergänzend zur Ausbildung gemäß (277) bis (279) Dichtelemente (Fugenbleche oder Elastomer-Fugenbänder) anzuordnen.

(281) Fugenbleche und Fugenbänder müssen beiderseits der Arbeitsfuge jeweils mit der halben Breite in den Beton einbinden. Arbeitsfugenbänder und -bleche sind an den Kreuzungspunkten untereinander und gegebenenfalls mit Bewegungsfugenbändern sowie an Stößen wasserdicht durch Schweißen zu verbinden. Stöße von Elastomer-Fugenbändern sind ausschließlich durch

Vulkanisation zu verbinden. Überlappungen im Stoßbereich von Fugenblechen sind umlaufend wasserdicht zu verschließen. Fugenbleche müssen aus mindestens 2 mm dickem Blech bestehen. Die Breite der Fugenbleche muss mindestens 300 mm betragen. Als Arbeitsfugenbänder sind Elastomer-Fugenbänder nach DIN 7865 mit Stahllaschen einzusetzen.

(282) Bei Verwendung von Injektionsschlauchsystemen sind die Anforderungen an das System durch den Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung festzulegen. Für die Verlegung von Injektionsschlauchsystemen ist DBV-Injektionsschlauch, Abschnitte 2.4 und 2.5 sinngemäß zu beachten. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, sind die Injektionsschläuche mit Zementsuspension gemäß Abschnitt 8 zu verpressen. Acrylatgele sind als Füllstoffe nicht zulässig. Der Verpresszeitpunkt ist mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Verlegebereiche für die Injektionsschläuche sind in etwa 5 cm Breite möglichst mit glatter Oberfläche herzustellen (mittlere Rautiefe R_t < 1,5 mm). Bei Vorbereitung der Arbeitsfugen zur Herstellung höherer Rauigkeiten sind die Verlegebereiche zu schützen.

(283) Die Oberfläche des vorhergehenden Betonierabschnittes muss vor dem Betoneinbau sauber und frei von stehendem Wasser sein. Für die Vorbereitung von Arbeitsfugen gelten die Abschnitte 2.2.2 und 3.5.4.1 sinngemäß.

(284) Ergänzend zu (111) darf erst nach der gemeinsamen Zustandsfeststellung gemäß VOB/B § 4 Abs. 10 mit dem Betonieren von Anschlussabschnitten begonnen werden.

(285) Werden für das Betonieren von Anschlussabschnitten bei horizontalen Arbeitsfugen in wand- bzw. scheibenartigen Bauteilen Anschlussmischungen eingesetzt, ist hierfür aus der laufenden Mischung die jeweils größte Korngruppe herauszulassen. In diesem Fall ist eine zusätzliche Erstprüfung für die Anschlussmischung nicht erforderlich. Bei Verwendung eines Größtkorns von mehr als 16 mm ist zwingend eine Anschlussmischung vorzusehen.

3.5.4.5 Einbringen, Verdichten, Oberflächenbearbeitung

(286) Der Beton ist in gleich dicken waagerechten Lagen frisch in frisch einzubringen, die Dicke der einzelnen Lage darf in der Regel 0,5 m nicht überschreiten.

(287) Der Frischbeton ist i. d. R. mit Innenrüttlern zu verdichten. Die Verwendung von Außenrüttlern ist nur nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig.

(288) Das Verteilen des Betons mit Innenrüttlern oder durch Rütteln an der Schalung ist nicht zulässig.

(289) Insbesondere bei weichem Beton, bei verzögertem Beton, bei raschem Betonierfortschritt sowie bei dicht bewehrten, hohen Bauteilen ist der Beton ggf. nachzuverdichten.

(290) Sofern eine Oberflächenbearbeitung vorgesehen ist, muss der Beton zuvor nachverdichtet werden.

(291) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Betonierlagen sind temporäre Nachbehandlungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 3.5.4.6 durchzuführen.

(292) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, muss während der Betonierarbeiten ein Vertreter des Auftragnehmers mit nachgewiesener erweiterter betontechnologischer Ausbildung (sog. E-Schein) auf der Baustelle anwesend sein und den Betoneinbau verantwortlich begleiten.

3.5.4.6 Nachbehandlung und Schutz

(293) Andere Nachbehandlungsverfahren als in DIN 1045-3, Abschnitt 9.6, sind nur zulässig, sofern in der Leistungsbeschreibung vereinbart.

(294) Die Anwendung von Nachbehandlungsmitteln ist rechtzeitig vor ihrer Verwendung mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Eignung der Nachbehandlungsmittel und ihre Verträglichkeit mit dem Untergrund (Trennmittel) müssen nachgewiesen werden.

Der Auftrag des Nachbehandlungsmittels muss in zwei Arbeitsgängen (zwei Lagen) im Kreuzgang erfolgen. An vorwiegend vertikalen Flächen muss das Auftragen durch Aufwalzen erfolgen. In Arbeitsfugen und Innenräumen sind Nachbehandlungsmittel nicht zugelassen.

(295) Die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer gemäß DIN 1045-3, Abschnitt 9.6, ist nicht zulässig. Für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer gilt Tabelle 3.2:

Tabelle 3.2: Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton

Festigkeitsentwicklung des Betons [c] $r = f_{cm2} / f_{cmx}$ (x = 28, 56, 91) [d]			
$r \geq 0{,}50$ (schnell)	$r \geq 0{,}30$ (mittel)	$r \geq 0{,}15$ (langsam)	$r < 0{,}15$ (sehr langsam)
Mindestdauer der Gesamtnachbehandlung in Tagen [a), b), e)]			
4	10	14	21
Davon Mindestdauer des Belassens in der Schalung bei geschalten Betonoberflächen [b)]			
2	5	7	10

a) Bei mehr als 5 Stunden Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.
b) Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.
c) Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten f_{cm2} / f_{cmx} (x = 28, 56, 91) beschrieben, das bei der Erstprüfung ermittelt wurde.
d) Zwischenwerte für die Nachbehandlungsdauer dürfen eingeschaltet werden.
e) Für Betonoberflächen, die einem Verschleiß entsprechend den Expositionsklassen XM2 und XM3 ausgesetzt sind, ist die Mindestdauer der Gesamtnachbehandlung zu verdoppeln. Der Maximalwert der Mindestdauer beträgt 30 Tage.

Bei Verwendung von wasserabführenden Schalungsbahnen darf die Mindestdauer der Gesamtnachbehandlung auf die Mindestdauer des Belassens in der Schalung reduziert werden.

(296) Mit den Maßnahmen zur Nachbehandlung und zum Schutz des Betons ist erst dann zu beginnen, wenn der Beton soweit erhärtet ist, dass seine Oberfläche nicht mehr nachteilig verändert werden kann. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Betonoberfläche von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf allerdings zu keinem Zeitpunkt auftreten.

(297) Bei Schichtdicken < 150 mm müssen an freien, nicht eingeschalten Oberflächen zumindest während der ersten 3 Tage wasserzuführende Nachbehandlungsmaßnahmen durchgeführt werden.

(298) Bei Planiebeton darf eine Wärmedämmung der Bauteiloberflächen, sofern die Gefahr des Durchfrierens des Betons ausgeschlossen werden kann, bei der Ausführungsvariante „frisch-auf-fest“ nicht vorgenommen werden. Die Oberseite des Planiebetons ist bei beiden Ausführungsvarianten unmittelbar nach Abschluss des Betonierens vor Verdunstung zu schützen. Zur Verringerung der Aufwärmung infolge Sonneneinstrahlung ist die Oberfläche des Planiebetons mit einer hellen bzw. reflektierenden Folie abzudecken.

3.5.5 Bewegungsfugen

(299) Muster von Dehnfugenbändern, ggf. auch der Werksverbindung, Prüfzeugnisse (Abnahmeprüfzeugnis A nach DIN 7865-5 mit Prüfungen nach DIN 7865-2, Tabelle 1, 6.2 bis 6.8, objektspezifisch gegebenenfalls 6.9 bis 6.12) und Angaben über die Materialzusammensetzung mit der Angabe des Basis-Polymers nach DIN 7865-3, sind dem Auftraggeber für eine Kontrollprüfung 6 Wochen vor dem Einbau vorzulegen und mit ihm abzustimmen. Für jeden nach DIN 7865-1 verwendeten Fugenbandtyp ist für die Kontrollprüfung eine Überlänge von 0,4 m einzuplanen.

Die Probenahme für Kontrollprüfungen muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen und ist vom Auftragnehmer zu dokumentieren. Für die Verbindung von Fugenbändern gilt DIN 18197.

Baustellendokumentationen nach DIN 18197, Anhang B, Qualifikationsnachweise nach DIN 18197, Anhang C sowie Prüfprotokolle nach DIN 18197, Anhang E, sind dem Auftraggeber vorzulegen. Für Planung und Ausführung von Bewegungsfugen ist BAW-MAB zu berücksichtigen.

3.6 Qualitätssicherung

3.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

(300) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber die Ergebnisse der Überwachung der Ausgangsstoffe durch die anerkannten Überwachungsstellen, bei Gesteinskörnungen auch die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle, jeweils unverzüglich zu übergeben.

(301) Im Rahmen der Erstprüfung sind vom Auftragnehmer nachfolgend genannte Prüfungen und Nachweise zu erbringen. Hinsichtlich des Nachweiszeitpunktes gelten die Regelungen in (205).
Für alle Betone:

- visuelle Bewertung der Frischbetoneigenschaften (Wasserabsondern, Zusammenhaltevermögen, Fließverhalten, Absetzverhalten etc.)
- Frischbetontemperatur
- Konsistenz des Frischbetons
- Frischbetonrohdichte nach DIN EN 12350-6 (bei der Prüfkörperherstellung Festbetonprüfungen)
- Druckfestigkeit (inkl. Festigkeitsentwicklung r gemäß DIN EN 13670, 8.5) im Alter von 2, 7 und 28 Tagen, (beim Nachweis der Druckfestigkeitsklasse in einem höheren Alter zusätzlich in diesem Alter) an jeweils 3 Probekörpern nach DIN EN 12390-3
- Wassereindringwiderstand im Alter von 28 Tagen.

Ergänzend für nachfolgend genannte Betone und Expositionsklassen:

- bei verzögertem Beton: Ansteifverhalten bei LP-Beton: Luftgehalt im Frischbeton unter mit dem Einbauort vergleichbaren Randbedingungen
- bei Vorsatzschalen mit Dicken ≥ 300 mm: adiabatische Temperaturerhöhung des Betons nach BAW-MATB gemäß (188)
- bei XS2 und XS3: Chlorideindringwiderstand nach BAW-MDCC sofern nach BAW-MBM erforderlich
- bei XD2 und XD3: Chlorideindringwiderstand nach BAW-MDCC sofern nach (193) erforderlich
- bei XF3: Frostwiderstand nach BAW-MFB
- bei XF4: Frost-Tausalz-Widerstand nach BAW-MFB.

3.6.2 Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung

(302) Die Qualität der Ausführung ist gemäß Abschnitt 1.6.1.3 in Verbindung mit DIN 1045-3 sicher zu stellen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders festgelegt, sind Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton der Ausführungsklasse AK-S zuzuordnen. Dabei sind sämtliche Anforderungen der Ausführungsklasse AK-E einzuhalten. Zusätzlich zu DIN 1045-3, Abschnitt 5, sind durch das ausführende Unternehmen die in (303) bis (316) genannten Leistungen zu erbringen.

(303) Maßgebend für den Nachweis der vertraglich vereinbarten Betoneigenschaften ist, dass der Frischbeton an der Einbaustelle und der erhärtete Beton im Bauteil die vereinbarten Eigenschaften aufweisen.

(304) Das Prinzip der Betonfamilien unter den in DIN 1045-3, Anhang B.1 (3), genannten Voraussetzungen darf nicht angewendet werden.

(305) Die gemäß ZTV-W LB 219 für die Überwachung des Betonierens geforderten Prüfungen sind an jedem Beton durchzuführen.

(306) Ergänzend zu DIN 1045-3, Tabelle B.1, gelten bei der Übergabe des Betons vom Transportbetonhersteller an den Auftragnehmer je Lieferwerk folgende Mindest-Prüfhäufigkeiten:

- Die Konsistenz ist bei jedem Fahrzeug zu überprüfen.
- Der w/z-Wert ist bei den ersten beiden Fahrzeugen und anschließend bei jedem folgenden zehnten Fahrzeug sowie in Zweifelsfällen zu überprüfen. Hierzu ist der wirksame Wassergehalt gemäß Anhang 3 zu bestimmen. Der Zement- und Zusatzstoffgehalt ist den Ist-Angaben des Lieferscheins zu entnehmen. Für die Bestimmung der Frischbetonrohdichte ist der LP-Topf zu verwenden. Sofern die Kernfeuchte der Gesteinskörnung (Wasseraufnahme gemäß DIN EN 1097-6) berücksichtigt werden soll, ist deren Größe im Rahmen der Erstprüfung durch ein gültiges Prüfzeugnis des Gesteinskörnungslieferanten nachzuweisen.
- Bei Beton mit Anforderungen an den Mindest-Luftgehalt sind die Konsistenz und der Luftgehalt des Betons jedes Fahrzeugs zu überprüfen.

(307) Folgende Prüfungen sind an der Einbaustelle durchzuführen, zu dokumentieren und dem Auftraggeber zur Verfügung zu stellen:

- Bei Beton mit Anforderungen an den Mindest-Luftgehalt sind zum Nachweis der Verarbeitungseigenschaften und der Stabilität der Luftporen zusätzlich unmittelbar an der Einbaustelle die Konsistenz und der Luftgehalt des Frischbetons zu prüfen. Dazu ist bei jedem Betonierabschnitt der Beton der ersten 10 Lieferfahrzeuge und danach der Beton jedes zehnten Lieferfahrzeugs (mindestens aber einmal je Betoniertag) zu prüfen.
- Für die Prüfung der Druckfestigkeit sind, sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, mindestens 3 Prüfkörper für jeweils höchstens 50 m³ bzw. je Betoniertag herzustellen und zu prüfen, wobei diejenige Anforderung maßgebend ist, welche die größte Anzahl von Proben ergibt. Für die Probenahme ist DIN 1045-3, Anhang B, Tabelle B.1, zu beachten. Die Prüfung der Druckfestigkeit ist gemäß DIN EN 12390-3 durchzuführen.
- Für die Prüfung der Wassereindringtiefe (Prüfung nur bei w/z-Wert > 0,55) ist, sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, mindestens 1 Prüfkörper für jeweils höchstens 50 m³ bzw. je Betoniertag herzustellen und zu prüfen, wobei diejenige Anforderung maßgebend ist, welche die größte Anzahl von Proben ergibt. Für die Probenahme ist DIN 1045-3, Anhang B, zu beachten.
- Bei Beton mit Anforderungen an den Frost-Tausalz-Widerstand XF4 muss die Prüfung gemäß BAW-MFB in vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber mindestens einmal während der Bauzeit erfolgen, sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart. Die Proben sind unmittelbar an der Einbaustelle zu entnehmen.

(308) Für die Frischbetoneigenschaften an der Übergabestelle sind vom Auftragnehmer Vorhaltemaße festzulegen, mit denen Änderungen der Frischbetoneigenschaften zwischen Übergabe- und Einbaustelle berücksichtigt werden.

(309) Ergeben die o. g. Prüfungen am Frischbeton nicht ausreichende Werte, so ist der Beton dieser Anlieferung abzulehnen bzw. darf nicht eingebaut werden.

(310) Sofern an der Gleichmäßigkeit des Betongefüges gemäß DIN 1045-3, 9.5 (8), Zweifel bestehen, sind frühzeitig während der Bauausführung entsprechende Untersuchungen an Bohrkernen aus dem betrachteten Bauteil gemäß BAW-MESB, Abschnitt 4.3, durchzuführen. Anzahl und Entnahmestellen der Bohrkerne sind projektspezifisch durch den Auftraggeber festzulegen. Im

Hinblick auf die Vermeidung von Schäden durch die Bohrkernentnahmen ist der Auftragnehmer bei der Wahl der Entnahmestellen einzubeziehen. Die Bohrkerne sind durch den Auftragnehmer im Beisein des Auftraggebers zu entnehmen, zu kennzeichnen und im Auftrag des Auftragnehmers durch ein mit dem Auftraggeber abzustimmendes Labor untersuchen zu lassen. Die Bohrlöcher sind durch den Auftragnehmer fachgerecht zu verschließen. Die Proben sind für etwaige Nachprüfungen bis zur abschließenden Klärung des Sachverhaltes aufzubewahren.

(311) Die Funktionskontrolle der technischen Einrichtungen gemäß DIN 1045-3, Tabelle B.1, Zeilen 9 und 10, muss mindestens jeden fünften Betoniertag erfolgen und ist zu dokumentieren.

(312) Für Baustellenbeton, der mit Transportbetonfahrzeugen befördert wird, gelten die Regelungen für Transportbeton analog. Bei Transportbeton und Baustellenbeton, der auf andere Weise befördert wird, sind Regelungen, die ein vergleichbares Qualitätsniveau sicherstellen, zu erstellen und mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(313) Ergänzend zu DIN 1045-3, B.2, gilt: Betone mit gleichen Ausgangsstoffen, gleichem w/z-Wert, aber anderem Größtkorn, gelten nicht als ein Beton.

(314) Ergänzend zu DIN 1045-3, B.2 (7), gilt: Falls der Nachweis nach DIN 1045-3, B.2 (7), nicht erbracht werden kann, ist der Auftraggeber unverzüglich zu informieren. Die Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren (z. B. Rückprallhammer) ist nicht zulässig.

(315) Ergänzend zu DIN 1045-3, Anhang C: Nach Abschluss der Betonarbeiten des jeweiligen Betonierabschnittes oder auf besondere Anforderung ist dem Auftraggeber zeitnah eine Zusammenstellung und Auswertung, einschließlich Statistik, der durchgeführten Prüfungen zu übergeben.

(316) Ergänzend zu DIN 1045-3, C.2, gilt: Die Führung aller Unterlagen (z. B. Betoniertagebuch, Ergebnisübersicht) muss getrennt nach Betonen erfolgen.

4 Spritzbeton (verankert, bewehrt)

4.1 Allgemeines

(317) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Spritzbeton, der in Schichtdicken ab 90 mm aufgebracht wird.

(318) Sofern die ZTV-W LB 219 keine abweichenden Regelungen enthalten, gelten DIN EN 14487-1 und DIN EN 14487-2 in Verbindung mit DIN 18551.

4.2 Anwendungsbereich

(319) Mit Spritzbeton dürfen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sofern der Spritzbeton für die dem Bauteil zugeordneten Expositionsklassen geeignet ist.

4.3 Baugrundsätze

4.3.1 Allgemeines

(320) Der Spritzbeton muss zur Sicherstellung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden.

(321) Die in der Leistungsbeschreibung vorgegebenen Schichtdicken sind Mindestschichtdicken.

(322) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen die vorgegebenen Schichtdicken (mit Ausnahme lokaler tieferer Ausbruchstellen und abtragsbedingter Unebenheiten) um nicht mehr als 20 mm überschritten werden.

(323) Der Größtkorndurchmesser des Spritzbetons
- muss im Bereich von 8 bis 16 mm liegen
- darf ein Drittel der Schichtdicke der jeweiligen Spritzlage nicht überschreiten
- ist möglichst groß zu wählen
- darf in den Lagen, in denen Bewehrung eingeschlossen wird, 8 mm nicht überschreiten
- darf in der letzten Spritzlage auch 4 mm betragen, wenn deren Dicke im Mittel 20 mm nicht übersteigt.

(324) Rückprall darf in keinem Fall bei der Herstellung des Spritzbetons wiederverwendet werden.

(325) Die Oberfläche des Spritzbetons ist spritzrau zu belassen. Wird in der Leistungsbeschreibung eine glatte oder besonders strukturierte Oberfläche gefordert, ist nach Erhärten des Spritzbetons in einem getrennten Arbeitsgang ein Spritzmörtel nach DIN EN 14487 / DIN 18551 oder nach Abschnitt 5 aufzubringen und entsprechend zu bearbeiten. Diese zusätzlich aufgebrachte Schicht muss die gleichen Dauerhaftigkeitsanforderungen erfüllen wie die Spritzbetonschicht und kann auf die Gesamtschichtdicke angerechnet werden.

4.3.2 Vorsatzschalen für Schleusenkammerwände und vergleichbare Bauteile

(326) Bei flächigen Bauteilen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung gemäß DIN 19702 darf gemäß DIN EN 1992-1-1 Adhäsionsverbund zwischen Instandsetzungssystem und Altbeton nicht angesetzt werden.

(327) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist bei Bauteilen bei denen sich hinter dem Instandsetzungssystem ein Wasserdruck einstellen kann, zwischen Betonuntergrund und Instandsetzungssystem der maximal mögliche innere Wasserdruck (Riss- und Porenwasserdruck) gemäß DIN 19702 anzusetzen.

(328) Bei Vorsatzschalen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung (326), oder bei denen ein innerer Wasserdruck zwischen Betonuntergrund und Vorsatzschale anzusetzen ist (327), ist die Bewehrung beidseitig anzuordnen.

(329) Die Mindestdicke der Vorsatzschale bei beidseitig angeordneter Bewehrung beträgt 160 mm.

(330) Die Spritzbetonvorsatzschale ist als direkt belastetes Bauteil und als Bestandteil des Gesamttragwerks für alle maßgebenden Einwirkungen zu bemessen. Dazu gehören die Nachweise für die Verankerung, die Bemessung der Bewehrung in der Spritzbetonschicht und bei Erfordernis der Nachweis der Schubkraftübertragung in der Fuge zwischen Spritzbeton und Betonuntergrund. Um jeden Anker als Prüfanker verwenden zu können, ist bei der Bemessung der Verankerung im Altbeton zu berücksichtigen, dass die Ankerstäbe mindestens $F_{Prüf}$ nach Anhang 2 aufnehmen müssen.

(331) In der Spritzbetonvorsatzschale ist zur Begrenzung der Rissbildung infolge Zwang aus Temperatur-, Schwind- und anderen Einflüssen eine Mindestbewehrung anzuordnen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, beträgt die zulässige charakteristische Rissbreite w_k = 0,25 mm. Erfolgen keine genaueren Untersuchungen, hat die Bemessung der Mindestbewehrung für zentrischen Zwang nach DIN EN 1992-1-1 / DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 7.3.2, zu erfolgen. Von dem damit ermittelten Bewehrungsanteil sind bei beidseitig angeordneter

Bewehrung zwei Drittel an der Schalenvorderseite und ein Drittel an der dem Betonuntergrund zugewandten Schalenrückseite anzuordnen.

(332) Können die Festigkeitseigenschaften des Betonuntergrunds zum Zeitpunkt der Instandsetzung mindestens einer Festigkeitsklasse C12/15 nach DIN 1045-2 zugeordnet werden, ist das Ankersystem zur Verankerung der Spritzbetonschicht frei wählbar, sofern die Aufnahme der Ankerkräfte rechnerisch nachgewiesen werden kann. Bei geringeren Festigkeiten des Betonuntergrunds dürfen nur Stabanker mit Verbund oder Verbunddübel verwendet werden. Alle Ankersysteme müssen nachweislich dauerhaft bei Wasserbeaufschlagung sein.

(333) Bei der Wahl des Füllgutes für die Anker ist der Feuchtezustand im Bohrloch zu berücksichtigen.

(334) Die Bohrlöcher für den Ankereinbau sind vor dem Einsetzen der Anker zu säubern und von losen Bestandteilen zu beräumen. Bei einer Zementmörtelverfüllung soll die Bohrlochachse mindestens 15° zur Horizontalen geneigt sein, so dass ein sicheres Füllen des Bohrlochs mit Mörtel erfolgen kann.

4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

4.4.1 Allgemeines

(335) Das Verfüllgut für Ankersysteme muss für die gegebenen Einwirkungen geeignet und dauerhaft wasserbeständig sein. Es kann bestehen aus

- Zementmörtel (Mörtel gemäß RL Trockenbeton oder Vergussmörtel gemäß RL Vergussbeton),
- Mörtelsystemen mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse.

(336) Die Ankerstäbe für Ankersysteme bestehen aus

- Betonstahl nach DIN 488,
- genormten oder bauaufsichtlich zugelassenen Gewindestangen oder
- genormtem oder bauaufsichtlich zugelassenem Baustahl.

(337) Das für den Spritzbeton maßgebende Anforderungsprofil ergibt sich aus DIN EN 14487 / DIN 18551 in Verbindung mit DIN 1045-2 sowie den nachstehenden zusätzlichen Anforderungen. Dabei sind die Anforderungen für alle dem Bauteil gemäß Tabelle 0.2 zugeordneten Expositionsklassen einzuhalten.

4.4.2 Betonausgangsstoffe und -zusammensetzung

(338) Für nicht genormte Ausgangsstoffe sind dem Auftraggeber allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Europäische Technische Bewertungen vorzulegen. Die Verwendung derartiger Stoffe bedarf der schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers.

(339) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen folgende Zemente nach DIN EN 197-1, DIN 1164-10 und DIN 1164-11 gemäß den Vorgaben der DIN 1045-2, Tabellen F.3 und F.4, verwendet werden:

- CEM I
- CEM II/A-S, CEM II/B-S
- CEM II/A-D
- CEM II/A-P, CEM II/B-P
- CEM II/A-V, CEM II/B-V
- CEM II/A-T, CEM II/B-T

- CEM II/A-LL
- CEM II/A-M (S-D), CEM II/A-M (S-T), CEM II/A-M (S-LL), CEM II/A-M (D-T), CEM II/A-M (D-LL), CEM II/A-M (T-LL)
- CEM II/A-M (S-V), CEM II/A-M (V-T), CEM II/A-M (V-LL)
- CEM II/A-M (S-P), CEM II/A-M (S-Q), CEM II/A-M (D-P)
- CEM II/A-M (D-V), CEM II/A-M (D-Q), CEM II/A-M (P-V)
- CEM II/A-M (P-T), CEM II/A-M (P-Q), CEM II/A-M (P-LL), CEM II/A-M (Q-V), CEM II/A-M (Q-T), CEM II/A-M (Q-LL)
- CEM II/B-M (S-D), CEM II/B-M (S-T), CEM II/B-M (D-T)
- CEM II/B-M (S-LL)[6], CEM II/B-M (V-LL)[6], CEM II/B-M (T-LL)[6]
- CEM III/A, CEM III/B.

(340) Bei Verwendung von schnell erstarrenden Zementen nach DIN 1164-11 ist ein gesonderter Eignungsnachweis zur Feststellung der Spritzeignung gemäß RL SIB Teil 4, Abschnitt 3.6.4.11, zu führen. Die Fehlerlängensumme darf 120 mm nicht überschreiten.

(341) Es dürfen nur industriell hergestellte Gesteinskörnungen gemäß DIN 1045-2, 5.1.3 (2) verwendet werden, für Bauteile in den Expositionsklassen XM, XF3 und XF4 ist die Verwendung industriell hergestellter Gesteinskörnungen nicht zulässig.

(342) Die Verwendung industriell hergestellter leichter Gesteinskörnung, wiedergewonnener ausgewaschener und wiedergewonnener gebrochener Gesteinskörnung ist nicht zulässig.

(343) Rezyklierte Gesteinskörnung des sortenreinen Typs 1 darf zur Herstellung und Verarbeitung von Beton bis zu einer Druckfestigkeitsklasse C30/37 verwendet werden. Dabei dürfen maximal 25 Vol.-% (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) der groben Gesteinskörnung ausgetauscht werden. Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2 sowie feine rezyklierte Gesteinskörnung sind nicht zulässig. Die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen in den Expositionsklassen XF3, XF4, XA2, XA3, XD3, XS3 und XM ist nicht zulässig. Rezyklierte Gesteinskörnung darf nur für Bauteile mit vorwiegend ruhender Belastung gemäß DIN 19702, 5.3.2.4, für verformungsunempfindliche Bauteile oder für Bauteile, bei denen das Kriechverhalten vernachlässigt werden kann, eingesetzt werden. Bei Bauteilen mit der Feuchtigkeitsklasse WA sind rezyklierte Gesteinskörnungen nur zulässig, wenn für diese eine Einstufung in die Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S nach Anhang B.3 der DAfStb-Richtlinie „Alkali-Reaktion im Beton“ (RL AKR) vorliegt.

(344) Für die Verwendung von Gesteinskörnungen im Beton sind ergänzend zu DIN 1045-2, Anhang E.2, Tabelle E.1, folgende Anforderungen einzuhalten:
- Natürlich zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 darf nicht verwendet werden.
- Die Kornzusammensetzung der groben Gesteinskörnung muss eng gestuft sein.
- Die Kornform von groben Gesteinskörnungen muss für gebrochenes Korn mindestens der Kategorie FI35 oder SI40 entsprechen.
- Der Widerstand gegen Zertrümmerung von Gesteinskörnungen aus gebrochenem Felsgestein muss mindestens der Kategorie LA50 oder der Kategorie SZ32 entsprechen.
- Der Anteil leichtgewichtiger organischer Verunreinigungen darf bei feinen Gesteinskörnungen 0,25 % Massenanteile und bei groben Gesteinskörnungen 0,05 % Massenanteile nicht überschreiten.
- Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen Korngemische nicht verwendet werden.

(345) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, darf der Nachweis des Frostwiderstands oder des Frost-Tausalz-Widerstands der Gesteinskörnungen gemäß DIN 1045-2,

[6] Für die Zemente CEM II/B-M ist der zulässige Kalksteingehalt auf 20 M.-% begrenzt (DIN 1045-2, Tabelle F.4, Fußnote [e)])

Anhang E.2, Tabelle E.1, zu keinem Zeitpunkt während der Bauausführung älter als 6 Monate sein.

(346) Für die Expositionsklasse XF3 dürfen nur Gesteinskörnungen der Kategorie F1 gemäß DIN EN 12620 verwendet werden.

(347) Die Sieblinie der Gesteinskörnung in der Grundmischung sollte im Bereich 3 nach DIN 1045-2, Anhang Q, Bild Q.1 bzw. Q.2, liegen.

(348) Bei einem Größtkorn $D \leq 8$ mm sind die nach DIN 1045-2 geltenden Anforderungen an den Mindestzementgehalt um 30 kg/m³ zu erhöhen.

(349) Die Verwendung von Betonzusatzstoffen und Betonzusatzmitteln bedarf der vorherigen Abstimmung mit dem Auftraggeber.

(350) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Beginn der Eignungsprüfung alle erforderlichen Prüfzeugnisse, Prüfbescheide und Nachweise zur Abstimmung vorzulegen.

4.4.3 Anforderungen an den Festbeton

(351) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind alle Festbetoneigenschaften (z. B. Druckfestigkeitsklasse, Wassereindringtiefe, Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand) im Alter von 28 Tagen nachzuweisen.

(352) Zur Beurteilung der Reißneigung des Spritzbetons ist das behinderte Schwinden gemäß Anhang 4 zu prüfen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn nach 28 Tagen keine großflächigen Ablösungen von der Unterlage vorhanden sind und eine Rissbreite von 0,1 mm nicht überschritten wird.

(353) Für Spritzbetone der Expositionsklassen XF3 und XF4 ist der Frost- bzw. Frost-Tausalz-Widerstand gemäß BAW-MFB nachzuweisen. Die Abnahmekriterien gemäß BAW-MFB sind einzuhalten.

(354) Der Spritzbeton muss einen hohen Wassereindringwiderstand gemäß DIN 1045-2 aufweisen. Bei Prüfung nach DIN EN 12390-8 darf die Wassereindringtiefe 30 mm nicht überschreiten.

(355) Für Spritzbetone der Expositionsklassen XD2 und XD3 ist eine Dauerhaftigkeitsbemessung gemäß BAW-MDCC durchzuführen (z. B. bei Umschlagkajen in Binnenhäfen, Bauteilen mit einer Chloridbelastung aus Fließgewässern, staugeregelten Gewässern oder Grundwässern mit einem Chloridgehalt größer als 2.000 mg/l).
Auf eine Bemessung nach BAW-MDCC darf in folgenden Fällen verzichtet werden:

- Bei Bauteilen mit planmäßigen Nutzungsdauern von bis zu 50 Jahren, sofern die nachfolgenden Bindemittel verwendet werden:
  - CEM I- und CEM II-Zemente nach (339) in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Flugaschegehalt mindestens 20 M.-% von (z+f) betragen muss.
  - CEM I- und CEM II-Zemente nach (339) in Verbindung mit Silikastaub als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Silikastaubgehalt mindestens 8 M.-% von (z+s) betragen muss.
  - CEM III/A in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Flugaschegehalt mindestens 10 M.-% von (z+f) betragen muss.
  - CEM III/B.
- Bei Bauteilen im Einflussbereich von Straßenbauwerken (z. B. Schleusenhäupter oder Wehrpfeiler unter Straßenbrücken) unabhängig von der Nutzungsdauer, sofern die vorgenannten Bindemittel verwendet werden.

(356) Bei Bauteilen im Einwirkungsbereich von Meerwasser in Küstenbereichen sowie Ästuarien mit den Expositionsklassen XS2 und XS3 gilt zusätzlich das BAW-MBM.

4.4.4 Festlegung des Betons

(357) Der Auftragnehmer hat vor der Bauausführung eine Eignungsprüfung gemäß DIN EN 14487-1 / DIN 18551, Abschnitt 7.3, durchzuführen. Im Rahmen dieser Eignungsprüfung sind ergänzend die in Abschnitt 4.4 und 4.6 sowie ggf. der Leistungsbeschreibung zusätzlich geforderten Eigenschaften nachzuweisen. Die Nachweise sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(358) Bei der Durchführung der Eignungsprüfung sind alle für den Beton relevanten Einflüsse (klimatische Randbedingungen, Transport, Förderung, Verarbeitung, Nachbehandlung etc.) zu berücksichtigen.

(359) Der Verzicht auf eine solche Eignungsprüfung für den Fall, dass Langzeiterfahrungen für ähnliche Spritzbetonausrüstungen und dasselbe Personal zur Verfügung stehen, ist nicht zulässig. Zum Zeitpunkt des Beginns des Betoneinbaus darf die Eignungsprüfung nicht mehr als 12 Monate zurückliegen.

(360) Der Auftragnehmer ist über DIN 14487-1 / DIN 18851 hinaus verpflichtet, neue Eignungsprüfungen durchzuführen, wenn die Ausgangsstoffe des Spritzbetons (Art, Hersteller, Ort der Gewinnung), die Zusammensetzung, die Spritzeinrichtung oder die Verhältnisse auf der Baustelle geändert werden sollen.

(361) Der Auftraggeber ist über den Beginn der Eignungsprüfungen rechtzeitig zu informieren. Der Auftraggeber behält sich vor, an den Eignungsprüfungen des Auftragnehmers teilzunehmen.

(362) Mit der Ausführung der Spritzbetonarbeiten darf erst nach erfolgreich absolvierter Eignungsprüfung und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

4.5 Bauausführung

4.5.1 Allgemeines

(363) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor dem ersten Spritzbetoneinbau ein Betonierkonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor jedem Spritzbetoneinbau ein Betonierplan zur Abstimmung vorzulegen. Betonierkonzept und Betonierplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplanes gemäß Abschnitt 1.5.1.

(364) Das Betonierkonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Ergebnisse der Eignungsprüfung (Druckfestigkeit, behindertes Schwinden, Wassereindringwiderstand, Chlorideindringwiderstand, Frost- bzw. Frost-Tausalz-Widerstand)
- Zusammensetzung der Grundmischung und Angaben zur Lieferform (Transportbeton oder Werkfrischmörtel, werkgemischte Trockenprodukte, Baustellenbeton)
- Kontrolle der Ausgangsstoffe (Berichte der anerkannten Überwachungsstellen, bei Gesteinskörnungen auch Unterlagen der werkseigenen Produktionskontrolle)
- Spritzverfahren
- Spritzeinrichtung, Maschinen und Geräte
- Bauteilverzeichnis (Art der Bauteile, Expositionsklassen, Anforderungen nach Statik und nach Bauablauf)
- Verankerung, Anordnung und Befestigung einzubauender Bewehrung
- Erforderliche Maßnahmen im Bereich von Einbauteilen
- Dichtelemente (Art, Anzahl, Einbauort, Lagesicherung, Schutz während des Bauablaufes, Stoßausbildungen etc.)
- Ausbildung von Kanten und Rändern (Schalung etc.)
- Anzahl, Dicke, zeitliche Abfolge und Nachbehandlung der einzelnen Spritzlagen
- Maßnahmen zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken

- Ausbildung der Betonersatzsystemoberfläche
- Entsorgung des Rückpralls
- Überwachung Betonherstellung und Spritzbetonverarbeitung, Betonprüfungen.

(365) Der Betonierplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Bauteilplan (weitere Detaillierung der Angaben gemäß Betonierkonzept/Bauteilverzeichnis)
- Einbaumengen, Einbauzeiten
- Lieferwerke (Transportbeton oder Werkfrischmörtel, werkgemischte Trockenprodukte)
- Personalplan, Düsenführer
- Überwachung der Betonherstellung (Prüfplan zum Nachweis der Konformität der Grundmischung, des Frischbetons und des erhärteten Spritzbetons mit Angabe des Prüfumfangs und der Prüfhäufigkeit)
- Herstellung der Arbeitsfugen zu anschließenden Betonierabschnitten
- Herstellung von Kanten und Rändern (Schalung etc.)
- Vorbereitung der Auftragsflächen (Betonuntergrund, erhärtete Spritzlagen)
- Art und Zeitpunkt der Arbeitsfugenbearbeitung
- Anforderungen an die Betonoberflächen, Oberflächenbearbeitung
- Herstellung der Fugenabdichtungen
- Nachbehandlungsplan (Art, Dauer, Zeitpunkt, Dokumentation)
- Schutzmaßnahmen für benachbarte Arbeitsabschnitte und Bauteile
- Berücksichtigung der Witterungseinflüsse, witterungsbedingte Schutzmaßnahmen
- Maßnahmen bei Störfällen (z. B. Ausfall von Lieferwerken, Spritzeinrichtung, Dosiereinrichtung).

4.5.2 Personal

(366) Es dürfen nur Düsenführer eingesetzt werden, die eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfung[7] erfolgreich abgelegt haben. Der Nachweis ist vor Ausführungsbeginn vorzulegen.

4.5.3 Untergrundvorbereitung

(367) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen und eingebaute Bewehrung vor Auftrag des Spritzbetons nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

(368) Die Oberflächen erhärteter Spritzlagen (nicht frisch in frisch) sind vor dem Auftrag einer weiteren Spritzlage entsprechend Abschnitt 2.2.2 vorzubereiten.

4.5.4 Arbeitsfugen

(369) Arbeitsfugen sind wasserundurchlässig auszubilden.

(370) Hinsichtlich der Vorbereitung von Arbeitsfugen gilt (368).

(371) Bei beidseitig bewehrten Vorsatzschalen gemäß Abschnitt 4.3.2 können zur Sicherstellung der Wasserundurchlässigkeit im Bereich der Arbeitsfugen zusätzlich Injektionen erforderlich sein. Da bei Injektionsschläuchen die Gefahr einer Beschädigung beim Einspritzen besteht, sollten diese Injektionen über Packer erfolgen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt, ist die Injektion mit Zementsuspension gemäß Abschnitt 8 auszuführen. Acrylatgele sind als Füllstoffe nicht zulässig. Die Injektionen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

---

[7] *Als Nachweis der Qualifikation des Düsenführers gelten die Bescheinigung des Ausbildungsbeirates „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (sog. Düsenführerschein) oder gleichwertige Qualifikationsnachweise.*

4.5.5 Bewehrung

(372) Mit dem Einbau ggf. vorgesehener Verankerungselemente und Bewehrung darf erst nach Vorlage der Ergebnisse der Abreißversuche gemäß Tabelle 2.1 und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(373) Für zusätzlich eingelegte Bewehrung muss der Mindestabstand zum Betonuntergrund 20 mm betragen.

(374) Mindestmaß c_{min} und Nennmaß c_{nom} der Betondeckung sind gemäß Abschnitt 1.3.2 zu wählen.

4.5.6 Schichtdicke

(375) Zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken sind geeignete Hilfsmittel oder -konstruktionen einzusetzen.

(376) Werden zur Einhaltung der Schichtdicke Lehren in den Auftragsflächen verankert, sind diese nach Abschluss der Spritzarbeiten zu entfernen. Fehlstellen und Aussparungen sind vollständig mit dem gleichen Spritzbeton frisch in frisch so zu schließen, dass auch in diesen Bereichen die geforderten Eigenschaften vorhanden sind. Verbleibende Teile aus Stahl oder Beton müssen mindestens 50 mm unter der Spritzbetonoberfläche enden.

4.5.7 Spritzbetonauftrag

(377) Die Auftragsflächen müssen vor dem Auftrag des Spritzbetons ausreichend (erstmals mindestens 24 Stunden vorher) vorgenässt werden. Die Auftragsflächen müssen bei Beginn der Spritzarbeiten jedoch soweit abgetrocknet sein, dass sie mattfeucht erscheinen.

(378) Mit dem Auftrag des Spritzbetons darf erst nach Überprüfung der Auftragsflächen durch den Auftragnehmer und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(379) Die Temperatur der Grundmischung (Trockenmischung) und die Frischbetontemperatur (Nassmischung) beim Auftrag an der Einbaustelle dürfen maximal + 28 °C nicht überschreiten.

(380) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Spritzlagen sind temporäre Nachbehandlungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 4.5.8 durchzuführen.

4.5.8 Nachbehandlung und Schutz

(381) Mit den Maßnahmen zur Nachbehandlung und zum Schutz des Spritzbetons ist nach Auftrag der letzten Spritzlage eines Arbeitsabschnitts erst dann zu beginnen, wenn der Spritzbeton soweit erhärtet ist, dass seine Oberfläche nicht mehr nachteilig verändert werden kann. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Spritzbetonoberfläche von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf jedoch zu keinem Zeitpunkt auftreten.

(382) Die Nachbehandlungsdauer beträgt mindestens 7 Tage, wobei während der ersten 3 Tage Wasser zuführende Nachbehandlungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

4.5.9 Bewegungsfugen

(383) Muster von Dehnfugenbändern, ggf. auch der Werksverbindung, Prüfzeugnisse (Abnahmeprüfzeugnis A nach DIN 7865-5 mit Prüfungen nach DIN 7865-2, Tabelle 1, 6.2 bis 6.8, objektspezifisch gegebenenfalls 6.9 bis 6.12) und Angaben über die Materialzusammensetzung mit der Angabe des Basis-Polymers nach DIN 7865-3, sind dem Auftraggeber für eine Kontrollprüfung 6 Wochen vor dem Einbau vorzulegen und mit ihm abzustimmen.

Für jeden nach DIN 7865-1 verwendeten Fugenbandtyp ist für die Kontrollprüfung eine Überlänge von 0,4 m einzuplanen. Die Probenahme für Kontrollprüfungen muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen und ist vom Auftragnehmer zu dokumentieren. Für die Verbindung von Fugenbändern gilt DIN 18197. Baustellendokumentationen nach DIN 18197, Anhang B, Qualifikationsnachweise nach DIN 18197, Anhang C, sowie Prüfprotokolle nach DIN 18197, Anhang E, sind dem Auftraggeber vorzulegen. Für Planung und Ausführung von Bewegungsfugen ist BAW-MAB zu berücksichtigen.

4.6 Qualitätssicherung

4.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

(384) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber die Ergebnisse der Überwachung der Ausgangsstoffe durch die anerkannten Überwachungsstellen, bei Gesteinskörnungen auch die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle, jeweils unverzüglich zu übergeben.

(385) Im Rahmen der Eignungsprüfung sind vom Auftragnehmer nachfolgend genannte Prüfungen und Nachweise zu erbringen. Für die Prüfungen am Spritzbeton sind ergänzend zu den Festlegungen in Abschnitt 4.4.3 die Prüfnormen der Reihe DIN EN 14488 zu beachten. Hinsichtlich des Nachweiszeitpunktes gelten die Regelungen in (351).

Grundmischung:
- Frischbetontemperatur
- Konsistenz (nur bei Nassspritzbeton).

Frischer Spritzbeton:
- Dichte
- Wassergehalt
- Fasergehalt (nur bei faserverstärktem Spritzbeton).

Erhärteter Spritzbeton (alle Expositionsklassen):
- Dichte bei 20 °C und 65 % r.F.
- Druckfestigkeit
- Statischer E-Modul
- Wassereindringwiderstand
- Behindertes Schwinden.

Erhärteter Spritzbeton (nachfolgend genannte Betone und Expositionsklassen):
- bei faserverstärktem Spritzbeton: Erstrissfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Restfestigkeit oder Energieabsorptionsvermögen
- bei XS2 und XS3: Chlorideindringwiderstand nach BAW-MDCC sofern in BAW-MBM gefordert
- bei XD2 und XD3: Chlorideindringwiderstand nach BAW-MDCC sofern in (355) gefordert
- bei XF3: Frostwiderstand nach BAW-MFB
- bei XF4: Frost-Tausalz-Widerstand nach BAW-MFB.

(386) Bei Verwendung werksmäßig hergestellter Grundmischungen hat der Auftragnehmer gemäß VOB/B § 4 Abs. 1 Nr. 2 sicher zu stellen, dass der Auftraggeber sich beim Hersteller jederzeit durch Vorlage von Unterlagen über die werkseigene Produktionskontrolle, die Zusammensetzung der Grundmischung und die Kontrolle durch eine anerkannte Überwachungsstelle informieren und durch Besichtigung der Produktionsstätten von der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Herstellers überzeugen kann sowie Materialien für zusätzliche Kontrollprüfungen des Auftraggebers entnehmen darf.

4.6.2 Ausführung und Prüfung der ausgeführten Leistung

(387) Die Qualität der Ausführung und der ausgeführten Leistung wird gemäß Abschnitt 1.6.1.3 in Verbindung mit DIN EN 14487-2 / DIN 18551 gesichert. Es gilt die Überwachungskategorie 3. Zusätzlich sind durch den Auftragnehmer die Leistungen gemäß (388) bis (395) zu erbringen.

Qualität der Verankerung

(388) Die Einbindetiefen und Ankerlängen sind vor Beginn der Bohr- und Ankerarbeiten anhand von Ausziehversuchen vor Ort gemäß Anhang 2 zu überprüfen bzw. festzulegen (Eignungsprüfung). Die Anzahl der Versuche richtet sich nach der Größe des Bauvorhabens, dem potentiellen Risiko beim Versagen der Anker im Betrieb und den Festigkeitsverhältnissen im Altbeton. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind mindestens 5 Versuchsanker auszuführen.

(389) Zur Kontrolle der Ausführungsqualität des Ankereinbaus sind vom Auftragnehmer Prüfungen nach Anhang 2 im Beisein des Auftraggebers durchzuführen. Die Auswahl der zu prüfenden Anker muss repräsentativ für das Bauteil sein und nach Abschluss der Ankerarbeiten in vorheriger Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer festgelegt werden. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind pro Bauteil 2 % aller erforderlichen Anker, mindestens jedoch 5 Stück gemäß Anhang 2 zu prüfen. Gibt es für das gewählte Ankersystem allgemeine bauaufsichtliche oder europäische technische Zulassungen und sind die darin enthaltenen Prüfvorgaben strenger, so sind diese ebenfalls zu erfüllen. Die beprobten Versuchsanker können nach erfolgreicher Ankerprüfung als Bauwerksanker verwendet werden.

Qualität des Spritzbetons

(390) Für Umfang und Häufigkeit der im Rahmen der Konformitäts- und Produktionskontrolle durchzuführenden Prüfungen gelten, sofern in (391) bis (395) nicht anders vereinbart, DIN EN 14487-1 / DIN 18551, Abschnitt 7. Es gilt die Überwachungskategorie 3.

(391) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, werden für den Nachweis der Druckfestigkeit, des Frost- und des Frost-Tausalz-Widerstands sowie des Wassereindringwiderstands Probekörper aus gemäß DIN EN 14488-1 gesondert hergestellten Platten entnommen. Aus jeder Platte darf je Prüfziel nur 1 Probekörper entnommen werden.

(392) Die Prüfung der Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3 erfolgt je 250 m² Einbaufläche an Serien von jeweils mindestens 5 Probekörpern.

(393) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, sind Prüfungen zum Nachweis des Frost- bzw. Frost-Tausalz-Widerstands je 500 m² Einbaufläche an einer Serie von mindestens 5 Probekörpern gemäß BAW-MFB durchzuführen.

(394) Prüfungen zum Nachweis des Wassereindringwiderstands sind je 250 m² Einbaufläche an einer Serie von mindestens 5 Probekörpern gemäß DIN EN 12390-8 durchzuführen.

Qualität des Verbunds

(395) Die fertiggestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen. Hohlstellen dürfen an keiner Stelle vorhanden sein.

5 Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt)

5.1 Allgemeines

(396) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit zementgebundenem Betonersatz aus Spritzmörtel/Spritzbeton mit bzw. ohne Polymermodifizierung, der in dünnen Schichten (bis 60 mm) ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung im Spritzverfahren auf Betonuntergründe der Altbetonklasse A2, A3, A4 oder A5 aufgebracht wird.

(397) Die Mindestschichtdicke beträgt bei flächigem Auftrag 20 mm.

(398) Wird vorhandene, frei gelegte Bewehrung eingespritzt, kann die Schichtdicke von 60 mm örtlich auch überschritten werden.

5.2 Anwendungsbereich

(399) Mit Spritzmörtel/Spritzbeton dürfen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sofern dieser für die dem Bauteil zugeordneten Einwirkungen und die zugeordnete Altbetonklasse geeignet sind.

5.3 Baugrundsätze

(400) Die in der Leistungsbeschreibung vorgegebenen Schichtdicken sind Mindestschichtdicken.

(401) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen die vorgegebenen Schichtdicken (mit Ausnahme lokaler tieferer Ausbruchstellen und abtragsbedingter Unebenheiten) um nicht mehr als 10 mm überschritten werden.

(402) Der Größtkorndurchmesser
- darf ein Drittel der Dicke der jeweiligen Spritzlage nicht überschreiten,
- ist möglichst groß zu wählen.

(403) Rückprall darf in keinem Fall bei der Herstellung des Spritzmörtels/Spritzbetons wiederverwendet werden.

(404) Die Oberfläche des Spritzmörtels/Spritzbetons ist spritzrau zu belassen. Wird eine glatte oder besonders strukturierte Oberfläche gefordert, ist wie folgt zu verfahren:
- Bei einlagigem Auftrag ist nach Erhärten des Spritzmörtels/Spritzbetons in einem getrennten Arbeitsgang ein mit dem Spritzmörtel/Spritzbeton verträglicher Spritzmörtel aufzubringen und entsprechend zu bearbeiten. Dieser muss dieselben Anforderungen erfüllen wie der Spritzmörtel/Spritzbeton. Er darf auf die geforderte Spritzmörtel/Spritzbeton-Schichtdicke angerechnet werden, sofern die Schichtdicke des erhärteten Spritzmörtels/Spritzbetons $\geq$ 20 mm beträgt.
- Bei mehrlagigem Auftrag darf die letzte Spritzlage entsprechend bearbeitet werden, wenn die Gesamtschichtdicke der vorherigen Lagen $\geq$ 20 mm beträgt.

5.4 Baustoffe

(405) Es dürfen nur solche Spritzmörtel/Spritzbetone verwendet werden, für die ein Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 vorliegt. Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nachgewiesen werden (siehe Abschnitte 1.4, 1.6.1 und 5.6).

(406) Die Spritzmörtel/Spritzbetone müssen an das Festigkeits- und Verformungsverhalten des Betonuntergrunds angepasst sein.

(407) Für Spritzmörtel/Spritzbeton mit bekannter Zusammensetzung gemäß Tabelle 0.7, Zeile 1, gelten die Anforderungen gemäß (339) gleichermaßen.

(408) Die Spritzmörtel/Spritzbetone dürfen nur mit den beim Nachweis der Verwendbarkeit eingesetzten Spritzanlagen und maximalen Schlauchlängen verarbeitet werden. Gleiches gilt für Dosierungs- und Mischanlagen für baustellengemischte Spritzmörtel/Spritzbeton-Komponenten. Silos bedürfen einer stoffspezifischen Überprüfung im Hinblick auf die Entmischungsneigung.

(409) Bei werksgemischten Spritzmörteln/Spritzbetonen darf die zulässige Lagerungsdauer nicht überschritten werden.

(410) Beim Verarbeiten werksmäßig hergestellter Mörtel-/Beton-Trockenkomponenten dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden. Wenn die Flüssigkomponente nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, ist für ausreichende Homogenisierung und eine geeignete Dosiereinrichtung zu sorgen. An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

5.5 Bauausführung

5.5.1 Allgemeines

(411) Vor dem Auftrag des Spritzmörtels/Spritzbetons ist dem Auftraggeber der Nachweis der Verwendbarkeit, die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers und, sofern Vorgehensweise 1 festgelegt, zusätzlich der Nachweis der Übereinstimmung gemäß Abschnitt 5.4 vorzulegen.

(412) Hinsichtlich der material- und verarbeitungsbedingten Grenzwerte für die Verwendung des Spritzmörtels/Spritzbetons sind Abschnitt 1.5.4 und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers einzuhalten.

(413) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor dem ersten Spritzmörtel-/Spritzbetoneinbau ein Ausführungskonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor dem Beginn der Ausführungsarbeiten ein Ausführungsplan zur Abstimmung vorzulegen. Ausführungskonzept und Ausführungsplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplanes gemäß Abschnitt 1.5.1.

(414) Zusammen mit dem Ausführungskonzept sind dem Auftraggeber die Produktdatenblätter und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen.

(415) Das Ausführungskonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Betonersatzsystem mit Spritzverfahren/Spritzeinrichtung
- Ggf. verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Produktherstellers
- Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit
- Bauteilverzeichnis (Art der Bauteile, Expositionsklassen, Anforderungen nach Bauablauf)
- Vorbereitung der Auftragsflächen (Untergrund und erhärtete Spritzlagen, falls mehrlagig gearbeitet wird) und Arbeitsfugen
- Erforderliche Maßnahmen im Bereich von Einbauteilen
- Ausbildung von Kanten und Rändern (Schalung etc.)
- Anzahl, Dicke, zeitliche Abfolge und Nachbehandlung der einzelnen Spritzlagen
- Maßnahmen zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken
- Ausbildung der Betonersatzsystemoberfläche
- Entsorgung des Rückpralls
- Überwachung Spritzmörtel- / Spritzbetonherstellung und - verarbeitung, Baustoffprüfungen.

(416) Der Ausführungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Zeitplan der Ausführung, Unterbrechungen, Ausführungsabfolge
- Bauteilplan (Anforderungen nach Bauablauf, weitere Detaillierung der Angaben gemäß Ausführungskonzept/Bauteilverzeichnis)
- Einbaumengen, Einbauzeiten
- Personalplan, Düsenführer, ggf. Kolonnenführer nach Abschnitt 1.5.2
- Herstellung der Arbeits- und Spritzfugen, Angaben zur Kantenschalung
- Art und Zeitpunkt der Arbeitsfugenbearbeitung
- Anforderungen an die Betonoberflächen, Oberflächenbearbeitung
- Nachbehandlungsplan (Art, Dauer, Zeitpunkt)
- Schutzmaßnahmen für benachbarte Arbeitsabschnitte und Bauteile
- Berücksichtigung der Witterungseinflüsse, witterungsbedingte Schutzmaßnahmen
- Maßnahmen bei Störfällen (z. B. Ausfall von Lieferwerken, Spritzeinrichtung, Dosiereinrichtung).

(417) Mit dem Auftrag des Spritzmörtels/Spritzbetons darf erst nach Überprüfung der Einhaltung des Reinigungsgrades der Bewehrung durch den Auftragnehmer und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

5.5.2 Personal

(418) Es dürfen nur Düsenführer eingesetzt werden, die eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfung[8] erfolgreich abgelegt haben. Der Nachweis ist auf Verlangen vorzulegen.

5.5.3 Untergrundvorbereitung

(419) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen und Bewehrung vor Auftrag des Spritzmörtels/Spritzbetons nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

(420) Die Oberflächen erhärteter Spritzlagen (nicht frisch in frisch) sind vor dem Auftrag einer weiteren Spritzlage entsprechend Abschnitt 2.2.2 vorzubereiten.

5.5.4 Schichtdicke

(421) Zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken sind geeignete Hilfskonstruktionen einzusetzen.

(422) Werden zur Einhaltung der Schichtdicke Lehren in den Auftragsflächen verankert, sind diese vor Abschluss der Spritzarbeiten zu entfernen. Die entstandenen Löcher und Aussparungen sind vollständig mit dem verwendeten Spritzmörtel/Spritzbeton so zu schließen, dass auch in diesen Bereichen die geforderten Eigenschaften vorhanden sind.

5.5.5 Spritzmörtel/Spritzbeton-Auftrag

(423) Die Auftragsflächen müssen vor dem Auftrag des Spritzmörtels/Spritzbetons ausreichend (erstmals mindestens 24 Stunden vorher) vorgenässt werden. Die Auftragsflächen müssen bei Beginn der Spritzarbeiten jedoch soweit abgetrocknet sein, dass sie mattfeucht erscheinen.

(424) Beim Verarbeiten werksmäßig hergestellter Mörtel-/Beton-Trockenkomponenten dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden. Wenn die Flüssigkomponente

[8] *Als Nachweis der Qualifikation des Düsenführers gelten die Bescheinigung des Ausbildungsbeirates „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (sog. Düsenführerschein) oder gleichwertige Qualifikationsnachweise.*

nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, ist für ausreichende Homogenisierung und eine geeignete Dosiereinrichtung zu sorgen. An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

(425) Die Temperatur der Grundmischung (Trockenmischung) und die Frischbeton-/Frischmörteltemperatur (Nassmischung) beim Auftrag an der Einbaustelle dürfen + 30 °C nicht überschreiten, sofern in den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers keine geringeren Temperaturen gefordert sind.

(426) Mit dem Auftrag des Spritzmörtels/Spritzbetons darf erst nach Überprüfung der Auftragsflächen und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(427) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Spritzlagen sind Nachbehandlungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 5.5.6 durchzuführen.

5.5.6 Nachbehandlung und Schutz

(428) Mit den Maßnahmen zur Nachbehandlung und zum Schutz des Spritzmörtels/Spritzbetons ist nach Auftrag der letzten Spritzlage eines Arbeitsabschnitts erst dann zu beginnen, wenn der Spritzmörtel/Spritzbeton soweit erhärtet ist, dass seine Oberfläche nicht mehr nachteilig verändert werden kann. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Spritzmörtel/Spritzbeton-Oberfläche von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf jedoch zu keinem Zeitpunkt auftreten.

(429) Sofern die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers keine weitergehenden Anforderungen enthalten, beträgt die Mindestnachbehandlungsdauer 7 Tage, wobei in den ersten 3 Tagen Wasser zuführende Nachbehandlungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

5.6 Qualitätssicherung

5.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

5.6.1.1 Nachweis der Verwendbarkeit

(430) Die Verwendbarkeit der Spritzmörtel/Spritzbetone für den vorgesehenen Verwendungszweck unter den Randbedingungen der Baustelle ist vom Auftragnehmer durch einen Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 nachzuweisen.

(431) Im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 sind als Basis für den Übereinstimmungsnachweis Produktmerkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren. Als Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung ist die Rohdichte des frischen Spritzmörtels/Spritzbetons nach Anhang 6 zu bestimmen. Als Bezugswert für die Überprüfung der ausgeführten Leistung ist die Trockenrohdichte des Spritzmörtels/Spritzbetons in Anlehnung an DIN 52170-1 zu bestimmen.

5.6.1.2 Übereinstimmungsnachweis, Übereinstimmungsbestätigung

(432) Die Übereinstimmung des Spritzmörtels/Spritzbetons mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit nach Vorgehensweise 1 untersuchten und bewerteten Spritzmörtel/Spritzbeton ist vor und während der Bauausführung gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung durch den Auftragnehmer sicher zu stellen und zu bestätigen.

5.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung

(433) Die Qualität der Ausführung ist vom Auftragnehmer zu überprüfen und sicher zu stellen.

(434) Vor dem Einbau sind an den gelieferten Baustoffen bzw. an der Spritzanlage vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung folgende Kontrollen durchzuführen:

- Überprüfung des Verfalldatums bzw. des Herstelldatums und der zulässigen Lagerungsdauer und der Lagerungsbedingungen (werksmäßig hergestellte Spritzmörtel/Spritzbetone)
- Überprüfung der Übereinstimmung der Spritzanlage mit der beim Nachweis der Verwendbarkeit eingesetzten Spritzanlage gemäß Abschnitt 5.5.1
- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Spritzanlage inkl. aller Geräte, die zur Herstellung des Spritzmörtels/Spritzbetons nötig sind
- Überprüfung der korrekten Geräteeinstellungen analog den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers.

(435) Beim Nassspritzverfahren ist beim Mischen der Komponenten des Betonersatzsystems die Einhaltung des beim Nachweis der Verwendbarkeit gewählten Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung und die gleichmäßige Förderung sind zu überprüfen.

(436) Beim Trockenspritzverfahren ist die gleichmäßige Zusammensetzung und Förderung des Trockenmörtels/-betons zu überprüfen (Sichtkontrolle).

Frischmörtel/Frischbeton

(437) Die Rohdichte des frischen Spritzmörtels/Spritzbetons ist je Arbeitstag nach Anhang 6 einmal je angefangene 100 m², mindestens jedoch einmal je Arbeitstag zu ermitteln. Die Rohdichte des frischen Spritzmörtels/Spritzbetons darf den Bezugswert aus dem Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 nach Abschnitt 0.6) bzw. den vom Hersteller deklarierten Wert (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) um nicht mehr 0,07 kg/dm³ unterschreiten.

5.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung

(438) Die Überprüfung der ausgeführten Leistung ist vom Auftragnehmer gemäß Abschnitt 1.6.1.3 und (439) bis (441) durchzuführen und zu dokumentieren.

(439) Die fertiggestellten Bereiche sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen. Hohlstellen dürfen an keiner Stelle vorhanden sein.

(440) Die Verbundfestigkeit des Spritzmörtel/Spritzbetons ist je angefangene 250 m² Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Bauteil, im Alter von mindestens 7 Tagen an einem Satz von 5 gleichmäßig über die zu bewertende Fläche verteilten Einzelprüfungen gemäß Anhang 1 zu bestimmen. Die Prüfung muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, muss die Verbundfestigkeit des Spritzmörtel/Spritzbetons mindestens den zugehörigen Werten für die Abreißfestigkeit in Tabelle 2.1 entsprechen. Wird ein Einzelwert kleiner dem zulässigen Einzelwert gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu etwa 1 m) festzustellen, ob es sich beim Prüfergebnis um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlich ermittelten Werte hinreichend, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Wird der zunächst gefundene Wert bestätigt, ist durch ein geeignetes Flächenraster der Bereich mit unzureichenden Verbundfestigkeiten einzugrenzen.

(441) Die Trockenrohdichte des Spritzmörtels/Spritzbetons ist in Anlehnung an DIN 52170-1 an allen Bohrkernen aus der Verbundfestigkeitsprüfung zu bestimmen. Das Volumen ist durch Tauchwägung zu ermitteln. Die der Bindeebene und der Klebeschicht angrenzenden Bereiche sind zuvor abzuschneiden. Die Prüfung ist nur durchzuführen, wenn aus dem Bohrkern eine

Spritzmörtel/Spritzbeton-Scheibe von mindestens 15 mm Dicke gewonnen werden kann. Ist dies nicht möglich, sind zusätzliche Bohrkerne zu entnehmen. Die Trockenrohdichte darf den Bezugswert aus dem Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 nach Abschnitt 0.6) bzw. den vom Hersteller deklarierten Wert (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) um nicht mehr als 0,04 kg/dm³ unterschreiten.

6 Betonersatz im Handauftrag (unverankert, unbewehrt)

6.1 Allgemeines

(442) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit zementgebundenen Betonersatzsystemen aus Mörtel oder Beton mit bzw. ohne Polymermodifizierung, die lokal in dünnen Schichten ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung auf Betonuntergründe der Altbetonklassen A4 oder A5 aufgebracht werden.

(443) Die Schichtdicke beträgt in der Regel 10 bis 60 mm, in besonderen Fällen (z. B. tieferen Ausbruchstellen) bis zu 100 mm. Für die Festlegung der Mindestschichtdicke ist (448) zu beachten.

(444) Der Betonersatz im Handauftrag besteht aus dem Betonersatz und in der Regel der Haftbrücke und ggf. dem Feinspachtel.

6.2 Anwendungsbereich

(445) Mit Betonersatz im Handauftrag dürfen nur kleinflächige Instandsetzungsmaßnahmen und nur an Bauteilen der Altbetonklassen A4 und A5 durchgeführt werden. Der Betonersatz im Handauftrag muss für die dem Bauteil zugeordneten Einwirkungen geeignet sein.

6.3 Baugrundsätze

(446) Die in der Leistungsbeschreibung vorgegebenen Schichtdicken sind Mindestschichtdicken.

(447) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, dürfen die vorgegebenen Schichtdicken (mit Ausnahme lokaler tieferer Ausbruchstellen und abtragsbedingter Unebenheiten) um nicht mehr als 10 mm überschritten werden.

(448) Der Größtkorndurchmesser
- muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein
- ist möglichst groß zu wählen
- darf ein Drittel der Dicke der jeweiligen Lage nicht überschreiten
- darf höchstens 8 mm betragen.

6.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(449) Es darf nur solcher Betonersatz im Handauftrag verwendet werden, für den ein Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 bzw. 2 gemäß Abschnitt 0.6 vorliegt. Sofern Vorgehensweise 2 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Betonersatz im Handauftrag gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nachgewiesen werden (siehe Abschnitte 1.4, 1.6.1 und 6.6).

(450) Der Betonersatz im Handauftrag muss an das Festigkeits- und Verformungsverhalten des Betonuntergrunds angepasst sein.

(451) Für Betonersatz im Handauftrag mit bekannter Zusammensetzung gemäß Tabelle 0.8, Zeile 1, gelten die Anforderungen gemäß (174) gleichermaßen.

(452) Es sind nur mineralische Haftbrücken zulässig.

(453) Die Gebinde der Baustoffe müssen gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden.

(454) Beim Verarbeiten werksmäßig hergestellter Mörtel-/Beton-Trockenkomponenten dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden. Wenn die Flüssigkomponente nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, ist für ausreichende Homogenisierung und eine geeignete Dosiereinrichtung zu sorgen. An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen. Falls Silos eingesetzt werden, bedürfen diese einer stoffspezifischen Überprüfung im Hinblick auf die Entmischungsneigung.

6.5 Bauausführung

6.5.1 Allgemeines

(455) Vor dem Auftrag des Betonersatz im Handauftrag ist dem Auftraggeber der Nachweis der Verwendbarkeit, die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers und, sofern Vorgehensweise 2 festgelegt, zusätzlich der Nachweis der Übereinstimmung gemäß Abschnitt 6.4 vorzulegen.

(456) Hinsichtlich der material- und verarbeitungsbedingten Grenzwerte für die Verwendung des Betonersatz im Handauftrag sind Abschnitt 1.5.4 und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers einzuhalten.

(457) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(458) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor dem ersten Einbau des Betonersatzes im Handauftrag ein Ausführungskonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor dem Beginn der Ausführungsarbeiten ein Ausführungsplan zur Abstimmung vorzulegen. Ausführungskonzept und Ausführungsplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplanes gemäß Abschnitt 1.5.1.

(459) Zusammen mit dem Ausführungskonzept sind dem Auftraggeber die Produktdatenblätter und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen.

(460) Das Ausführungskonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Bezeichnung des zur Verwendung kommenden Betonersatzes im Handauftrag
- Ggf. verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Produktherstellers
- Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit
- Bauteilverzeichnis (Art der Bauteile, Expositionsklassen, Anforderungen nach Bauablauf)
- Vorbereitung der Auftragsflächen (Untergrund und erhärtete Lagen des Betonersatzes im Handauftrag, falls mehrlagig gearbeitet wird) und Arbeitsfugen
- Erforderliche Maßnahmen im Bereich von Einbauteilen
- Ausbildung von Kanten und Rändern etc.
- Anzahl, Dicke, zeitliche Abfolge und Nachbehandlung der einzelnen Lagen
- Maßnahmen zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken
- Ausbildung der Oberfläche des Betonersatzes im Handauftrag
- Überwachung Mörtelherstellung und - verarbeitung, Baustoffprüfungen.

(461) Der Ausführungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Zeitplan der Ausführung, Unterbrechungen, Ausführungsabfolge Bauteilplan (Anforderungen nach Bauablauf, weitere Detaillierung der Angaben gemäß Ausführungskonzept/Bauteilverzeichnis)
- Einbaumengen, Einbauzeiten
- Personalplan, Kolonnenführer nach Abschnitt 1.5.2
- Herstellung der Arbeitsfugen, Angaben zur Kantenschalung
- Art und Zeitpunkt der Arbeitsfugenbearbeitung
- Anforderungen an die Betonoberflächen, Oberflächenbearbeitung
- Nachbehandlungsplan (Art, Dauer, Zeitpunkt)
- Schutzmaßnahmen für benachbarte Arbeitsabschnitte und Bauteile
- Berücksichtigung der Witterungseinflüsse, witterungsbedingte Schutzmaßnahmen.

6.5.2 Einbau

(462) Mit dem Einbau des Betonersatzes im Handauftrag (bei Verwendung einer Haftbrücke vor deren Einbau) darf erst nach Überprüfung des Reinigungsgrades der Bewehrung durch den Auftragnehmer und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(463) Der Betonuntergrund muss vor dem Einbau des Betonersatzes im Handauftrag (bei Verwendung einer Haftbrücke vor deren Einbau) ausreichend (erstmals mindestens 24 Stunden vorher) vorgenässt werden. Der Betonuntergrund muss bei Beginn des Einbaus jedoch soweit abgetrocknet sein, dass er mattfeucht erscheint. Mit dem Einbau des Betonersatzes im Handauftrag bzw. der Haftbrücke darf erst nach Überprüfung der Auftragsfläche durch den Auftragnehmer und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

(464) Der Betonersatz im Handauftrag ist ausreichend zu verdichten. Bei horizontalen Flächen sind nach Möglichkeit maschinelle Verdichtungsgeräte einzusetzen.

(465) Bei mehrlagigem Einbau des Betonersatzes im Handauftrag ist grundsätzlich frisch in frisch zu arbeiten. Ist dies nicht möglich, ist die Oberfläche der erhärteten Lage des Betonersatzes im Handauftrag wie der Betonuntergrund zu behandeln.

(466) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Lagen sind Nachbehandlungsmaßnahmen gemäß Abschnitt 6.5.3 durchzuführen.

6.5.3 Nachbehandlung und Schutz des Betonersatzes im Handauftrag

(467) Mit den Maßnahmen zur Nachbehandlung und zum Schutz des Betonersatzes im Handauftrag ist nach Einbau der letzten Lage oder Schicht eines Arbeitsabschnitts erst dann zu beginnen, wenn der Betonersatz im Handauftrag soweit erhärtet ist, dass seine Oberfläche nicht mehr nachteilig verändert werden kann. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Oberfläche des Betonersatzes im Handauftrag bzw. des Feinspachtels von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf jedoch zu keinem Zeitpunkt auftreten.

(468) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen durchzuführen. Die Mindestnachbehandlungsdauer beträgt 5 Tage, sofern die Angaben zur Ausführung keine abweichenden Anforderungen enthalten.

6.6 Qualitätssicherung

6.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

6.6.1.1 Nachweis der Verwendbarkeit

(469) Die Verwendbarkeit des Betonersatzes im Handauftrag für den vorgesehenen Verwendungszweck unter den Randbedingungen der Baustelle ist vom Auftragnehmer durch einen Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 nachzuweisen.

(470) Im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 sind als Basis für den Übereinstimmungsnachweis Produktmerkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren. Als Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung sind die Konsistenz und der Luftgehalt des Betonersatzes im Handauftrag nach DIN EN 1015-3 und DIN EN 1015-7 zu ermitteln. Als Bezugswert für die Überprüfung der ausgeführten Leistung ist die Trockenrohdichte des Betonersatzes im Handauftrag nach DIN 52170-1 zu ermitteln.

6.6.1.2 Übereinstimmungsnachweis, Übereinstimmungsbestätigung

(471) Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung des Betonersatzes im Handauftrag mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Betonersatzsystem vor und während der Bauausführung gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung durch den Auftragnehmer sichergestellt und bestätigt werden.

6.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung

(472) Die Qualität der Ausführung ist durch den Auftragnehmer zu prüfen und sicher zu stellen.

(473) Vor dem Einbau sind an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Überwachung folgende Kontrollen durchzuführen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein mit Chargennummer, Verpackungsaufschrift)
- Überprüfung des unbeschädigten Zustandes der Verpackung
- Überprüfung der vorschriftsmäßigen Lagerung
- Überprüfung des Verfall- bzw. des Herstelldatums und der zulässigen Lagerungsdauer.

Konsistenz, Luftgehalt

(474) Die Konsistenz und der Luftgehalt des Betonersatzes im Handauftrag sind einmal je Arbeitstag nach DIN EN 1015-3 und DIN EN 1015-7 zu ermitteln.

(475) Das Ausbreitmaß darf um nicht mehr als 15 % vom zugehörigen Bezugswert im Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 nach Abschnitt 0.6) bzw. vom deklarierten Wert des Herstellers (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) abweichen.

(476) Der Luftgehalt darf um nicht mehr als 2 Vol.-% bzw. 50 % relativ (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend) vom zugehörigen Bezugswert im Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 nach Abschnitt 0.6) bzw. vom deklarierten Wert des Herstellers (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) abweichen.

Temperatur des Betonuntergrunds und der verwendeten Stoffe

(477) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen des Betonuntergrundes und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen,

wenn die Temperaturen in die Nähe der in Abschnitt 1.5.4 bzw. in den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ der Hersteller angegebenen Grenzwerte gelangen. Alle Messergebnisse sind zu dokumentieren.

Mischen

(478) Beim Mischen der Komponenten des Betonersatzes im Handauftrag ist die Einhaltung des Mischungsverhältnisses gemäß Nachweis der Verwendbarkeit zu kontrollieren.

(479) Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

6.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung

(480) Die Überprüfung der ausgeführten Leistung ist vom Auftragnehmer gemäß Abschnitt 1.6.1 und (481) bis (483) durchzuführen und zu dokumentieren.

(481) Die fertiggestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen. Hohlstellen dürfen an keiner Stelle vorhanden sein.

(482) Sofern nicht anders vereinbart, ist die Verbundfestigkeit des Betonersatzes im Handauftrag je angefangene 25 Einzelflächen, mindestens jedoch einmal je Bauteil, im Alter von mindestens 7 Tagen an einem Satz von 5 gleichmäßig über die zu bewertende Fläche verteilten Einzelprüfungen gemäß Anhang 1 zu bestimmen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, muss die Verbundfestigkeit des Betonersatzes im Handauftrag mindestens den zugehörigen Werten für die Abreißfestigkeit in Tabelle 2.1 entsprechen. Wird ein Einzelwert kleiner dem zulässigen Einzelwert gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu etwa 1 m) festzustellen, ob es sich um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlich ermittelten Werte hinreichend, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Wird der zunächst gefundene Wert bestätigt, ist durch ein geeignetes Flächenraster der Bereich mit unzureichenden Verbundfestigkeiten einzugrenzen.

(483) Bei Sollschichtdicken > 15 mm ist die Trockenrohdichte des Betonersatzes im Handauftrag nach DIN 52170-1 an allen Bohrkernen aus der Verbundfestigkeitsprüfung zu bestimmen. Das Volumen ist durch Tauchwägung zu ermitteln. Die an die Bindeebene und die Klebeschicht angrenzenden Bereiche sind zuvor abzuschneiden. Die Prüfung ist nur durchzuführen, wenn aus dem Bohrkern eine Scheibe des Betonersatzes im Handauftrag von mindestens 15 mm Dicke gewonnen werden kann. Ist dies nicht möglich, sind zusätzliche Bohrkerne zu entnehmen. Die Trockenrohdichte des Betonersatzes im Handauftrag darf den zugehörigen Bezugswert aus dem Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 nach Abschnitt 0.6) bzw. den deklarierten Wert des Herstellers (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) um nicht mehr als 0,04 kg/dm^3 unterschreiten.

7 Oberflächenschutzsysteme (OS)

7.1 Allgemeines

(484) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit Oberflächenschutzsystemen auf Betonuntergründen A3 (mittlere Abreißfestigkeit mindestens 1,3 N/mm²), A4 und A5.

7.2 Anwendungsbereich

(485) Mit Oberflächenschutzsystemen dürfen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sofern das Oberflächenschutzsystem für die dem Bauteil zugeordneten Einwirkungen und die zugeordnete Altbetonklasse geeignet ist.

7.3 Baugrundsätze

(486) Es gilt Abschnitt 1.3.

7.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(487) Es dürfen nur solche Oberflächenschutzsysteme verwendet werden, für die ein Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 vorliegt. Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung mit den im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Oberflächenschutzsystems gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nachgewiesen werden (siehe Abschnitte 1.4, 1.6.1 und 7.6).

(488) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Beginn der Ausführungsarbeiten alle erforderlichen Prüfzeugnisse, Prüfberichte und Nachweise vorzulegen.

(489) Die Gebinde müssen gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden.

(490) Beim Verarbeiten von Oberflächenschutzsystemen dürfen grundsätzlich nur ganze Gebinde verwendet werden. Wenn ausnahmsweise nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, ist für ausreichende Homogenisierung und Verwiegungsgenauigkeit der Komponenten zu sorgen.

7.5 Bauausführung

7.5.1 Allgemeines

(491) Vor dem Auftrag des Oberflächenschutzsystems ist dem Auftraggeber der Nachweis der Verwendbarkeit, die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers und, sofern Vorgehensweise 1 festgelegt, zusätzlich der Nachweis der Übereinstimmung gemäß Abschnitt 7.4 vorzulegen.

(492) Hinsichtlich der material- und verarbeitungsbedingten Grenzwerte für die Verwendung der Oberflächenschutzsysteme sind Abschnitt 1.5.4 und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers einzuhalten.

(493) Hinsichtlich der zulässigen Untergrundfeuchte für die Verwendung der Oberflächenschutzsysteme sind die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers zu beachten.

(494) Mit dem Auftrag von Oberflächenschutzsystemen darf erst nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber begonnen werden.

7.5.2 Auftragen von Hydrophobierungen

(495) Flüssige oder pastöse Hydrophobierungen sind von Hand oder durch Sprühen auf trockenen Untergrund aufzutragen.

7.5.3 Auftragen von Beschichtungen

(496) Beschichtungen müssen so appliziert werden, dass die Trockenschichtdicken innerhalb der festgelegten produktspezifischen Maximal- und Mindestwerte liegen.

(497) Die produktspezifischen Mindest- und Maximalschichtdicken sind den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers zu entnehmen.

(498) Die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers zu den Überarbeitungszeiten sind einzuhalten.

(499) Vor Ausführung der Beschichtungsmaßnahmen muss der Auftragnehmer die erforderlichen Verbrauchsmengen (unter Berücksichtigung z. B. der Mindesttrockenschichtdicke, Rautiefe und Ebenheit des Untergrundes, flüchtiger Anteil des Beschichtungsstoffs, allgemeine Verarbeitungsverluste) ermitteln und dokumentieren (siehe Anhang 7).

7.5.4 Ausführungskonzept, Ausführungsplan

(500) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, ist dem Auftraggeber spätestens 4 Wochen vor der ersten OS-Applikation ein Ausführungskonzept und spätestens 3 Arbeitstage vor dem Beginn der Ausführungsarbeiten ein Ausführungsplan zur Abstimmung vorzulegen. Ausführungskonzept und Ausführungsplan werden Bestandteile des Qualitätssicherungsplanes gemäß Abschnitt 1.5.1.

(501) Zusammen mit dem Ausführungskonzept sind dem Auftraggeber die Produktdatenblätter und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen.

(502) Das Ausführungskonzept muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Oberflächenschutzsystem
- Bauteilverzeichnis (Art der Bauteile, Expositionsklassen, Anforderungen nach Bauablauf)
- Beschaffenheit der Auftragsflächen (glatt, durchgerieben, brettgeschalt, kugelgestrahlt o. ä.)
- Vorbereitung der Auftragsflächen und Abschnittsübergänge
- Erforderliche Maßnahmen im Bereich von Einbauteilen
- Anzahl, Dicke, zeitliche Abfolge und Nachbehandlung der einzelnen Aufbauschichten
- Maßnahmen zur Einhaltung der vorgesehenen Schichtdicken
- Ausbildung der Oberfläche
- Aufnahme und Entsorgung von Resten und Gebinden
- Überwachung Materialherstellung und -verarbeitung, Baustoffprüfungen.

(503) Der Ausführungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Zeitplan der Ausführung, Unterbrechungen, Ausführungsabfolge
- Bauteilplan (Anforderungen nach Bauablauf, weitere Detaillierung der Angaben gemäß Ausführungskonzept/Bauteilverzeichnis)
- Einbaumengen, Einbauzeiten
- Personalplan, Kolonnenführer nach Abschnitt 1.5.2
- Ausbildung von Abschnittsübergängen
- Angaben zu Randabklebungen
- Anforderungen an die Oberflächen, Oberflächenbearbeitung
- Nachbehandlungsplan (Art, Dauer, Zeitpunkt)
- Schutzmaßnahmen für benachbarte Arbeitsabschnitte und Bauteile
- Berücksichtigung der Witterungseinflüsse, witterungsbedingte Schutzmaßnahmen.

7.6 Qualitätssicherung

7.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

7.6.1.1 Nachweis der Verwendbarkeit

(504) Die Verwendbarkeit des Oberflächenschutzsystems für den vorgesehenen Verwendungszweck unter den Randbedingungen der Baustelle ist vom Auftragnehmer durch einen Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 nachzuweisen.

(505) Im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 sind als Basis für den Übereinstimmungsnachweis Produktmerkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren.

7.6.1.2 Übereinstimmungsnachweis, Übereinstimmungsbestätigung

(506) Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung des Oberflächenschutzsystems mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Oberflächenschutzsystems vor und während der Bauausführung gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung durch den Auftragnehmer sichergestellt und bestätigt werden.

7.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung

(507) Die Qualität der Ausführung ist durch den Auftragnehmer zu prüfen und sicher zu stellen.

(508) Vor dem Einbau sind an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Überwachung folgende Kontrollen durchzuführen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein mit Chargennummer, Verpackungsaufschrift)
- Überprüfung des unbeschädigten Zustandes der Verpackung
- Überprüfung der vorschriftsmäßigen Lagerung
- Überprüfung des Verfall- bzw. des Herstelldatums und der zulässigen Lagerungsdauer.

7.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung

(509) Die Überprüfung der ausgeführten Leistung ist vom Auftragnehmer gemäß Abschnitt 1.6.1.3 und (510) bis (513) durchzuführen und zu dokumentieren.

(510) Bei Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS C) dürfen die produktspezifischen Mindesttrockenschichtdicken ($d_{min,P}$) der Oberflächenschutzschicht (hwO) gemäß den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers über Verbrauchsmengen nach Anhang 7, Abschnitt A7.1, nachgewiesen werden.

(511) Für Oberflächenschutzsysteme OS 5 (OS D) sind die produktspezifischen Mindesttrockenschichtdicken gemäß den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers und den Kriterien nach Absatz (492) nachzuweisen (Prüfung nach Anhang 7, Abschnitt A7.2).

(512) Kriterien Schichtdicken

a) Kriterium 1: kleinster Einzelwert der Prüfserie $d_{ist,i,min} \geq 0{,}7 \cdot d_{min,p}$
b) Kriterium 2: Mittelwert der Prüfserie $d_{ist,m} \geq d_{min,p}$
c) Kriterium 3: Mittelwert der Prüfserie $d_{ist,m} < d_{max,p}$
d) Kriterium 4: größter Einzelwert der Prüfserie $d_{ist,i,max} \leq 1{,}3 \cdot d_{max,p}$

$d_{max,p}$ produktspezifische Maximalschichtdicke
$d_{min,p}$ produktspezifische Mindestschichtdicke
$d_{ist,m}$ Mittelwert der Prüfserie
$d_{ist,i,min}$ kleinster Einzelwert der Prüfserie
$d_{ist,i,max}$ größter Einzelwert der Prüfserie

(513) Verbundstörungen zwischen Oberflächenschutzsystem und Untergrund dürfen an keiner Stelle vorhanden sein. Die Verbundfestigkeit des Oberflächenschutzsystems ist je angefangene 250 m² Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Bauteil im Alter von mindestens 7 Tagen an einem Satz von 3 gleichmäßig über die zu bewertende Fläche verteilten Einzelprüfungen gemäß Anhang 1 zu bestimmen. Die Prüfung muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen. Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, muss die Verbundfestigkeit des Oberflächenschutzsystems mindestens den zugehörigen Werten der Abreißfestigkeit der Tabelle 2.1 entsprechen. Wird ein Einzelwert kleiner dem in Tabelle 2.1 zulässigen gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu etwa 1 m) festzustellen, ob es sich um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlich ermittelten Werte hinreichend, wird der zunächst gefundene verworfen. Wird der zunächst gefundene Wert bestätigt, ist durch ein geeignetes Flächenraster der Bereich mit unzureichenden Verbundfestigkeiten einzugrenzen.

8 Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen

8.1 Allgemeines

(514) Dieser Abschnitt gilt für Instandsetzungsmaßnahmen mit polymeren oder zementgebundenen Rissfüllstoffen. Zu diesen Maßnahmen zählen das Schließen (bzw. Begrenzen der Rissbreite durch Füllen), das Abdichten und das Verbinden von Rissen sowie das Füllen von lokalen Hohlräumen.

(515) Sofern nachfolgend lokale Hohlräume nicht gesondert erwähnt werden, gelten dafür die Angaben für Rissinjektionen sinngemäß.

8.2 Anwendungsbereich

(516) Mit Rissfüllstoffen dürfen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sofern der jeweilige Rissfüllstoff für die dem Bauteil zugeordneten Einwirkungen und die zugeordnete Altbetonklasse geeignet ist.

8.3 Baugrundsätze

(517) Es gilt Abschnitt 1.3.

8.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(518) Es dürfen nur solche Rissfüllstoffe verwendet werden, für die ein Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 vorliegt. Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Rissfüllstoffs gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nachgewiesen werden (siehe Abschnitte 1.4, 1.6.1 und 8.6).

(519) Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht anders vereinbart, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Beginn der Ausführungsarbeiten alle erforderlichen Prüfzeugnisse, Prüfberichte und Nachweise vorzulegen.

(520) Die Gebinde müssen gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden.

(521) Beim Verarbeiten von polymeren Rissfüllstoffen dürfen grundsätzlich nur ganze Gebinde verwendet werden. Wenn ausnahmsweise nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, ist für ausreichende Homogenisierung und Verwiegungsgenauigkeit der Komponenten zu sorgen.

8.5 Bauausführung

8.5.1 Allgemeines

(522) Vor der Verwendung von polymeren oder zementgebundenen Rissfüllstoffen ist dem Auftraggeber der Nachweis der Verwendbarkeit, die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers und, sofern Vorgehensweise 1 festgelegt, zusätzlich der Nachweis der Übereinstimmung gemäß Abschnitt 8.4 vorzulegen.

(523) Hinsichtlich der material- und verarbeitungsbedingten Grenzwerte für die Verwendung der polymeren oder zementgebundenen Rissfüllstoffe sind Abschnitt 1.5.4 und die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers einzuhalten.

8.5.2 Behandeln von Rissen und lokalen Hohlräumen

8.5.2.1 Allgemeines

(524) Der durch den Planer festgestellte Ist-Zustand ist vor Beginn der Ausführung augenscheinlich zu prüfen. Weiterhin ist auf Zustandsänderungen aus dem Bauablauf zu achten.

(525) Das Füllen von Rissen (Injektion oder Vergießen) setzt von der Art des Füllstoffs und vom angewendeten Verfahren abhängige Mindestrissbreiten voraus. Die Risse sind möglichst bei maximal sich einstellender Rissbreite zu füllen.

(526) Das Füllen von lokalen Hohlräumen setzt von der Art des zementgebundenen Füllstoffs (ZL, ZS) und vom angewendeten Verfahren abhängige Mindestabmessungen der Zugänglichkeit voraus.

(527) Lokale Hohlräume im Bauteil müssen erforderlichenfalls durch Bohrungen zum Füllen und Entlüften erschlossen werden.

(528) Die Flanken von Rissen und lokalen Hohlräumen müssen bei kraftschlüssigem und begrenzt dehnbarem Füllen frei von haftungsmindernden Verunreinigungen sein.

(529) Um die vollständige Füllung der Risse und lokalen Hohlräume sicherzustellen ist, soweit ausführbar, eine allseitige Verdämmung erforderlich.

(530) Bei einer Riss- oder Hohlraumverfüllung müssen für Leckstellen geeignete schnellhärtende Verdämmmaterialien vorgehalten werden.

(531) Misch- und Injektionsgeräte müssen auf den zu verarbeitenden Füllstoff abgestimmt sein und für diesen geeignet sein.

(532) Zum Mischen von Zementleimen und Zementsuspensionen müssen Rührwerke eingesetzt werden, die alle Bestandteile so aufschließen, dass die geforderte Mischungsstabilität erreicht wird.

(533) Bei der Verarbeitung mit dem einkomponentigen Injektionsgerät dürfen nur vollständige Gebinde oder im vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnis genau abgemessene Einzelkomponenten gemischt werden. Gemischte Gebindeinhalte dürfen zum Füllen und bei Nachinjektion nur innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer eingesetzt werden. Eine Verlängerung der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer durch Kühlung ist nur bei hohen Umgebungstemperaturen zulässig.

(534) Bei der Verarbeitung mit dem zweikomponentigen Injektionsgerät müssen die temperaturabhängigen Einzelviskositäten der Komponenten A und B vorliegen, um das Soll-Mischungsverhältnis des Rissfüllstoffes einstellen zu können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Auslitern zu kontrollieren.

(535) Risse müssen vollständig, d. h. mindestens bis zu einem Füllgrad von 80 % des zu füllenden Bauteilquerschnitts, gefüllt werden, sofern nicht anders vom Sachkundigen Planer festgelegt, z. B. beim Vergießen von Rissen.

8.5.2.2 Injizieren von Füllstoffen in Risse und lokale Hohlräume

8.5.2.2.1 Allgemeines

(536) Bei der Verwendung von Bohrpackern ist sicherzustellen, dass die für die Standsicherheit erforderliche Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird. Insbesondere bei Spanngliedern ist vor dem Bohren deren Lage zu ermitteln.

(537) Die Anordnung der Packer zur Rissinjektion bis zu einer Fülltiefe von 600 mm sollte gemäß Bild 8.1 erfolgen. Dabei sind die in Bild 8.1 aufgeführten mittleren Abstände (r) zwischen den Packern in Abhängigkeit von der Bauteildicke (d) zu beachten. Abweichende Packeranordnungen können festgelegt werden, wenn dies die Bauteilmaße, die Rissbreiten und die Bewehrungsanordnung erfordern. In Abhängigkeit der Zugänglichkeit ist bei Klebepackern eine einseitige oder zweiseitige Anordnung und entsprechende Packerabstände zu wählen. Für (simultan) unterbrechungsfrei füllende Niederdruckinjektionsverfahren können abweichende Anforderungen gelten.

(538) Bei Fülltiefen > 600 mm erfolgen durch den Sachkundigen Planer Vorgaben zur Ausführung (z. B. Festlegung der Packerabstände, Rissfüllgrad/-tiefe). Die Bohrpacker können in diesem Fall z. B. in Bohrlöchern befestigt werden, die die Rissebene, von der Bauteiloberfläche gerechnet, in unterschiedlichen Tiefen (mehrreihige Packeranordnung) kreuzen. Zur Erprobung des möglichen Füllgrades und der Fülltiefe bei einseitig zugänglichen Bauteilen wird empfohlen, Musterinjektionen vorzunehmen.

(539) Für Hohlrauminjektionen sind die Packer in einem der Art und dem Ausmaß des Hohlraums entsprechenden Raster anzuordnen.

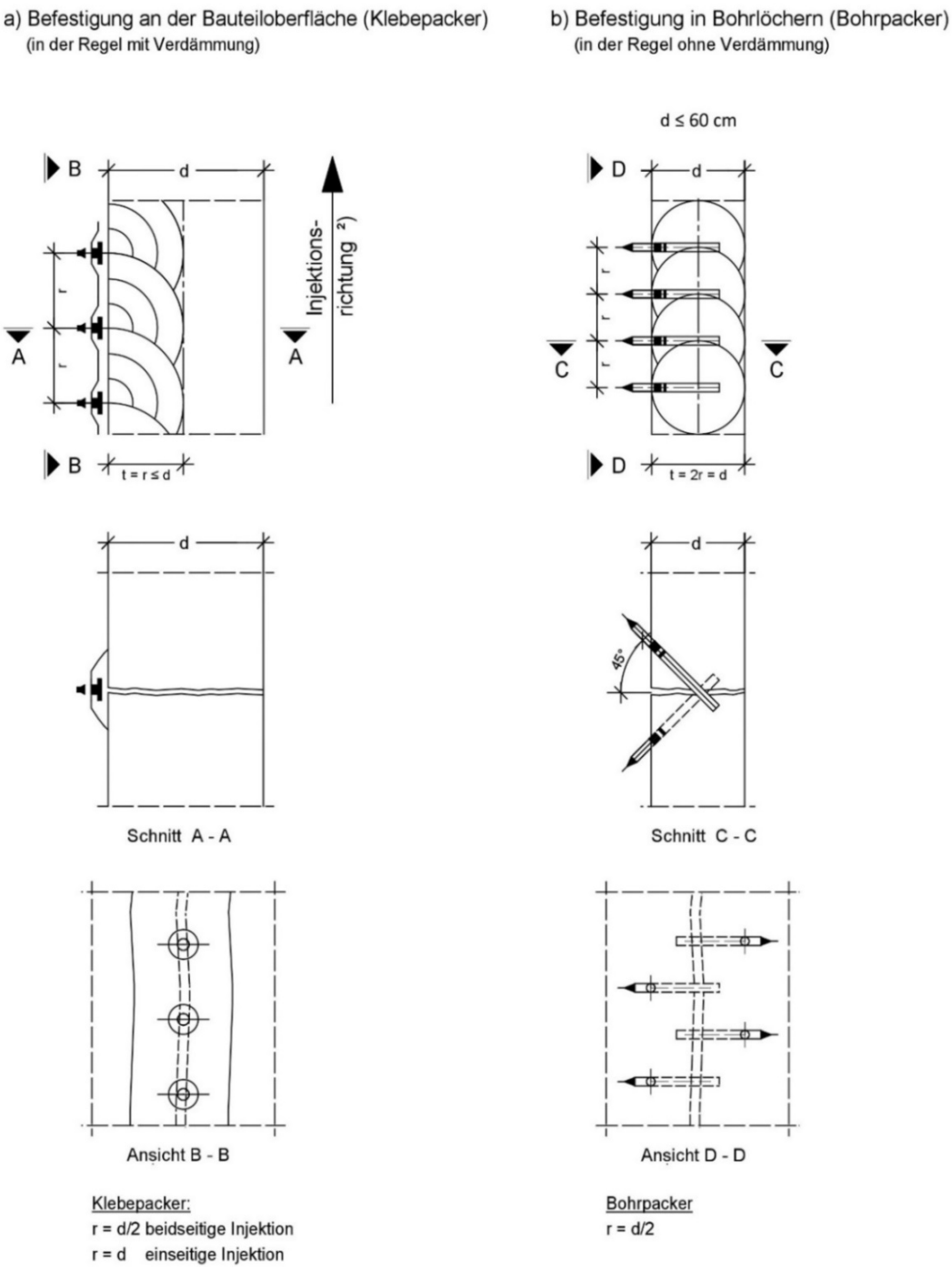
(540) Bei Bohrlöchern ist die Durchgängigkeit des Bohrlochs durch Reinigungsmaßnahmen (z. B. Aussaugen) sicherzustellen.

(541) Bei einer Injektion ist eine ausreichende Entlüftung des Risses oder des Hohlraumes sicherzustellen.

(542) Bei einer Injektion von wassergefüllten Rissen oder wassergesättigtem Betongefüge ist ein Entweichen des Wassers im Zuge der Injektion sicherzustellen.

(543) Vor der Injektion von zementgebundenen Füllstoffen sind trockene Flanken von Rissen und Hohlräumen gemäß den Angaben im Ausführungskonzept vorzunässen.

(544) Ist während der Ausführung der Injektion mit einer Rissbreitenänderung zu rechnen, so sollte die Reduzierung der Rissbreite (Schließungsphase) mit der Festigkeitsentwicklung der Rissfüllstoffe einhergehen. Ist das Füllziel das kraftschlüssige Verbinden der Rissflanken, so ist die temperaturabhängige Zeitdauer der Festigkeitsentwicklung bis zum Erreichen von 3 N/mm² des Rissfüllstoffes zu beachten.



d: Bauteildicke

r: Abstand der Packer [1)]

t: Wirkzone eines Packers

1) Der mittlere Abstand r darf in beiden Fällen nur unwesentlich überschritten werden.
2) Injektionsrichtung: von unten nach oben, Nutzung der Packer nacheinander jeweils nach Austritt des Rissfüllstoffes aus dem vorhergehenden Füllvorgang.
3) Für (simultan) unterbrechungsfrei füllende Niederdruckinjektionsverfahren können hinsichtlich Packeranordnung und Füllvorgang abweichende Anforderungen gelten.

Bild 8.1: Anordnung der Packer in Standardfällen bei einer vorgegebenen Fülltiefe bis max. 600 mm (DAfStb Heft 638)

(545) Es ist stets eine Nachinjektion über alle vorhandenen Packer vorzunehmen. Diese darf nur innerhalb der für den verwendeten Rissfüllstoff nachgewiesenen Verarbeitbarkeitsdauer gemäß den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers (Bauteiltemperatur, gegebenenfalls Reaktionstemperatur des Füllstoffes bei Hohlräumen) vorgenommen werden. Für unterbrechungsfrei füllende Niederdruckinjektionsverfahren können abweichende Anforderungen gelten.

(546) Eine erneute Injektion von undicht gewordenen Rissen und Hohlräumen ist gemäß den füllstoffspezifischen Anwendungsbedingungen zulässig (siehe TR-IH Teil 1, Tabelle 14). Hierzu sind im Regelfall auch neue Bohrkanäle und Packer zu setzen.

(547) Bohrkanäle sind zum Abschluss der Maßnahme dauerhaft mit einem geeigneten Mörtel zu schließen. Die Reste von Bohrpackern sind bis in eine Tiefe von mindestens 4 cm zu entfernen.

(548) Der Injektionsdruck ist in Abhängigkeit von der Beschaffenheit und Güte des Betonuntergrundes sowie füllstoff- und füllartspezifisch sinnvoll zu begrenzen. Mit besonderer Sorgfalt ist beim Füllen von oberflächennahen Hohlräumen zu verfahren.

8.5.2.2.2 Anforderungen an die Gerätetechnik

(549) Maschinelle Injektionsgeräte müssen über eine Druckregelung und eine Anzeige für den Injektionsdruck verfügen. Zweikomponentige Injektionsanlagen müssen über eine Temperiereinrichtung der Einzelkomponenten verfügen. Für (simultan) unterbrechungsfrei füllende Niederdruckinjektionsverfahren können abweichende Anforderungen gelten.

8.5.2.2.3 Anforderungen an Injektionszubehör

(550) Die Injektion erfolgt über

- Klebepacker, die auf die Bauteiloberfläche im Zuge einer Verdämmung geklebt werden.
- Bohrpacker, die in Bohrlöchern befestigt werden.

Die Befestigung der Packer muss so ausgebildet sein, dass eine dem Injektionsdruck standhaltende Verbindung zum Bauteil hergestellt wird und das Austreten des Füllstoffes nach Beendigung der Injektion verhindert wird. Oberflächennah im Bauteil verbleibende Packerteile müssen aus nicht rostenden Werkstoffen bestehen.

(551) Die zement- oder polymergebundene Verdämmung muss so beschaffen sein, dass eine dem Injektionsdruck angepasste Haftung sichergestellt werden kann. Sind Rissbreitenänderungen während der Ausführungsarbeiten zu erwarten, so muss die Verdämmung über eine ausreichende Flexibilität verfügen, um die Rissbreitenänderungen ohne Leckage aufnehmen zu können.

8.5.2.3 Druckloses Füllen durch Vergießen von aufgeweiteten Rissen, von Rissen definierter Mindestbreite und von lokalen Hohlräumen mit Rissfüllstoffen

(552) Zugängliche Rissflanken und lokale Hohlräume sind vor dem drucklosen Füllen mit geeigneten Verfahren (z. B. mit Druckluft oder Industriestaubsauger) von losen Feinstoffen zu säubern. Benetzungs- und haftungsverhindernde Verunreinigungen sollten entfernt werden.

(553) Vor dem Einbau von zementgebundenen Füllstoffen sind die Kontaktflächen von Rissen oder lokalen Hohlräumen frühzeitig und nur kapillargesättigt vorzunässen.

(554) Die erforderliche Fülltiefe muss vorab festgelegt und im Zuge der Ausführung überprüft werden.

(555) Beim drucklosen Füllen von Rissen und lokalen Hohlräumen ist ein kontinuierlicher Materialüberschuss innerhalb der Verarbeitungsdauer sicherzustellen. Dies kann beim drucklosen Füllen von Rissen z. B. durch Herstellen einer Nut im Rissverlauf oder durch Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken erfolgen.

8.6 Qualitätssicherung

8.6.1 Baustoffe und Baustoffsysteme

8.6.1.1 Nachweis der Verwendbarkeit

(556) Die Verwendbarkeit des Rissfüllstoffs für den vorgesehenen Verwendungszweck unter den Randbedingungen der Baustelle ist vom Auftragnehmer durch einen Nachweis der Verwendbarkeit gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung nach Vorgehensweise 1 oder 2 gemäß Abschnitt 0.6 nachzuweisen.

(557) Im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 sind als Basis für den Übereinstimmungsnachweis Produktmerkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren. Als Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung ist bei zementgebundenen Rissfüllstoffen die Auslaufzeit (Marsh-Trichter) gemäß DIN EN 14117 zu bestimmen.

8.6.1.2 Übereinstimmungsnachweis, Übereinstimmungsbestätigung

(558) Sofern Vorgehensweise 1 festgelegt ist, muss die Übereinstimmung des Rissfüllstoffs mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Rissfüllstoffs vor und während der Bauausführung gemäß den entsprechenden Vorgaben der Leistungsbeschreibung durch den Auftragnehmer sicher gestellt und bestätigt werden.

8.6.2 Prüfungen im Rahmen der Ausführung

(559) Die Qualität der Ausführung ist durch den Auftragnehmer zu prüfen und sicher zu stellen.

(560) Vor dem Einbau sind an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Überwachung folgende Kontrollen durchzuführen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein mit Chargennummer, Verpackungsaufschrift)
- Überprüfung des unbeschädigten Zustandes der Verpackung
- Überprüfung der vorschriftsmäßigen Lagerung
- Überprüfung des Verfall- bzw. des Herstelldatums und der zulässigen Lagerungsdauer.

(561) Bei zementgebundenen Rissfüllstoffen darf die Auslaufzeit (Marsh-Trichter) gemäß DIN EN 14117 nicht mehr als 20 % vom Bezugswert aus dem Nachweis der Verwendbarkeit (Vorgehensweise 1 gemäß Abschnitt 0.6) bzw. vom deklarierten Wert des Herstellers (Vorgehensweise 2 gemäß Abschnitt 0.6) abweichen.

8.6.3 Überprüfung der ausgeführten Leistung

(562) Sofern in der Leistungsbeschreibung vereinbart, ist die dort vorgegebene Zielsetzung der Füllmaßnahme durch Entnahme und Untersuchung von Bohrkernen zu überprüfen.

(563) Beim Verfahren Druckloses Füllen durch Vergießen von aufgeweiteten Rissen, von Rissen definierter Mindestbreite und von lokalen Hohlräumen mit Rissfüllstoffen gemäß Abschnitt 8.5.2.3 muss eine Kontrolle der Fülltiefe erfolgen.

Anhang 1: Technische Prüfvorschrift – Verbundfestigkeit von Betonersatz und Oberflächenschutzsystemen

A1.1 Zweck und Anwendungsbereich

Die Prüfung dient der Beurteilung des Verbundes zwischen dem Betonuntergrund und darauf aufgebrachtem Betonersatz oder Oberflächenschutzsystem sowie innerhalb des Betonersatzes aufgrund eines Zug- bzw. Abreißfestigkeitswertes. Je nach Lage der Bruchfläche entspricht der Prüfwert der Haftzugfestigkeit oder der Zugfestigkeit des Betons bzw. des Betonersatzes bzw. der Haftzugfestigkeit des Oberflächenschutzsystems. Bei Versagen innerhalb des Betons oder des Betonersatzes oder des Oberflächenschutzsystems kann gefolgert werden, dass die Haftzugfestigkeit mindestens der ermittelten Zugfestigkeit entspricht.

Für Betonersatz in Schichtdicken von mehr als 50 mm ist der Zugversuch nach Abschnitt A1.3.1 anzuwenden. Bei Schichtdicken bis zu 50 mm kann der Abreißversuch nach Abschnitt A1.3.2 angewandt werden. Bei Oberflächenschutzsystemen ist der Abreißversuch gemäß Abschnitt A1.3.2 anzuwenden.

A1.2 Zitierte Normen und Regelwerke

[1] DIN EN 12504-1: Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 1: Bohrkernproben; Herstellung, Untersuchung und Prüfung unter Druck

[2] DAfStb-Heft 422: Prüfung von Beton. Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048. Abschnitt 3.3: Zugfestigkeit. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)

[3] RL SIB Teil 3: DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie), Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung, Anhang C

[4] RL SIB Teil 4: DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie), Teil 4: Prüfverfahren

[5] DIN EN 1542: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken. Prüfverfahren; Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch

A1.3 Prüfverfahren

A1.3.1 Zugversuch

Die Prüfung erfolgt an Bohrkernen gemäß [1] mit einem Durchmesser d, der mindestens dem Vierfachen des Größtkorndurchmessers entspricht, mindestens jedoch 50 mm beträgt. Von den beiden Enden der Bohrkerne ist im Nassschnittverfahren jeweils gerade so viel abzuschneiden, dass ebene und zur Bohrkernachse senkrecht orientierte Flächen entstehen. Die verbleibende Höhe h der Bohrkerne soll mindestens 2 d betragen. Die Bindeebene zwischen Betonersatz und Betonuntergrund soll mittig, mindestens aber im Abstand von h/4 von den Stirnflächen, liegen.

Bei mehrlagigem Auftrag von Betonersatz, insbesondere von Spritzbeton und SPCC, kann zusätzlich eine gesonderte Beurteilung des Verbundes der einzelnen Lagen erforderlich sein. Dies ist bei der Vorbereitung der Probekörper hinsichtlich der Lage der Bindeebenen ggf. zu berücksichtigen.

Auf die Stirnflächen der Bohrkerne sind Lasteintragungsplatten mit einer Dicke von mindestens $3{,}5 \cdot \sqrt{d}$ aufzukleben.

Die Bohrkerne bzw. die daraus hergestellten Proben sind bis zur Prüfung unter Wasser bei (20 ± 2) °C zu lagern. Die Wasserlagerung darf nur für das Heraussägen der Proben aus den Bohrkernen und das Anbringen der Lasteintragungsplatten unterbrochen werden.

Der zentrische Zugversuch gemäß [2] ist mit einer Belastungsgeschwindigkeit von (0,05 ± 0,01) N/(mm²s) durchzuführen. Aus der erreichten Höchstlast ergibt sich die Zugfestigkeit:

$$f_t = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = 1{,}27 \cdot {}^{F}/_{d^2}$$

f_t = Zugfestigkeit in N/mm²
F = Höchstlast in N
d = Durchmesser des Probekörpers in mm

Weitere Hinweise zur Entnahme der Bohrkerne und Durchführung der Prüfung sind [1] und [2] zu entnehmen.

A1.3.2 Abreißversuch

Die Durchführung des Abreißversuchs gemäß [5] erfolgt grundsätzlich an Prüfflächen, die durch eine Ringnut mit einem Innendurchmesser von 50 mm begrenzt sind.

Bei Betonersatzsystemen und harten Beschichtungen (OS 5b (OS DI)) ist die Ringnut durch Nassbohren mit zwangsgeführter Diamantbohrkrone senkrecht zur Oberfläche herzustellen. Die Tiefe soll ca. 5 bis 10 mm größer als die Schichtdicke des Instandsetzungssystems sein. Vor dem Freibohren ist die Prüffläche ggf. zu ebnen. Auf die vorbereitete und gereinigte Prüffläche ist ein Prüfstempel mit einem Durchmesser von (50 ± 0,5) mm und einer Mindestdicke von 25 mm zu kleben.

Bei weichen Beschichtungen (OS 4 (OS C), OS 5a (OS DII)) ist die Prüffläche nach dem Aufkleben des Prüfstempels bis zum Beton zu durchtrennen. Der Schnitt ist bündig mit der Mantelfläche des Prüfstempels zu führen. Als Schneidvorrichtung kann z. B. ein scharfes Messer verwendet werden.

Bei Betonersatzsystemen und harten Beschichtungen ist der Abreißversuch mit einer Belastungsgeschwindigkeit von (100 ± 20) N/s, bei weichen Beschichtungen von (300 ± 20) N/s durchzuführen. Aus der Höchstlast ergibt sich die Abreißfestigkeit f_h. Die Berechnung der Abreißfestigkeit f_h erfolgt analog zur Berechnung der Zugfestigkeit f_t gemäß Abschnitt A1.3.1.

Weitere Hinweise zur Durchführung der Prüfung sind [3] und [4] zu entnehmen.

A1.4 Auswertung

Einzelwerte, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie der jeweils kleinste Einzelwert einer Prüfserie sind auf 0,1 N/mm² gerundet anzugeben. Zusätzlich ist zu jedem Einzelwert der jeweilige Flächenanteil der Versagensart auf 10 % abzuschätzen und anzugeben. Die Versagensarten werden gemäß [5] bezeichnet:

A = Kohäsionsversagen im Betonuntergrund bzw. in der Unterlage
A/B = Adhäsionsversagen in der Bindeebene Betonuntergrund/Betonersatz
B = Kohäsionsversagen im Betonersatz 1. Schicht
B/C = ggf. Adhäsionsversagen in der Bindeebene 1. Schicht/2. Schicht
C = Kohäsionsversagen im Betonersatz 2. Schicht etc.
...
Y/Z = Adhäsionsversagen in der Bindeebene Kleber/Prüfstempel

Formblatt zum Zug- bzw. Abreißversuch

Blatt

Bauwerk Nr. | Baumaßnahme: | Bauabschnitt: | Bauteil:

Zugeordnete Prüffläche:

Mit der Prüfung beauftragte(s)
Firma oder Institut:

Prüfungsdatum: _____
Fertigstelldatum des Prüfgutes: _____
Temperatur des Prüfgutes: _____°C

Angaben zum Prüfgerät:
Geräte Typ-Nr.: _____
Messbereich: _____
Prüfstempeldurchmesser: 50 mm

Prüfdurchführung
Bohrtiefe (Abreißversuch) (mm) _____
Bohrkernhöhe im Zugversuch (mm): _____
Lage der Bindeebene (Abstand von Bohrkernoberfläche) (mm) _____
Kerndurchmesser (mm): _____
Klebstoff: _____
Lastanstiegsgeschwindigkeit: 100 N/s[1] ☐
300N/s[2] ☐

Prüfgut
Unvorbereiteter Betonuntergrund ☐
Vorbereiteter Betonuntergrund ☐
Betonersatzsystem ☐
Oberflächenschutzsystem ☐

Nr.	Höchstlast F (N)	Abreiß- bzw. Verbundfestigkeit: Einzelwert (N/mm²)	Abreiß- bzw. Verbundfestigkeit: Mittelwert (N/mm²)	Versagensart in % der Bruchfläche: Kohäsionsversagen A	B	C	D	Y	Adhäsionsversagen A/B	B/C	C/D	-/Y Y/Z

Anhang 2: Technische Prüfvorschrift – Ankerzugversuch

A2.1 Zweck und Anwendungsbereich

Die Prüfung dient der Beurteilung des Verbundes zwischen der Stahloberfläche der Ankerstäbe und dem Injektions- bzw. Verfüllmörtel sowie zwischen dem Injektions- bzw. Verfüllmörtel und dem Betonuntergrund. Darüber hinaus wird die Zugfestigkeit des Betonuntergrundes hinsichtlich der Weiterleitung der Ankerkräfte in das Gesamtbauwerk (Ausbruchkegel) überprüft.

A2.2 Zitierte Normen und Regelwerke

[1] DIN EN 1992-1-1 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1, Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, einschließlich Nationaler Anhang

[2] DIN 19702 Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

A2.3 Prüfverfahren

Als Probeanker sind im Regelfall Anker anzuordnen bzw. auszuwählen, die hinsichtlich Material, Konstruktion und Abmessung identisch mit den Originalankern sind.

Messgröße des Ankerzugversuchs ist die axial zum Ankerstab anzusetzende Zugnormalkraft $F_{Prüf}$. Der Betrag der Prüfkraft $F_{Prüf}$ ergibt sich aus dem Produkt der in der Ausführungsstatik angesetzten Ankerkraft N_{Ed} als Bemessungswert aus der maßgebenden Bemessungssituation und dem Teilsicherheitsbeiwert des Tragwiderstands γ_c des Betonuntergrundes vgl. [1] bzw. [2]:

$$F_{Prüf} = \gamma_c \cdot N_{Ed} \leq A \cdot f_{yk}$$

f_{yk} Streckgrenze
A Stahlquerschnitt

Falls keine genaueren Angaben vorliegen, ist $\gamma_c = 1{,}5$ zu setzen.

Die Prüfkraft ist axial in den jeweiligen Probeanker einzuleiten. Nach Erreichen des Endbetrages $F_{Prüf}$ ist die Prüfkraft mindestens 10 Minuten konstant zu halten. Bei dem Zugversuch dürfen augenscheinlich keine plastischen Verformungen am Ankerstab oder Schädigungen am Betonuntergrund bzw. Verfüllmörtel auftreten.

Wird als Widerlager für die Einleitung der Prüfkraft der den Probeanker umgebende Betonuntergrund benutzt, ist eine Traverse oder ähnliche Hilfseinrichtung zu verwenden. Der Abstand zwischen Ankerachse und Traversenauflager muss größer als die Ankereinbindelänge L, maximal aber 0,6 m sein (vgl. Abb.).

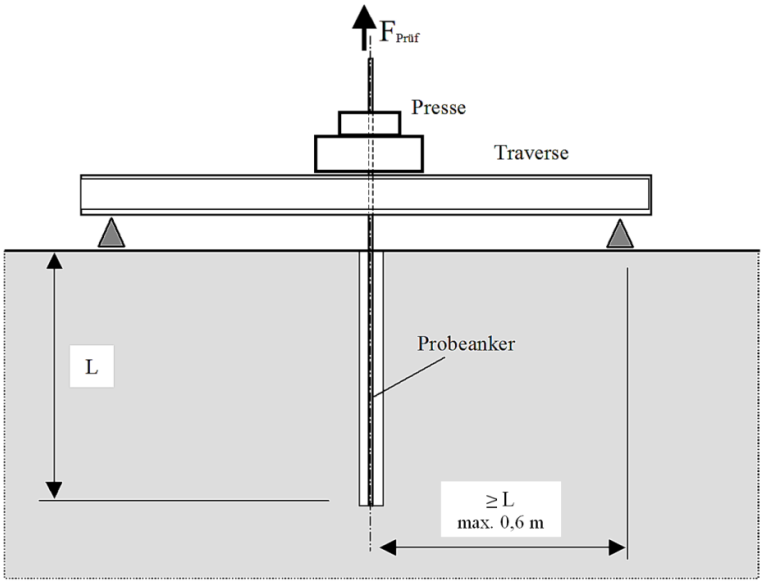


Bild 1: Prüfanordnung Ankerzugversuch

A2.4 Auswertung

Die Versuchsergebnisse sind in einem Prüfprotokoll zu dokumentieren. Darin sind mindestens folgende Angaben aufzunehmen:

- Objekt, Auftraggeber der Baumaßnahme, ausführende Baufirma, Prüfer und dessen Auftraggeber, Datum der Prüfung
- Daten der Probeanker (Lage, Bohrloch- und Ankerdurchmesser, Einbindetiefe)
- Datum des Probeankereinbaus
- Ankermaterial (Stahl, Mörtel)
- Festigkeitsentwicklung des Ankermörtels
- Prüfkraft $F_{Prüf}$
- Prüfgerät und Messbereich
- Beschreibung des Versuchsergebnisses (augenscheinliche Schadensfreiheit oder Angaben zur Versagensart, z. B. Ausziehen des Ankerstabes mit oder ohne Ausbruchkegel, Verbundversagen des Verfüll- bzw. Injektionsmörtels oder Stahlversagen).

Anhang 3: Technische Prüfvorschrift – Bestimmung des Wassergehaltes am Frischmörtel/Frischbeton durch Darren

Für die Bestimmung des Wassergehalts bei der Ermittlung des w/z-Wertes am Frischmörtel/Frischbeton ist wie folgt zu verfahren:

Eine Probemenge von mindestens 5.000 Gramm Frischbeton ist in das Darrgefäß auf 1 Gramm genau einzuwägen und unter ständigem Rühren rasch und scharf zu trocknen, bis keine Klumpen mehr zu beobachten sind und kein Dampf mehr aufsteigt (Kontrolle mit Glasplatte). Die Wärme soll möglichst großflächig zugeführt werden, so dass die Probe nach spätestens 20 Minuten trocken ist. Die trockene und abgekühlte Probe ist zu wägen. Der entstandene Masseverlust entspricht dem Wassergehalt der Probe.

Es sind 2 Versuche durchzuführen. Unterscheiden sich die Ergebnisse beider Versuche um mehr als 20 Gramm, ist ein dritter Versuch notwendig. Für die Beurteilung ist der arithmetische Mittelwert aus den 2 bzw. 3 Versuchen maßgebend.

Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung ist in vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber zu berücksichtigen.

Die Zeit zwischen Herstellung des Frischbetons und Prüfbeginn darf 1 Stunde nicht überschreiten.

Anhang 4: Technische Prüfvorschrift – Behindertes Schwinden

A4.1 Zweck und Anwendungsbereich

Die Prüfung dient der Beurteilung der Reißneigung von Spritzmörtel/ Spritzbeton infolge behinderten Schwindens.

A4.2 Zitierte Normen und Regelwerke

[1] DIN EN 10056-1: Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl - Teil 1: Maße; Deutsche Fassung EN 10056-1

[2] DIN 50014: Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate

A4.3 Prüfverfahren

In Abhängigkeit vom Größtkorndurchmesser des zu untersuchenden Spritzmörtels/Spritzbetons werden als Schwindrinnen Winkelstähle gemäß DIN EN 10056-1 [1] mit einer freien Länge von 1.000 mm eingesetzt (siehe Bild 1 und 2):

Größtkorn ≤ 5 mm: L 70 x 7

Größtkorn > 5 mm: L 100 x 8

Für die Prüfung eines Spritzmörtels/Spritzbetons sind 2 Schwindrinnen erforderlich.

Die Innenflächen der Schwindrinnen sind jeweils vor Untersuchungsbeginn durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen. Zum Einspritzen des Spritzmörtels/Spritzbetons sind die Schwindrinnen mit ihrer Längsachse in der Horizontalen so anzuordnen, dass sich die Oberfläche des eingebauten Spritzmörtels/Spritzbetons in der Senkrechten befindet.

Der Spritzmörtel/Spritzbeton wird horizontal in die Schwindrinnen eingespritzt. Unmittelbar nach dem Spritzen ist der Spritzmörtel/Spritzbeton bündig über die Kanten der Schwindrinnen abzuziehen. Anschließend sind die Schwindrinnen ohne Abdeckung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 [2] mit der nach oben gewandten Oberfläche des Spritzmörtels/Spritzbetons in der Horizontalen zu lagern.

Die Prüfkörper sind fortlaufend auf das Entstehen von Rissen und großflächigen Ablösungen zu untersuchen.

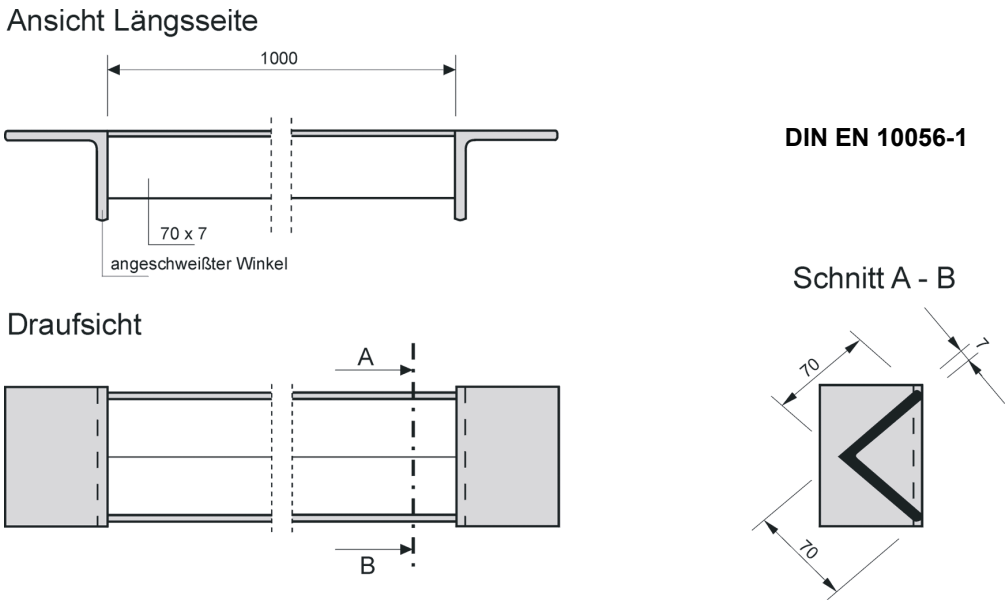


Bild 1: Schwindrinne für Größtkorn ≤ 5 mm

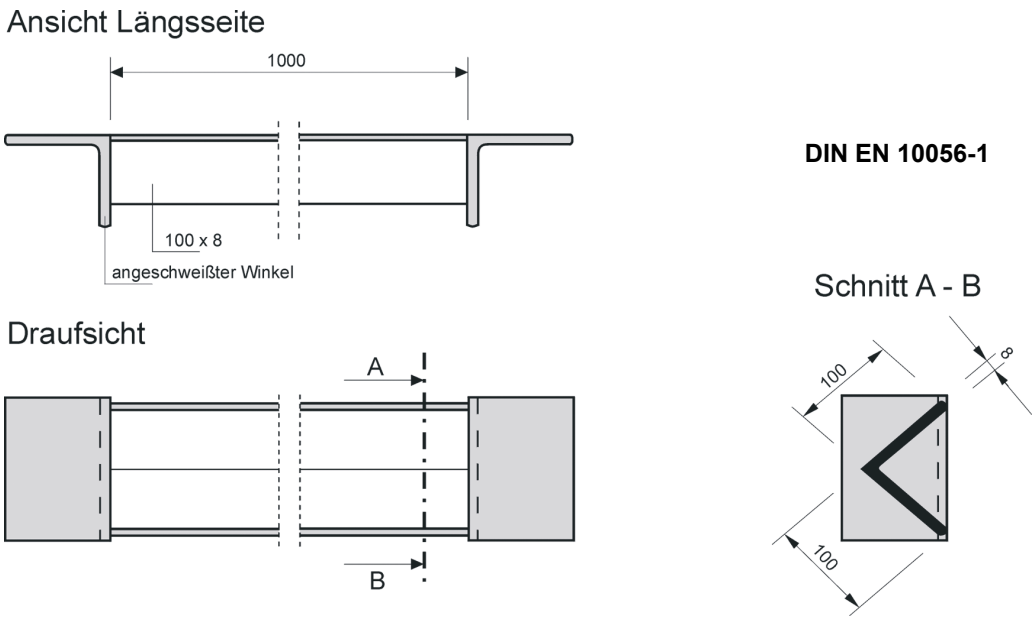


Bild 2: Schwindrinne für Größtkorn > 5 mm

A4.4 Auswertung, Dokumentation

28 Tage nach Einbringen des Spritzmörtels/Spritzbetons sind die ggf. aufgetretenen Risse gemäß Bild 3 an der Mittelachse der Oberfläche auszumessen. Anzugeben sind die Anzahl der Risse, die mittlere und maximale Rissbreite mit einer Genauigkeit von 0,02 mm sowie der Zeitpunkt der Rissbildung. Darüber hinaus sind Umfang und Zeitpunkt der Entstehung ggf. vorhandener Ablösungen zu dokumentieren.

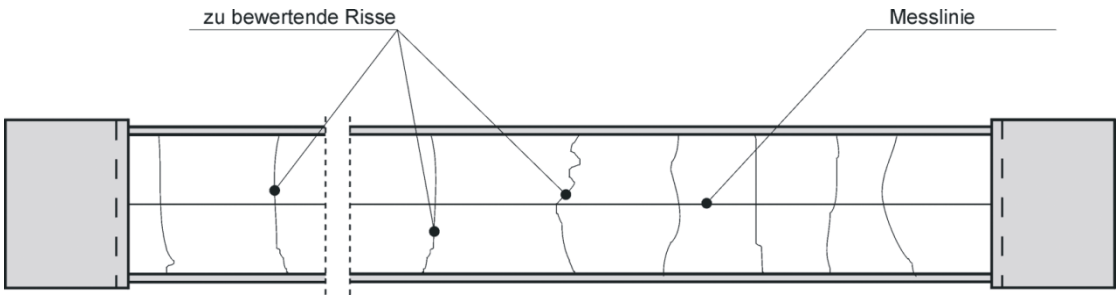


Bild 3: Beispiel für Rissmessung

Anhang 5: Technische Prüfvorschrift – Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung

A5.1 Zweck und Anwendungsbereich

Die Prüfung dient zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Betonersatzsystemen in Wasserwechselzonen von Süß- und Meerwasserbauten.

A5.2 Zitierte Normen und Regelwerke

[1] RL SIB Teil 4: DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie), Teil 4: Prüfverfahren

[2] DIN 50014: Klimate und ihre technische Anwendung; Normklimate

[3] DIN 50905 Teil 4: Korrosion der Metalle; Korrosionsuntersuchungen; Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium

A5.3 Prüfverfahren

Bei Betonersatz im Handauftrag werden 4 Prismensätze wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit nach RL SIB Teil 4, Abschnitt 2.5 (PCC), bei Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) 4 Prismensätze wie für die Prüfung nach RL SIB Teil 4, Abschnitt 3.6 (SPCC, gespritzte Proben) [1] aus einer Mischung hergestellt. Die Prismen für Betonersatz im Handauftrag werden 2 Tage in der Form feucht gehalten, die Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) werden 2 Tage in der Spritzpfanne feucht gehalten und danach im Nassschnittverfahren gesägt.

Im Alter von 2 Tagen werden jeweils 2 Prismensätze unter Süßwasser von 20 ± 3 °C bzw. im Normalklima DIN 50014 - 23/50-2 [2] gelagert. Für die Lagerung unter Süßwasser ist demineralisiertes Wasser zu verwenden.

Im Alter von 7 Tagen wird an den zuvor in Süßwasser gelagerten 2 Prismensätzen mit der Meerwasserwechsellagerung begonnen. Ein Zyklus dieser Lagerung umfasst 1 Woche Lagerung in Meerwasser von 20 ± 3 °C nach [3] und 1 Woche Lagerung im Normalklima 23/50. Insgesamt werden die Prismen mit 6 Zyklen beansprucht.

Die Lagerungsbehälter für die Süßwasser- und Meerwasserlagerung müssen so bemessen sein, dass ein Verhältnis des Prismen/Flüssigkeits-Volumen von 1/3 eingehalten wird. Die Prismen sind auf runden Glas- oder Kunststoffstäbchen zu lagern. Die Lagerungsbehälter sind zu verschließen. Die Flüssigkeit der Meerwasserlagerung ist nach 42 Tagen (3 Zyklen) zu wechseln, wobei die Lagerungsbehälter vor dem Einfüllen der frischen Flüssigkeit zu säubern sind. Auf den Prismen ggf. vorhandene Ablagerungen sind beim Flüssigkeitswechsel lediglich unter fließendem Wasser abzuspülen (nicht bürsten).

An allen 4 Prismensätzen erfolgt die Prüfung der Biegezugfestigkeit im Alter von 91 Tagen. Jeweils am Ende eines Lagerungsabschnitts (Feucht-, Nass-, Trockenlagerung) werden zu Kontrollzwecken die Prismenmassen bestimmt.

A5.4 Beurteilung

Die Dauerhaftigkeit des Betonersatz im Handauftrag bzw. des Spritzmörtels/Spritzbetons (unverankert, unbewehrt) wird anhand der relativen Biegezugfestigkeit nach Meerwasserwechsellagerung bezogen auf die Biegezugfestigkeit nach Lagerung im Normalklima 23/50 beurteilt. Anzugeben sind die Einzelwerte und Mittelwerte der Biegezugfestigkeit und der Quotient aus den beiden Mittelwerten in % mit einer Genauigkeit von 1 %.

Anhang 6: Technische Prüfvorschrift – Bestimmung von Frischmörtel-/Frischbetoneigenschaften

A6.1 Rohdichte des frischen Spritzmörtels/Spritzbetons

A6.1.1 Herstellung

(1) Es sind Spritzpfannen gemäß Bild 1 zu verwenden. Die Innenflächen der Spritzpfannen sind durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen.

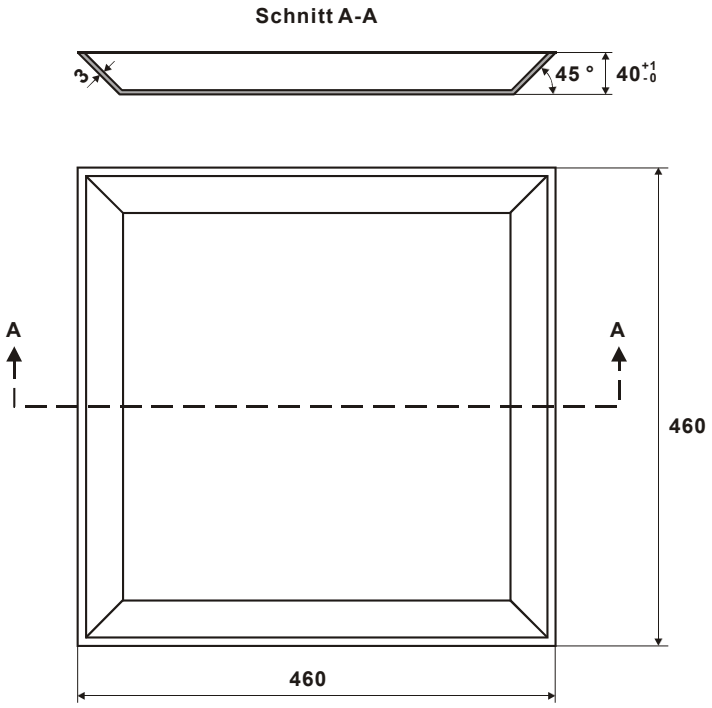


Bild 1: Spritzpfanne aus Stahlblech, Maße ohne Toleranzangaben nach DIN ISO 2768-1 in [mm]

(2) Die Spritzpfanne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Spritzpfanne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abzuziehen und zu glätten.

A6.1.2 Prüfung

Die Rohdichte ist durch Wägung und Volumenbestimmung der in der Spritzpfanne gespritzten Probe zu ermitteln. Die Prüfung ist unmittelbar nach Beendigung des jeweiligen Spritzvorgangs durchzuführen.

A6.2 Konsistenz und Luftgehalt des Betonersatzes im Handauftrag

A6.2.1 Herstellung

(1) Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4 und 6. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonersatzprodukte sollen beachtet werden.

(2) Die Mörtel sind mit der minimalen und maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen.

(3) Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen.

(4) Mischzeit und Mischabfolge sind vom Hersteller anzugeben. Typ des Zwangsmischers, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben.

A6.2.2 Prüfung

(1) Die Konsistenz ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß [1] zu ermitteln.

(2) Der Luftgehalt ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß [2] zu ermitteln.

A6.3 Normen und Regelwerke

[1] DIN EN 1015-3: Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch)

[2] DIN EN 1015-7: Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel

Anhang 7: Bestimmung der Verbrauchsmengen und Trockenschichtdicken von Oberflächenschutzsystemen

A7.1 Bemessungsansatz zur Bestimmung der Auftragsmengen bei Oberflächenschutzsystemen

(1) Zur Ermittlung von Auftragsmengen zur Erreichung der geforderten Mindestschichtdicken der hwO sind folgende Gleichungen anzuwenden. Relevante Schichtdickenparameter enthält Tabelle 1.

Bei $d_{min,P}$ $$m'' = \frac{\rho_{coat}}{FV} (d_{min,P} + 1{,}64\,\sigma_{x,max})\,(1 + k_v)\,(1 + k_u) \quad [g/m] \quad (1)$$

Bei $d_{ist,m}$ $$m'' = \frac{\rho_{coat}}{FV} d_{ist,m}\,(1 + k_v)\,(1 + k_u) \quad [g/m^2] \quad (2)$$

Darin bedeuten:

$d_{min,P}$	produktspezifische Mindestschichtdicke	[µm]
$d_{ist,m}$	tatsächliche mittlere Schichtdicke	[µm]
m''	Auftragsmenge	[g/m²]
ρ_{coat}	Dichte des Beschichtungsstoffes	[g/cm³]
FV	Anteil Festkörpervolumen des Beschichtungsstoffes	[-]
$\sigma_{x,max}$	maximale Stichprobenstandardabweichung	[µm]
k_v	Faktor zur Berücksichtigung des Verarbeitungsverlusts	[-]
k_u	Faktor zur Berücksichtigung der Untergrundrauheit	[-]
ssa	Standardabweichung der Stichprobe	[µm]

(2) Die Parameter $\sigma_{x,max}$ und k_v liegen überwiegend im Verantwortungsbereich des ausführenden Unternehmens und sind durch dieses anzugeben.

Anmerkung 1: Die Werte können mit entsprechend handwerklicher Fertigkeit bei der Anwendung auf das statistisch unvermeidliche Maß reduziert werden.

Anmerkung 2: Die Streuung von Schichtdickenverteilungen kann vor dem technischen und ökonomischen Hintergrund über den Variationskoeffizienten (V_x) (Gl. 3) minimiert werden. Der Variationskoeffizient liegt im Regelfall bei 0,15 und sollte 0,20 nicht übersteigen.

$$V_x = \frac{ssa}{d_{ist,m}} \quad [-] \quad (3)$$

(3) Nach einer Untergrundvorbereitung (Rauheit) oder einer Untergrundvorbehandlung (Ebenheit) ist ein neuer k_u-Faktor zu ermitteln.

Anmerkung: Der Parameter k_u ist maßgeblich von der Beschaffenheit des zu beschichtenden Untergrundes abhängig.

Tabelle 1: Exemplarische Parameter zur Bestimmung der Verbrauchsmenge

Oberflächenschutzsystem	Mindestschichtdicke $d_{min,S}$ der hwO [µm]	ssa bei V_x 0,15 - 0,20	min. k_v	min. k_u
		[µm]	[-]	[-]
1	2	3	4	5
OS 4 (OS C)	80	24 - 35[a]	0,03	0,10
OS 5a (OS DII)	300	60 - 90	0,03	0,10
OS 5b (OS DI)	2 000	400 - 600	0,03	0,10

[a] Abweichung wegen Untergrundrauheit oder Verarbeitungsmaterial und Menge

A7.2 Bestimmung der Trockenschichtdicken bei OS 5 (OS D)

(1) Zur Bestimmung der Schichtdicken mittels Keilschnittverfahren oder Differenzschichtdickenverfahren werden je angefangene 250 m² mindestens 30 Messwerte ermittelt.

(2) Alternativ zu (1) werden je angefangene 250 m² 3 Bohrkerne (Prüfserie) Durchmesser 25 bis 50 mm entnommen, senkrecht zur Bohrkernachse geschnitten (Feinschnitt) und die Schnittfläche nach Eintragung von Ausgleichlinien im Lichtmikroskop vermessen.

(3) Für die Auswertung gemäß Abschnitt 7.6.3 der ZTV-W LB 219 wird je Bohrkern eine relevante Schichtdicke $d_{ist,i}$ zwischen den jeweiligen Ausgleichlinien ermittelt. Es sind folgende Messwerte anzugeben:

a) $d_{ist,m}$: Mittelwert der Prüfserie aus drei Bohrkernen;
b) $d_{ist,i,min}$: kleinster Einzelwert der Prüfserie;
c) $d_{ist,i,max}$: größter Einzelwert der Prüfserie.

Anhang 8: Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen

In der nachfolgenden Tabelle sind Art, Umfang und Häufigkeit von Prüfungen im Rahmen der Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen für Maßnahmen nach den Abschnitten 1 bis 8 der ZTV-W LB 219 zusammengestellt. Für die Abschnitte 3 und 4 der ZTV-W LB 219 sind zusätzlich die Prüfungen gemäß DIN 1045-3 oder DIN EN 14487 / DIN 18551 durchzuführen.

Anmerkung: Die Tabelle soll dem Anwender als Hilfestellung dienen. Für die Vertragserfüllung maßgebend sind die Forderungen in den Abschnitten 1 bis 8 der ZTV-W LB 219.

	Gegenstand der Prüfung	**Art der Prüfung Prüfgröße**	**Beton ÜK 2 und 3** [1)]	**Spritzbeton bewehrt** [2)]	**Spritzbeton/-mörtel unbewehrt** [2)]	**Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt** [2)]	**OS**	**Rissfüll-stoffe**	**Anforderungen**	**Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt**
1	**Allgemeines**									
1.1	Bauvertrag	Anweisungen für die Bauausführung	X	X	X	X	X	X	Übereinstimmung der Festlegungen mit dem Bauvertrag inkl. Instandsetzungsplan und Standsicherheitsbeurteilung gem. Abschnitt 1.2	Vor Beginn der Arbeiten
1.2	Standsicherheit	Unterlagen, Benennung	X	X	X	X	X	X	Schriftliche Beurteilung der Standsicherheit durch AG gem. Abschnitt 1.2.4 vorhanden? Benennung des Verantwortlichen auf Seiten des AN gem. Abschnitt 1.2.4	Vor Beginn der Arbeiten
1.3	Anerkannte Überwachungsstelle	Anmeldung, Vertrag	X	X	X	X	X	X	Überwachung der Maßnahme durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle gem. Abschnitt 1.6.1.3	Vor Beginn der Arbeiten
1.4	Konzept, Plan	Vorlage bei AG	X	X	X	X	X	X	Konzept, Plan gem. Abschnitt 2.3.1 bzw. 3.5.1 bzw. 4.5.1 bzw. 5.5.1 bzw. 6.5.1 bzw. 7.5.4	Konzept 4 Wochen vor Ausführung, Plan 3 Arbeitstage vor Ausführung
2	**Untergrund**									
2.1	Betonuntergrund	Sichtprüfung	X	X	X	X	X	X	Eignung des Betonuntergrundes für die vorgesehene Maßnahme gem. Abschnitt 1.5.1 und 2.3.1; Anwesenheit des AG	Vor Beginn der Untergrundvorbereitung, nach Abschluss der Untergrundvorbereitung bzw. vor Aufbringen des Betonersatz-/OS-Systems
2.2		Oberflächen	X	X	X	X	X	X	Beschaffenheit gem. Abschnitt 2.3.2 bzw. 4.5.3 und DIN 18551 Nr. 5.2.2	
2.3		Ausbildung instandzusetzender Bereiche	X	X	X	X		X	Beschaffenheit gem. Abschnitt 3.3 bzw. 4.3 bzw. 5.3 bzw. 6.3	Nach Abschluss der Untergrundvorbereitung
2.4		Probeflächen	X	X	X	X	X	X	Eignung des Verfahrens zur Untergrundvorbereitung nach Abschnitt 2.2	Vor Beginn der Arbeiten, in Abstimmung mit dem AG

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüll-stoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
2.5	Betonunter-grund	Rautiefe gem. TR-IH Teil 1, Tabelle 8 oder Vergleichsmuster					X		Einhalten der verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	Vor Aufbringen des OS-Systems; 3 Messstellen je Prüfbereich
2.6		Abreißfestigkeit nach Untergrund-vorbereitung	X	X	X	X	X		Erreichen der Werte nach Tabelle 2.1	Je angefangene 250 m² Einbaufläche oder je Bauteil 5 Einzelwerte aus der Prüffläche gem. Abschnitt 2.4
2.7		Vergleich der erzielbaren Schichtdicke mit dem Bauvertrag	X	X	X	X			Einhalten der Festlegungen im Bauvertrag und den Abschnitten 3.1 und 3.3.2, 4.1 und 4.3, 5.1 und 5.3 , 6.1 und 6.3	Jeder Arbeitsabschnitt
2.8		Vergleich der erzielbaren Betondeckung mit dem Bauvertrag	X	X	X	X			Nach Bauvertrag und Abschnitt 1.3.2	
2.9		Arbeitsfugen	X						Fachgerechte Ausbildung gem. Abschnitt 1.3, 3.3.2, 3.5.4 und 4.5.4	
2.10		Ankerlöcher	X	X					Einhalten der Anforderungen gem. Abschnitt 3.3.2 bzw. 4.3.2	
2.11		Bewehrung bei Instandsetzungsprinzip R (Sichtprüfung)	X	X	X	X			Oberflächenvorbereitungsgrad St 2 oder SA 2 gem. Abschnitt 2.2.3	
2.12	Untergrund	Temperatur	X	X	X[3), 7)]	X	X	X	Einhalten der Anforderungen gem. Abschnitt 1.5.4 bzw. der verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	Vor Beginn der Arbeiten, bei Temperaturänderungen, ggf. bei Wetteränderung
2.13		Feuchte	X	X	X	X		X	Einhalten der Festlegungen nach Abschnitt 3.5.4.1 bzw. 4.5.7 bzw. 5.5.5 bzw. 6.5.2	Jede Schicht vor dem Auftrag
2.14		Feuchte sowie Taupunkt, Betonunterlage und Baustoffe					X		Einhalten der verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	Vor Beginn der Arbeiten, bei Temperaturänderungen, ggf. bei Wetteränderungen

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüll-stoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
3	**Stoffe vor der Verarbeitung**									
3.1	Übergabe der zum System gehörenden Stoffe	Lieferschein und Verpackungsaufschrift, Produktname, Chargennummer			X[3]	X	X	X	Produktname, Verpackungsaufschrift	Jede Lieferung
3.2		Sichtprüfung			X[3]	X	X	X	Keine auffälligen Veränderungen, unbeschädigte Gebinde	
3.3	Lagerung	Lagerungsbedingungen, Verfalls-/Herstellungsdatum, zul. Lagerungsdauer			X[3]	X	X	X	Nach verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	Vor Anwendung oder bei Einlagerung
3.4	Auswahl	Anwendungsbereich	X						Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 3.2	Vor Beginn der Arbeiten
3.5				X					Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 4.2	
3.6					X				Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 5.2	
3.7						X			Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 6.2	
3.8							X		Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 7.2	
3.9								X	Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 8.2	
3.10		Anwendungsbereich, Aufbau, systemspezifische Mindestschichtdicke					X		Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 7.4	
3.11		Größtkorn	X	X	X	X			Abschnitte 3.4 und DIN 1045-2, 5.2.3	

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüll-stoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
3.12	Nicht genormte Ausgangsstoffe	Sichtprüfung	X	X					Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Europäische Technische Bewertungen	Vor Beginn der Arbeiten
3.13	Nachweis der Verwendbarkeit	Sichtprüfung			X[3), 7)]	X	X	X	Übereinstimmung mit den zu verwendenden Stoffsystemen, Sicherheitsdatenblätter, Verpackungsaufschriften	
3.14	Mischanweisung	Sichtprüfung			X[3), 7)]	X	X	X	Übereinstimmung mit den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	
3.15	Frischmörtel/-beton bzw. Feinspachtel bei OS	Zusammensetzung der Mischung (Sichtprüfung)		X	X[3), 7)]	X	X	X	Ausschließen grober Abweichungen von den festgelegten Eigenschaften bzw. von den Verhältnissen der Erstprüfung	Beim ersten Verarbeiten des Baustoffs, danach in angemessenen Zeitabständen
3.16		Mischanweisung			X[3), 7)]	X	X	X	Übereinstimmung mit den verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers [7)]	
3.17		Zugabewasser	X	X	X	X		X	Einhaltung der Festlegungen gem. Abschnitt 1.4 und 3.4.2	
3.18		Konsistenz (Augenschein), ausreichende Mischwirkung, Einhaltung der Mischzeiten (Sichtprüfung)	X	X	X	X	X		Gleichmäßiges Mischergebnis	Jede Mischung
3.19		Gleichmäßigkeit (Sichtprüfung)	X				X		Homogenes Erscheinungsbild	Jede Mischung bzw. Transportbetonlieferung
3.20		Ausbreitmaß und Luftgehalt nach DIN EN 1015-3 und DIN EN 1015-7				X			Einhalten der Festlegungen nach Abschnitt 6.6.2	1 Prüfung je Arbeitstag
3.21		Konsistenz	X						Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 3.4.4 und 3.6.2	Jede Mischung bzw. Transportbetonlieferung
				X					Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 4.6.1 und DIN EN 14487-1, Tabelle 11	Grundmischung bei Produktionsbeginn

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüll-stoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
3.22	Frischmörtel/-beton bzw. Feinspachtel bei OS	Luftgehalt von Luftporenbeton	X						Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 3.4.4 und 3.6.2	Bei Übergabe: jedes Fahrzeug An Einbaustelle: ersten 10, dann jedes 10. Fahrzeug, jedoch mindestens einmal je Betoniertag
3.23		Frischbetonroh-dichte			X				Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 5.6.2	Je angefangene 100 m², mind. je Arbeits-tag
3.24		Konsistenz (bei ZL und ZS)						X	Einhaltung der Festlegungen nach Abschnitt 8.6.2	Jede Mischung
3.25		Frischbetontem-peratur	X	X	X		X		≤ 28 °C gem. Abschnitt 3.4.4 und 3.5.4 bzw. 4.5.7 bzw. 5.5.5	Jede Mischung
4	**Verarbeitung**									
4.1	Äußere Be-dingungen	Temperatur	X	X	X	X	X	X	Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 1.5.4 oder verbindliche „Angaben zur Ausfüh-rung“ des Herstellers	Fortlaufend gem. RL SIB Teil 3, 2.2.1 (Thermohygrograph)
4.2		Relative Luft-feuchte					X			
4.3	Bauteil-temperatur	Bauteil	X					X	Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 1.5.4	Während der ersten 7 Tage nach Einbau
4.4	Haftbrücke	Sichtprüfung	X			X			Einhalten der Festlegungen nach Abschnitt 3.4.3 und 3.5.4.1 bzw. 6.4 und 6.5.2	Jede Schicht
4.5	Betonde-ckung	Dicke der Beton-deckung	X	X	X	X			Einhalten der Festlegungen nach Abschnitt 1.3.2	Jeder Arbeitsabschnitt
4.6	Schichtdicke	Dicke der einzel-nen Lagen		X	X	X			Einhalten der Festlegungen der Leistungsbe-schreibung bzw. nach Abschnitt 4.3, 4.5.6 und DIN EN 14487/DIN 18551 Nr. 9.1 und 10.2 oder verbindliche „Angaben zur Ausfüh-rung“ des Herstellers bzw. in der Verwend-barkeitsbeurteilung	Jede Lage
4.7		Bestimmung der Verbrauchs- und Einbaumengen der einzelnen Schichten					X		Einhalten der Festlegungen gemäß verbindli-cher „Angaben zur Ausführung“ des Herstel-lers oder in der Leistungsbeschreibung	Jeder Arbeitsabschnitt und jede Schicht

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüllstoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
4.8	Bewehrung/ Schalung	Befestigung und Lage der Bewehrung/ Schalung (Sichtprüfung)	X	X[4]	X[4]	X[4]			Ausreichende Lagesicherung, zementgebundene Abstandhalter, Dichtheit, beim Spritzen wenig federnd; Einhaltung der Festlegungen nach Abschnitt 3.5.2 und 3.5.3 bzw. 4.5.5 und DIN EN 14487/DIN 18551 Nr. 6	Jeder Arbeitsabschnitt
4.9	Nachbehandlung und Schutz	Art und Dauer	X	X	X	X			Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 1.5.5 und 3.5.4.6 bzw. 4.5.7 und 4.5.8 bzw. 5.5.5 und 5.5.6 bzw. 6.5.2 und 6.5.3 oder in der Verwendbarkeitsbeurteilung	Jede Schicht
4.10		Art und Dauer des Witterungsschutzes					X	X	Gemäß verbindlicher „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers	Jede Schicht
5	**Ausgehärtete Stoffe**									
5.1	Qualität des Verbundes	Verbundfestigkeit		X[5]	X	X	X[8]		Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 5.6.3 bzw. 6.6.3 bzw. 7.6.3; Prüfung im Beisein des AG	5 Werte (bei OS 3 Werte) je angefangene 250 m² Einbaufläche bzw. je Bauteil
5.2		Hohlstellen oder Verbundstörungen		X	X	X	X	X	Festlegung von Hohlstellen/ Verbundstörungen gem. Abschnitt 4.6.2 oder 5.6.3 oder 6.6.3 oder 7.6.3 oder 8.6	Alle fertiggestellten Flächen
5.3	Dauerhaftigkeit	Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand	X						Einhaltung der Festlegungen gem. Abschnitt 3.4.5 und 3.4.6 oder 4.4.3 und 4.6.2 oder 5.4	1 Prüfserie aus 5 Probekörpern gem. Abschnitt 3.4.6 und 3.6.2; ggf. größere Anzahl von Prüfserien gem. Bauvertrag
5.4				X	X[6]					5 Werte je angefangene 500 m² Einbaufläche oder je Bauteil
5.5		Wassereindringwiderstand	X						Eindringtiefe max. 30 mm gem. Abschnitt 3.4.5 bei w/z ≥ 0,55	3 Probekörper je 50 m³ bzw. je Betoniertag
5.6				X					Eindringtiefe max. 30 mm gem. Abschnitt 4.4 und 4.6.2	5 Werte je angefangene 250 m² Einbaufläche oder je Bauteil
5.7	Festigkeit	Druckfestigkeit	X						Einhaltung der Festlegungen gem. Abschnitt 3.6.2 unter Berücksichtigung der Annahmekriterien gem. DIN 1045-3, Anhang B	3 Probekörper je 50 m³ bzw. je Betoniertag
5.8				X					Einhaltung der Festlegungen gem. Abschnitt 4.6.2 unter Berücksichtigung der Annahmekriterien gem. DIN EN 14487-1, Tabelle 13	5 Werte je angefangene 250 m² Einbaufläche oder je Bauteil

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung Prüfgröße	Beton ÜK 2 und 3 [1]	Spritzbeton bewehrt [2]	Spritzbeton/-mörtel unbewehrt [2]	Betonersatz/ Handauftrag unbewehrt [2]	OS	Rissfüll-stoffe	Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
5.9	Schichtdicke	Dicke der hauptsächlich wirksamen Oberfl.-schutzschichtt					X		Einhalten der Festlegung gem. verbindlicher „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers; Prüfung im Beisein des AG	5 Werte je angefangene 250 m² Einbaufläche bzw. je Bauteil
5.10	Dichte	Trockenrohdichte			X	X			Einhalten der Festlegungen gem. Abschnitt 5.6.3 bzw. 6.6.3	An allen Bohrkernen der Verbundfestigkeitsprüfung
6	**Technische Einrichtungen**									
6.1	Abmessvorrichtungen	Sichtprüfung			X	X	X	X	Einwandfreies Arbeiten	Bei Beginn der Arbeiten, danach wöchentlich
6.2	Mischwerkzeuge	Funktionskontrolle			X	X	X	X		Bei Beginn der Arbeiten, danach monatlich
6.3	Förder-, Spritz- und Einbringgeräte		X	X	X	X	X	X		Bei Beginn der Arbeiten, danach wöchentlich
6.4	Verdichtungsgeräte		X			X				
6.5	Mess-, Prüf- und Laborgeräte		X	X	X	X	X	X	Ausreichende Messgenauigkeit	Bei Inbetriebnahme, dann in angemessenen Zeitabständen
6.6	Schlauch	Schlauchlänge		X	X			X	Schlauchlänge gem. Eignungsprüfung und verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers in der Verwendbarkeitsbeurteilung	Vor Beginn der Arbeiten

[1] zusätzlich zu DIN 1045-3
[2] zusätzlich zu DIN EN 14487/DIN 18551
[3] für werksmäßig hergestellte Spritzbetone/-mörtel
[4] ggf. Kantenschalung
[5] nur für Schichtdicken < 150 mm
[6] für nicht werksmäßig hergestellte Spritzbetone/-mörtel
[7] bei baustellengemischten Spritzbetonen/-mörteln siehe Verwendbarkeitsnachweis
[8] nur bei OS 4 und OS 5 mit Feinspachtel

Anhang 9: Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse

A9.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind stationäre oder verfahrbare, mit Planen oder anderen Abdeckungen versehene Einrüstungen.

A9.2 Anwendungsgrundsätze

Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so auszubilden, dass die Verarbeitungsbedingungen der für den Einbau vorgesehenen Stoffe und Stoffsysteme eingehalten werden können.

Die Bestimmungen des Arbeitsschutzes sind einzuhalten. Dabei hat der Auftragnehmer alle für den Arbeitsschutz erforderlichen Konstruktionen und ausführungstechnischen Maßnahmen mit den zuständigen Aufsichtsbehörden abzustimmen.

A9.3 Anforderungen

Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so zu planen, auszuführen und zu unterhalten, dass ihre Standsicherheit und Verkehrssicherheit jederzeit gewährleistet sind. Der ordnungsgemäße Zustand passiver Schutzeinrichtungen und sonstiger zusätzlicher Maßnahmen zur Verkehrssicherung ist auch während der arbeitsfreien Zeiten sicherzustellen.

Eine einfache und schnelle Montage und Umsetzbarkeit muss möglich sein.

DIN EN 16508 ist zu beachten.

Gestaltung der Schutzeinrichtungen

Art, Anzahl und Abmessungen der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind auf das Objekt, die vorgesehene Ausführung, die örtlichen und verkehrlichen Bedingungen und die Bearbeitungszeit abzustimmen. Hierzu gehören insbesondere

- die vorgesehene Tagesleistung,
- die temperaturbedingten Standzeiten wie z. B. Aufheiz- und Aushärtezeit,
- die Gesamtbauzeit,
- die Umsetzbarkeit,
- freizuhaltende Lichträume von unter Betrieb befindlichen Verkehrsanlagen,
- Schutzabstände und Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten im Bereich von Oberleitungsanlagen und sonstigen elektrischen Freileitungen.

Belastung bestehender Bauwerke und Bauwerksteile

Zulässige Beanspruchungen betroffener Bauwerke und Bauwerksteile dürfen nicht überschritten werden.

Hilfskonstruktionen für die Verankerung am Bauwerk sind bereits während der Planungsphase mit dem Auftraggeber abzustimmen und bedürfen dessen schriftlicher Zustimmung.

Eine Beschädigung von Bauwerksteilen ist möglichst zu vermeiden. Trotzdem erforderlich werdende Instandsetzungen sind vom Auftragnehmer vorzunehmen, sofern in der Leistungsbeschreibung nichts anderes geregelt ist. Dies gilt insbesondere für den Rückbau von Verankerungselementen.

Bauliche Ausführung

Die Außenhaut der Schutzeinrichtung muss zerreißfest und schwer entflammbar sein.

Die Schutzeinrichtungen sind so auszubilden, dass Niederschlags-, Oberflächen- und Spritzwasser sowie Sprühnebel von den zu bearbeitenden Flächen ferngehalten werden.

Wasser ist schadlos abzuleiten. Die Konstruktion unter einer flexiblen Dachhaut ist so auszubilden, dass keine Wasseransammlungen auftreten.

Ein Herabtropfen von Kondenswasser auf die zu behandelnden Flächen ist zu verhindern.

Arbeitsbedingungen

Der Innenraum ist so zu beleuchten, dass ein geordneter Arbeitsablauf sichergestellt ist.

Die lichten Innenraummaße sind auf die unter bzw. in den Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse auszuführenden Arbeiten abzustimmen, wobei eine Mindestlichthöhe von 2,00 m nicht unterschritten werden darf.

Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Die Belüftung darf nicht zu einer mangelhaften Ausführung führen.

A9.4 Ausführungsunterlagen

Für die Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind statische Nachweise und Ausführungspläne erforderlich. Inbegriffen ist der Nachweis, dass durch die entstehenden Zusatzlasten die zulässigen Beanspruchungen der betroffenen Bauwerksteile nicht überschritten werden. Ist in der Leistungsbeschreibung nichts anderes festgelegt, sind diese Unterlagen von einem Prüfingenieur geprüft vorzulegen.

Die geprüften Unterlagen müssen während der Bauausführung auf der Baustelle vorliegen.

Vom Auftragnehmer ist ein Ausführungsprotokoll zu erstellen, in dem die Übereinstimmung des Aufbaus der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse mit den geprüften Unterlagen bescheinigt wird.

Erst nach Vorlage des Ausführungsprotokolls darf mit den Bauarbeiten unter bzw. in der Schutzeinrichtung begonnen werden.

Anhang 10: Zusammenstellung der zitierten Dokumente

BAW-MATB	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Bestimmung der adiabatischen Temperaturerhöhung von Beton“
BAW-MAB	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Abdichtung von Bewegungsfugen“
BAW-MBM	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Bau und Instandsetzung massiver Wasserbauwerke im Meerwasserbereich“
BAW-MDCC	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“
BAW-MESB	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Entmischungssensibilität von Beton“
BAW-MFB	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Frostprüfung von Beton“
BAW-MZB	Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe Merkblatt „Zweitbeton“
DAfStb Heft 422	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Prüfung von Beton. Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048
DAfStb Heft 638	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Anwendungshilfe zur Technischen Regel Instandhaltung von Betonbauwerken des DIBt (TR IH) in Verbindung mit der DAfStb Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (RL SIB)
DBV-Injektionsschlauch	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. DBV-Merkblatt „Injektionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeitsfugen“
DBV-Frischbeton	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. DBV-Merkblatt „Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton“
DBV-Riss	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“
DBV-Sichtbeton	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. DBV-Merkblatt „Sichtbeton“
DBV-Betonierbarkeit	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. DBV-Merkblatt „Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton“
DIN 488	Betonstahl
DIN 1045-1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Planung, Bemessung und Konstruktion
DIN 1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregel zu DIN EN 206-1
DIN 1045-3	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung, Anwendungsregel zu DIN EN 13670
DIN 1045-1000	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1000: Grundlagen und Betonbauqualitätsklassen (BBQ)
DIN 1055-4	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten
DIN 1055-5	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten
DIN 1164-10	Zement mit besonderen Eigenschaften - Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis, Ausgabe 2023-02
DIN 1164-11	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 11: Zement mit verkürztem Erstarren –Zusammensetzung und Anforderungen, Ausgabe 2023-02
DIN 7865-1:2022-08	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 1: Formen und Maße
DIN 7865-2:2022-08	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 2: Werkstoffanforderungen und Prüfung
DIN 7865-3:2022-08	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 3: Verwendungsbereich

DIN 7865-5:2022-08	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 5: Konformitätsbewertung
DIN 18197:2018-01	Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern
DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
DIN 18349	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Betonerhaltungsarbeiten – DIN 18349
DIN 18551	Spritzbeton – Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen
DIN 19702	Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
DIN 50014	Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate
DIN 50905-4	Korrosion der Metalle; Korrosionsuntersuchungen; Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium
DIN 52170-1	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton: Allgemeines, Begriffe, Probenahme und Trockenrohdichte
DIN EN 196-1	Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
DIN EN 196-8	Prüfverfahren für Zement – Teil 8: Hydratationswärme – Lösungsverfahren
DIN EN 196-11	Prüfverfahren für Zement – Teil 11: Hydratationswärme - Isotherme Wärmeflusskalorimetrie-Verfahren
DIN EN 197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN 197-4	Zement – Teil 4: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Hochofenzement mit niedriger Anfangsfestigkeit
DIN EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 450	Flugasche für Beton. Definitionen, Anforderungen und Güteüberwachung
DIN EN 934-2	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Betonzusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung
DIN EN 1008	Zugabewasser für Beton
DIN EN 1015-3	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch)
DIN EN 1015-7	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel
DIN EN 1097-6	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme
DIN EN 1542	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
DIN EN 1766	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Referenzbetone für Prüfungen
DIN EN 1992-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1, Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, einschließlich Nationaler Anhang
DIN EN 10056-1	Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl – Teil 1: Maße
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
DIN EN 12350	Prüfung von Frischbeton
DIN EN 12390	Prüfung von Festbeton
DIN EN 12504-1	Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben; Herstellung, Untersuchung und Prüfung unter Druck
DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton
DIN EN 13055-1	Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinkörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
DIN EN 13670	Ausführung von Tragwerken aus Beton

DIN EN 14487-1	Spritzbeton – Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität
DIN EN 14487-2	Spritzbeton – Teil 2: Ausführung
DIN EN 14488	Prüfung von Spritzbeton
DIN EN 16508	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Einhausungskonstruktionen – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung
DIN EN ISO 8501	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen Teil 4: Ausgangszustände, Vorbereitungsgrade und Flugrostgrade in Verbindung mit Wasserwaschen
DIN EN ISO 12944-4	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
DIN EN ISO 17660	Schweißen – Schweißen von Betonstahl
DIN ISO 2768-1	Allgemeintoleranzen; Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung
DIN V 18026	Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2
DWA-M 506	DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef Merkblatt „Injektionen mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Massenbeton“
RAL-UZ 64	Grundlagen für Umweltzeichen-Vergabe RAL-UZ 64, Umweltzeichen für biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Schalöle, RAL e.V., St. Augustin
RL AKR	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“
RL MB	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Richtlinie Massige Bauteile aus Beton
RL SIB	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), Oktober 2001 Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung Teil 4: Prüfverfahren
RL Trockenbeton	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel“
RL Vergussbeton	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“
TR-IH	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) Teil 1: Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung
TR-W	Technisches Regelwerk – Wasserstraßen Infozentrum Wasserbau – WSV (https://izw.baw.de/wsv/planen-bauen/tr-w)
ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Bundesministerium für Verkehr
ZTV-W LB 215	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215) Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt