

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Technische Regel

Instandhaltung von Betonbauwerken¹ (TR Instandhaltung)

Mai 2020

Teil 1 – Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung

¹ 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).

INHALTSVERZEICHNIS TEIL 1

1	ANWENDUNGSBEREICH.....	5
2	ANNAHMEN UND VORAUSSETZUNGEN	6
3	GRUNDSÄTZE FÜR DIE PLANUNG DER INSTANDHALTUNG VON BETONBAUWERKEN	7
4	EINWIRKUNGEN AUS DER UMGEBUNG UND DEM BETONUNTERGRUND	12
5	ALTBETONKLASSEN.....	15
6	INSTANDSETZUNGSVERFAHREN.....	15
6.1	Instandsetzungsverfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton	15
6.1.1	Prinzip 1 "Schutz gegen das Eindringen von Stoffen"	18
	Verfahren 1.1 „Hydrophobierung zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“	18
	Verfahren 1.3 „Beschichtung zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“	18
	Verfahren 1.4 „Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“	18
	Verfahren 1.5 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“	19
6.1.2	Prinzip 2 "Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons"	20
	Verfahren 2.1 „Hydrophobierung zur Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons“	20
	Verfahren 2.3 „Beschichtung zur Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons“	21
	Verfahren 2.6 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zur Regulierung des Wasserhaushaltes von Beton“	21
6.1.3	Prinzip 3 "Reprofilierung oder Querschnittsergänzung"	21
	Verfahren 3.1 „Kleinflächiger Handauftrag zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“	21
	Verfahren 3.2 „Betonieren oder Vergießen zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“	22
	Verfahren 3.3 „Spritzauftrag zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“	24
	Verfahren 3.4 „Auswechseln von Bauteilen zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“	25
6.1.4	Prinzip 4 "Verstärkung des Betontragwerks"	26
	Verfahren 4.1 „Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben zur Verstärkung des Betontragwerks“	26
	Verfahren 4.3 „Verstärkung durch geklebte Bewehrung“	26
	Verfahren 4.4 „Querschnittsergänzung durch Betonersatz (Mörtel oder Beton) zur Verstärkung des Betontragwerks“	26
	Verfahren 4.5 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zur Verstärkung des Betontragwerks“	26
6.1.5	Prinzip 5 "Erhöhung des physikalischen Widerstandes"	28
	Verfahren 5.1 „Beschichtung zur Erhöhung des physikalischen Widerstandes“	28

	Verfahren 5.3	„Mörtel- oder Betonauftrag zur Erhöhung des physikalischen Widerstandes“	28
6.1.6	Prinzip 6	"Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff"	28
	Verfahren 6.1	„Beschichtung zur Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff“	28
	Verfahren 6.3	„Mörtel- oder Betonauftrag zur Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff“	29
6.2	Instandsetzungsverfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion		30
6.2.1	Prinzip 7	"Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"	31
	Verfahren 7.1	„Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“	31
	Verfahren 7.2	„Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“	34
	Verfahren 7.4	„Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“	37
	Verfahren 7.6:	"Füllen von Rissen oder Hohlräumen zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"	38
	Verfahren 7.7:	"Beschichtung zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"	40
	Verfahren 7.8:	"Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"	42
6.2.2	Prinzip 8	"Erhöhung des elektrischen Widerstandes"	42
	Verfahren 8.1	„Hydrophobierung zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes“	42
	Verfahren 8.3	„Beschichtung zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes“	43
6.2.3	Prinzip 10	"Kathodischer Schutz"	45
	Verfahren 10.1	„Anlegen eines elektrischen Potentials“	45
7	SICHERSTELLUNG DER BESTÄNDIGKEIT DES INSTANDSETZUNGSSYSTEMS UND DER DAUERHAFTIGKEIT DES VERBUNDES		46
7.1	Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems		46
7.2	Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des Verbundes		46
7.3	Betonuntergrund und Witterungsbedingungen		48
7.3.1	Grundsätze		48
7.3.2	Untersuchung des Ist-Zustandes		48
7.3.3	Anforderungen		48
7.3.4	Maßnahmen zur Vorbereitung des Betonuntergrundes		51
8	HINWEISE ZUR ANWENDUNG DER INSTANDSETZUNGSVERFAHREN		52
8.1	Oberflächenschutz		52
8.2	Füllen von Rissen und Hohlräumen		55
8.3	Flächige Instandsetzung mit zementgebundenem Betonersatz		57
8.4	Kathodischer Korrosionsschutz		60
8.4.1	Anoden		60
8.4.2	Einbettmörtel		60

8.4.3	Anforderungen an den Sachkundigen Planer	60
8.4.4	Anforderungen an das Personal des ausführenden Unternehmens	60
8.4.5	Bauausführung.....	60
8.4.6	Überwachung	60
9	NORMATIVE VERWEISE	61
10	BEGRIFFE, SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN.....	70
10.1	Begriffe	70
10.2	Symbole und Abkürzungen	83
10.2.1	Abkürzungen	83
10.2.2	Formelzeichen.....	85

1 Anwendungsbereich

(1) Diese technische Regel gilt in Verbindung mit der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie)" (Ausgabe Oktober 2001, inkl. der Berichtigungen 1 und 3 – nachfolgend DAfStb-RL SIB). In dieser Technischen Regel nicht genannte Sachverhalte, die in der DAfStb-RL SIB enthalten sind, gelten insofern weiter. Fortgelten insbesondere die Regelungen in Teil 3 der DAfStb-RL SIB. Die Regelungen der TR haben Vorrang vor der DAfStb RL-SIB. In dieser Technischen Regel werden Hinweise gegeben, welche Regelungen der DAfStb-RL SIB ersetzt werden.

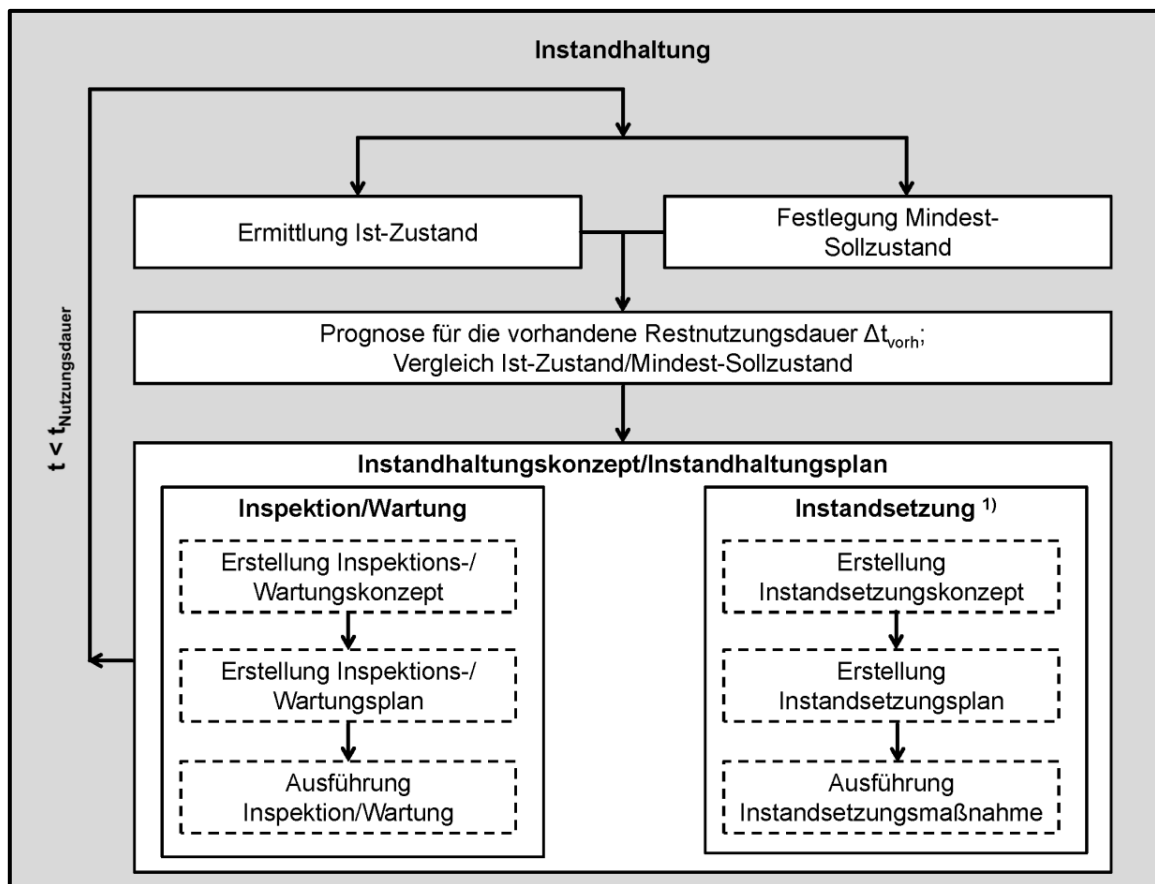
Die folgenden Absätze (2) bis (7) ersetzen DAfStb-RL SIB, Teil 1, Abschnitt 1, Absätze (1) bis (4).

(2) Diese Technische Regel regelt die Planung der Instandhaltung von Betonbauwerken (Teil 1) und die Anforderungen an Produkte und Systeme (Teil 2) für den Schutz und die Instandsetzung von Bauteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach den Normen DIN EN 1992-1-1, DIN EN 206-1, DIN EN 13670 sowie der Normenreihe DIN 1045 und deren Vorläufern. Die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen, die Anforderungen an die Betriebe und die Überwachung der Ausführung werden im Teil 3 sowie die ausführungsbezogenen Inhalte im Teil 2 der DAfStb-RL SIB geregelt.

(3) Die übergeordneten Ziele von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach dieser Technischen Regel 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.

ANMERKUNG 1 Unter Instandhaltung wird in Anlehnung an DIN 31051 die Inspektion, die Wartung, die Instandsetzung und die Verbesserung verstanden.

ANMERKUNG 2 Hinweise zu den Komponenten von Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen an Betonbauwerken im Sinne dieser Technischen Regel können Abbildung 1 entnommen werden.



¹⁾ umfasst auch Maßnahmen zur Verbesserung

Abbildung 1: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen

- (4) Die in dieser Technischen Regel geregelten Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind:
- Herstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes der Bewehrung
 - Wiederherstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes bereits korrodierter Bewehrung
 - Erneuerung des Betons im oberflächennahen Bereich (Randbereich), wenn der Beton durch äußere Einflüsse oder infolge Korrosion der Bewehrung geschädigt ist
 - Füllen von Rissen und Hohlräumen
 - Vorbeugender zusätzlicher Schutz der Bauteile gegen das Eindringen von beton- und stahlangreifenden Stoffen
 - Erhöhung des Widerstandes von Bauteiloberflächen gegen Abrieb und Verschleiß.
- (5) Die Technische Regel gilt für Stoffe, Stoffsysteme und Ausführungsverfahren,
- die nachweislich die Anforderungen in Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen oder
 - die den Regelungen der Normenreihe DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 entsprechen oder
 - die den Regelungen von DIN EN 14487 / DIN 18551 entsprechen.
- (6) Diese Technische Regel beschreibt zusätzlich Anwendungsbedingungen für:
- Betonersatz aus Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551
 - Betonersatz aus Vergussbeton nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb (Ausgabe Juli 2019) und gemäß DAfStb-RL SIB (Ausgabe Oktober 2001, inkl. der Berichtigungen 1 und 3)
- (7) Nicht geregelt wird der Oberflächenschutz für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen; hierzu gilt die Normenreihe DIN EN 14879.

2 Annahmen und Voraussetzungen

Abschnitt 2 ersetzt vollständig DAfStb-RL SIB, Teil 1, Abschnitt 2 (Begriffe). Für die Anwendung dieser Technischen Regel relevante Begriffe werden im Abschnitt 10 erläutert.

- (1) Diese Technische Regel setzt voraus, dass
- jede Instandhaltungsmaßnahme (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung) geplant wird und dass die Planung durch einen sachkundigen Planer (SKP)– im Folgenden Sachkundigen Planer aufgrund der ihm zu übertragenden Verantwortung – durchgeführt wird,
 - die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach einem Instandsetzungsplan durch einen SKP begleitet wird.
- (2) Zur Erfüllung der Grundanforderungen an das Betonbauwerk muss der SKP unter Berücksichtigung der Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund die wesentlichen Merkmale und Anforderungen an Produkte und Systeme für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen auf der Grundlage von Teil 2 dieser Technischen Regel festlegen.
- (3) Die Anforderungen an Schutz- und Instandsetzungsprodukte und -systeme und die zugehörigen Qualitätssicherungsverfahren sind durch den SKP projektspezifisch festzulegen.

ANMERKUNG 1 Ein Qualitätssicherungsverfahren ist die Art des Nachweises der Verwendbarkeit (z. B. Herstellererklärung, Prüfung durch unabhängige Prüfstelle, Fremdüberwachung oder Kontrollprüfung). Im Teil 2 dieser Richtlinie ist als Mindestniveau regelmäßig System B nach DIN 18200 festgelegt.

ANMERKUNG 2 Für bestimmte Bauwerkssituationen, beispielsweise im Bereich des Verkehrswegebbaus, werden ggf. Qualitätssicherungsmaßnahmen auf dem Niveau System A (entspricht AVCP-System 1+: „Erstprüfung“ und „Stichprobenprüfung“) vom jeweiligen Baulastträger festgelegt.

- (4) Für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach dieser Technischen Regel muss auf Auftraggeberseite in jeder Phase von Planung und Ausführung festgelegt sein, wer die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und wer die dazu erforderlichen Maßnahmen plant und ausführt. Mit der Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen darf erst begonnen werden, wenn der Auftraggeber denjenigen schriftlich benannt hat, der während der Bauausführung die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und ggf. erforderliche Maßnahmen veranlasst.

(5) Diese Technische Regel enthält keine Regeln für die Nachweise der Standsicherheit.

ANMERKUNG Das DBV-Merkblatt „Bauen im Bestand – Leitfaden“ gibt Hinweise, welche technischen Regeln für die Nachweise der Standsicherheit relevant sein können.

(6) Als standsicherheitsrelevant im Sinne dieser Technischen Regel werden alle Maßnahmen eingestuft, die zur Wiederherstellung oder zum Erhalt der Standsicherheit während der planmäßigen Nutzungsdauer erforderlich sind (Standsicherheitsrelevanz der Maßnahme). Der SKP legt fest, ob die geplante Maßnahme für die Erhaltung der Standsicherheit erforderlich ist und welche Maßnahmen zur Überwachung der Ausführung (DAfStb-RL SIB Teil 3) zu treffen sind. Diese Angaben sind in die Ausschreibungsunterlagen aufzunehmen.

ANMERKUNG Im bauaufsichtlichen Bereich wird anstelle des Begriffes „Standsicherheitsrelevanz“ der Begriff „Gefährdung der Standsicherheit“ verwendet. Dabei liegt eine Gefährdung der Standsicherheit nicht nur bei einem entsprechenden Schaden vor. Sie liegt auch dann vor, wenn eine Gefährdung der Standsicherheit mit großer Wahrscheinlichkeit innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer zu erwarten ist. Die Standsicherheitsrelevanz ist bspw. beim kathodischen Korrosionsschutz und bei Beschichtungen von Parkdecks regelmäßig zu bejahen.

(7) Die Instandhaltung von Bauteilen aus Leichtbeton ist in dieser Technischen Regel nicht geregelt.

(8) Für die Instandhaltung von Betonbauteilen, die besonderen Beanspruchungen unterliegen oder weitergehenden Anforderungen als in der Technischen Regel definiert, genügen müssen, können weitere Leistungen erforderlich sein. Diese Leistungen können aus anderen technischen Regeln (z. B. Normen, Richtlinien, bauaufsichtlichen Nachweisen der Verwendung) oder in harmonisierten europäischen Normen (hEN) bzw. europäischen technischen Bewertungen abgeleitet werden. Dies gilt z. B. für Betonbauteile

- aus dem Abwasserbereich;
- von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen;
- aus dem Trinkwasserbereich;
- in Kühltürmen, Kaminen und Schornsteinen.

3 Grundsätze für die Planung der Instandhaltung von Betonbauwerken

Abschnitt 3, Absätze (1) bis (7), dieser TR ersetzen DAfStb-RL SIB Teil 1, Abschnitt 3. Weiterhin ersetzt Abschn. 3 dieser TR DAfStb-RL, Teil 2, Abschn. 2.2

(1) Mit der Beurteilung und Planung von Instandhaltungsmaßnahmen muss ein SKP beauftragt werden, der die erforderlichen besonderen Kenntnisse hinsichtlich des Erkennens und Bewertens von Mängeln und Schäden an Betonbauwerken hat.

(2) Eine Planung der Instandhaltung kann sowohl für neu errichtete als auch für bestehende Bauwerke erfolgen. Zur sachkundigen Planung einer Instandhaltung gehören mindestens (vgl. Abbildung 1):

- Ermittlung, Darstellung und Beurteilung des Ist-Zustandes des Bauwerkes bzw. Bauteiles (z. B. Übereinstimmung mit Bestandsplänen, Vorgeschichte, Schädigungsgrad, Schädigungsausmaß, dauerhaftigkeitsrelevante Einwirkungen / statische Beanspruchung, Schadensursache, Abschätzung der weiteren Ist-Zustandsentwicklung);
- Festlegung zum Mindest-Sollzustand. Der Mindest-Sollzustand ergibt sich aus den Anforderungen an Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verkehrssicherheit und Brandschutz in Abstimmung mit dem Auftraggeber und ist während der Restnutzungsdauer nicht zu unterschreiten;
- Vergleich von Ist- und Mindest-Sollzustand; Abschätzung der Restnutzungsdauer;
- Erstellung eines Instandhaltungskonzeptes mit gegebenenfalls mehreren Varianten unter Berücksichtigung der Aspekte Inspektion/Wartung und Instandsetzung (inklusive Verbesserung), mit dem Ziel, eine technisch und wirtschaftlich begründete Lösung anzubieten;
- Erstellung eines Instandhaltungsplanes. Ein Instandhaltungsplan impliziert einen Inspektions- und Wartungsplan, ggf. auch einen Instandsetzungsplan.

(3) Der SKP² muss über besondere Kenntnisse hinsichtlich des Erkennens und Bewertens von Schäden und Mängeln verfügen. Er muss ebenfalls über besondere Kenntnisse hinsichtlich der Ursachenfeststellung sowie dem Aufstellen von Instandhaltungskonzepten zur Sicherstellung und zur Wiederherstellung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit unter Berücksichtigung der in dieser Richtlinie genannten Instandsetzungsprinzipien und -verfahren verfügen.

(4) Vor der Betoninstandsetzung ist eine Ist-Zustand-Erfassung vorzunehmen. Diese Ist-Zustand-Erfassung beinhaltet insbesondere Untersuchungen zur Ermittlung der Umgebungs- und Nutzungsbedingungen sowie der Bauwerks- und Bauteil- und Baustoffeigenschaften. Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken können den Tabellen 1 und 3 entnommen werden.

(5) Zur Ist-Zustand-Erfassung gehört auch die Auswertung der verfügbaren Informationen zur Vorgeschichte des Bauwerks. Die Feststellung der Vorgeschichte sollte unter anderem die folgenden Punkte umfassen:

- Zeitpunkt der Erstellung;
- Verwendete Baustoffe und Bauverfahren;
- Erfassung der bisherigen relevanten Einwirkungen;
- Nutzung, Umnutzungen, bauliche Veränderungen;
- Vorgegangene Instandsetzungsmaßnahmen;
- Besondere schadensrelevante bzw. außergewöhnliche Ereignisse (Brand, Anprall etc.);
- Sichten und Auswerten von Plänen und Dokumenten (z. B. vorhandene Berichte über den Zustand (Auftreten von Rissen, Blasen etc.)) im Hinblick auf die durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen.

(6) Als Voraussetzung für die Ist-Zustand-Erfassung muss die Zugänglichkeit und Einsehbarkeit des Bauteils oder Bauwerksbereichs gegeben sein oder hergestellt werden.

(7) Sofern Schäden vorhanden sind, müssen deren Ursachen ermittelt und angegeben werden. Hierzu sind gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen erforderlich.

(8) Die Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind durch die in Tabelle 2 aufgeführten Einwirkungen im Zuge der Ist-Zustand-Erfassung zu beschreiben. Die Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene ist nach Tabelle 4 vorzunehmen. Die Technische Regel enthält keine abschließenden Regelungen zur Altbetonklasse A1.

ANMERKUNG Die Auswahl geeigneter Instandsetzungsprodukte und -systeme erfolgt u. a. auf Basis der zu berücksichtigenden Einwirkungsklassen. In Teil 2 dieser Technischen Regel werden hierzu Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelungen für deren Verwendung zur Sicherstellung der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke oder Bauteile festgelegt.

(9) Darüber hinausgehende Einwirkungen (z. B. Betonkorrosion durch biogene Schwefelsäure, Verschleiß infolge Hydroabrasion oder Befahren, Erschütterungen z. B. aus Baubetrieb oder Verkehr) sowie statische Beanspruchungen aus Last und Zwang sind gesondert darzustellen.

ANMERKUNG Die Festlegung erforderlicher Merkmale der Instandsetzungsprodukte und -systeme erfolgt durch den SKP.

(10) Zur Erfassung und Bewertung von Riss- und Hohlraummerkmalen ist Tabelle 3 zu beachten.

² Dieser Kenntnissnachweis kann 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 Kenntnissnachweis kann auch durch Dokumente eines anderen Mitgliedsstaates, aus denen hervorgeht, dass die Anforderungen erfüllt sind, bescheinigt werden.

(11) Basierend auf der Ist-Zustand-Erfassung ist ein Instandhaltungskonzept zu erstellen. Zum Instandhaltungskonzept gehören insbesondere:

- mehrere Varianten der zu planenden Instandhaltung unter Berücksichtigung der Aspekte Inspektion/Wartung und Instandsetzung (inklusive Verbesserung);
- Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen mit dem Ziel, eine technisch und wirtschaftlich begründete Lösung zu entwickeln. (Instandhaltungsplan)

(12) Basierend auf dem Instandsetzungskonzept ist nach Gegenüberstellung von mehreren Varianten durch einen SKP eine Instandsetzungsplanung durchzuführen. Dabei kommen insbesondere die in den Tabellen 5 und 6 genannten Prinzipien und Verfahren zur Anwendung.

Tabelle 1 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Tabelle 2.1

Tabelle 1: Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken (Beispiele)

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
	1	2	3
1	Umgebungs- und Nutzungsbedingungen		
1.1	Mechanische Einwirkungen (z. B. Fahrzeuganprall, Überlastung)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
1.2	Physikalische und chemische Einwirkung (z. B. von Temperatur, Feuchte, Frost, Tausalzen, Gasen und Fetten)	Messungen, Erkundungen	Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen, Bewertung im Einzelfall
1.3	Einwirkungen aus Betrieb (Reinigung, Wartung)	Auswertung von Protokollen, z. B. der Streckenwartung	Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel, Bewertung im Einzelfall
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1	Brückenklasse, statisches System	Bauwerksbuch, Bauwerksakten, statische Berechnungen, Schal- und Bewehrungspläne	Bewertung im Einzelfall
2.2	Herstellungsbedingungen (z. B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3	Optischer Eindruck (z. B. Abplatzungen, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.4	Gefüge, Hohlräume, Abplatzungen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, Impact-Echo-Verfahren nach Merkblatt B11, Georadar nach Merkblatt B10, Ultraschall nach Merkblatt B4, Endoskopie nach Merkblatt B6 der DGZfP	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5	Risse	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme (siehe Tabellen 2 und 3)	Rissart, Rissverlauf, Rissbreite, Rissbreitenänderung, Risstiefe, Feuchtezustand (siehe Tabellen 2 und 3), Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.6	Betondeckung und Bewehrungsverteilung	Freilegen, Magnetische Gleichfeld- oder Wechselfeldverfahren (z. B. Wirbelstromverfahren) nach Merkblatt B2, Georadar nach Merkblatt B10 der DGZfP	Bewertung durch Vergleich mit den Anforderungen nach DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“
2.7	Verformung, Zwang, Pressungen	Messungen und Berechnungen	Bewertung im Einzelfall
2.8	Korrosionszustand von Betonstählen in Rissbereichen	Freilegen, Endoskopie, gegebenenfalls Bohrkernentnahme	Bewertung im Einzelfall
2.9	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, gegebenenfalls Öffnen oder Messen, Schichtdickenmessung	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.10	Fahrbahnübergänge, Einbauten		

Tabelle 1: Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen und Bauwerken (Beispiele) (Fortsetzung und Schluss)

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
	1	2	3
2.11	Bewehrungskorrosion	Potentialfeldmessung (nach DGZfP B3 Merkblatt), Abklopfen, Freilegen, Inaugenscheinnahme	Korrosionszustand von Betonstahl und Spannstahl
2.12	Trag- und Verformungseigenschaften	Vermessung, Schwingungsmessungen, Nachrechnung, Probebelastung	Bewertung im Einzelfall
2.13	Rauheit	An horizontalen oder schwach geneigten Flächen Sandverfahren nach DAfStb RL-SIB, Teil 3, Abschnitt 3.2.5 möglich, an stark geneigten Flächen und über Kopf berührungslose Profilmessverfahren nach DIN EN ISO 13473-1 mit Geräten nach DIN ISO 13473-3. Für alternative Verfahren ist ein Nachweis zur Korrelation mit den zuvor genannten Verfahren erforderlich.	Rautiefe in mm, Rautiefeklasse
2.14	Rutschhemmung und Rauheit bei befahrenen Flächen	Skid-Resistance-Test (SRT) nach DIN EN 13036-4; Rauheitsmessungen mit dem Ausflussmesser nach "Technischen Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau" (TP Griff-StB); Prüfmethode vor Ort mit Geräten nach DIN 51131	Skalenteile; Ausfließzeit
3	Baustoffeigenschaften		
3.1	Druckfestigkeit	zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen; ergänzend zerstörungsfreie Prüfung (Rückprallhammer nach DIN EN 12504-2 in Kombination mit DIN EN 13791/NA).	Nennfestigkeit, Vergleich mit geforderten Werten
3.2	E-Modul	zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen; ergänzend zerstörungsfreie Prüfung	Kennwert für die Auswahl von geeigneten Instandsetzungsprodukten oder -systemen
3.3	Oberflächenzugfestigkeit	geregeltes Abreißprüfgerät, mindestens Klasse 2 nach DIN EN ISO 7500-1 a) Oberfläche b) gegebenenfalls tieferliegende Schichten (Profilaufnahme).	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.4	Haftzugfestigkeit	Bei Oberflächenschutz- oder Betonersatzsystemen	Kennwert für die Auswahl von geeigneten Instandsetzungsprodukten oder -systemen
3.5	Betonstahl / Spannstahl	Freilegen, Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls chemische Analyse; Zugversuch, magnetische Streufeldmessung (DBV-Merkblatt „Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren im Bauwesen“)	Stahlsorte, Zugfestigkeit, Streckgrenze, Restquerschnitt, Feststellung der Gefährdung und Ortung von Spanndrahtbrüchen
3.6	Carbonatisierung ¹⁾	Indikatorverfahren, z. B. Phenolphthalein (frische Bruchfläche)	Carbonatisierungstiefe
3.7	Chloridgehalt	Heft 401 des DAfStb	Chloridprofil über Bohrmehlproben
3.8	Feuchtegehalt	CM-Methode, Darren	Feuchtegehalt im Baustoff
3.9	Zementart	Säureauflösung	-
3.10	Gesteinskörnung	Reaktorverfahren/Nebelkammer	Eventuell reaktive Bestandteile
3.11	Andere betonschädliche Salze (Sulfat etc.)	chemische Analysen	Bewertung im Einzelfall

¹⁾ Für die Auswertung der Carbonatisierungstiefen hat sich der Ansatz des 90 %-Quantilwertes bewährt.

(13) Die Prinzipien und Verfahren zum Erreichen der Instandsetzungsziele werden in Abschnitt 6 beschrieben. Verfahren, welche gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt wurden, sind in den Tabellen 5 und 6 durch Fußnoten gekennzeichnet.

(14) Durch die sachkundige Planung der Instandhaltung muss sichergestellt werden, dass der Ist-Zustand den Mindest-Sollzustand (Abnutzungsgrenze) während der Nutzungsdauer zu keinem Zeitpunkt unterschreitet (siehe Abbildung 2).

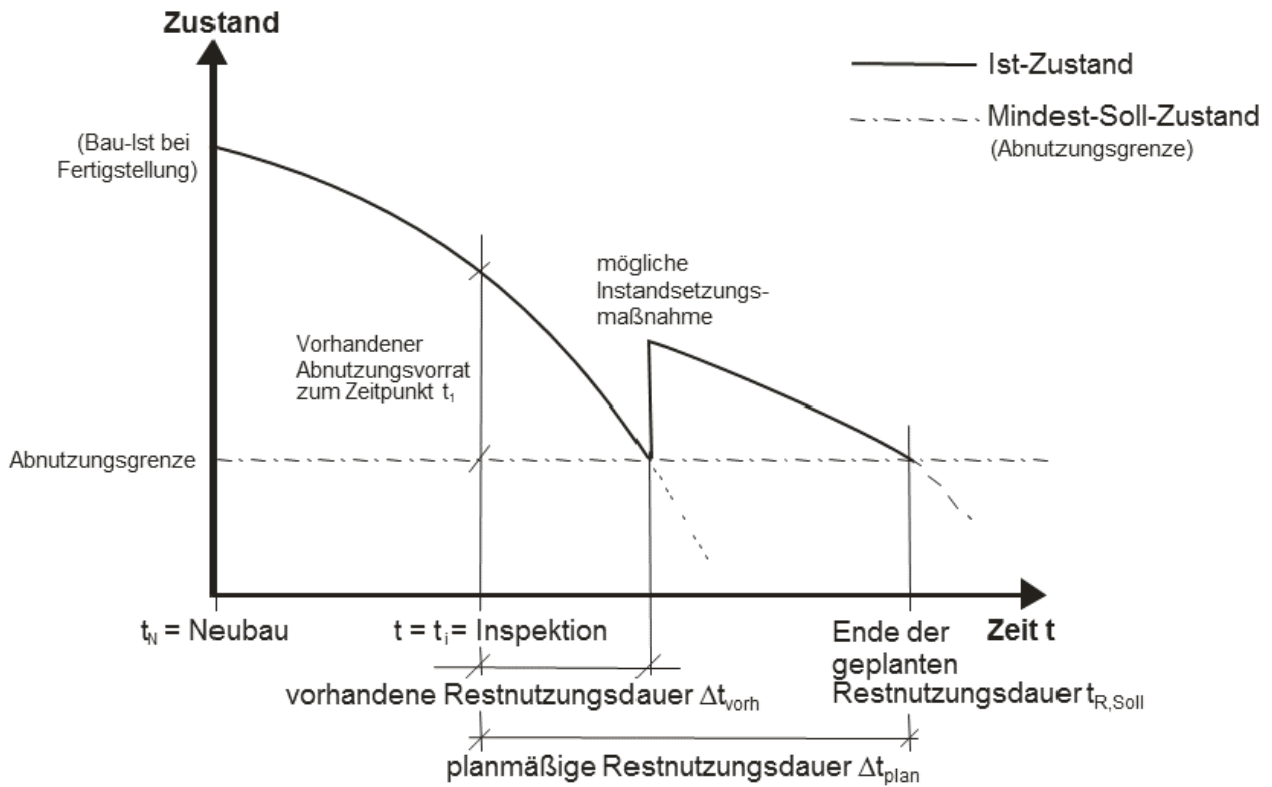


Abbildung 2: Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird

ANMERKUNG Hinweise zur Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung am Beispiel einer Instandsetzungsmaßnahme mittels Betonersatz können der Abbildung 3 entnommen werden.

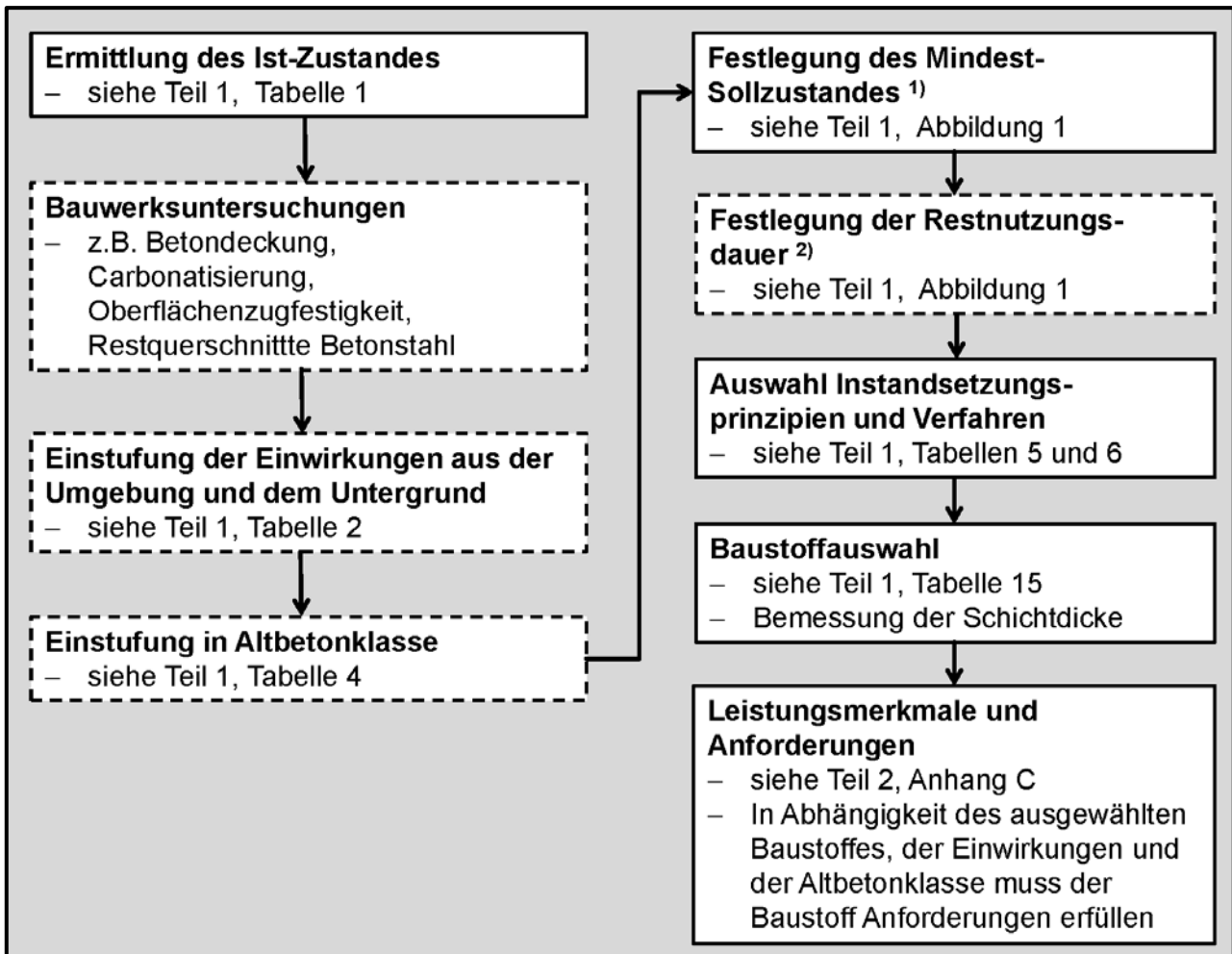


Abbildung 3: Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung am Beispiel einer Instandsetzungsmaßnahme mittels Betonersatz

- 1) Der Mindest-Sollzustand ist aus den Anforderungen an Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verkehrssicherheit und Brandschutz zwischen SKP und Auftraggeber festzulegen und darf während der Restnutzungsdauer nicht unterschritten werden.
- 2) Anhand des Vergleichs des Ist-Zustands mit dem (Mindest-)Soll-Zustand ist der Abnutzungsvorrat zu ermitteln. Dieser darf während der Nutzungsdauer zu keinem Zeitpunkt aufgebraucht werden. Auf Basis des ermittelten Ist-Zustandes zu einem oder mehreren Zeitpunkten sowie der anstehenden bzw. voraussehbaren dauerhaftigkeitsrelevanten Einwirkungen und statischen Belastungen ist eine Abschätzung der Restnutzungsdauer des Bauwerkes bzw. Bauteiles, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von vorhandenen Schutzschichten oder -maßnahmen, vorzunehmen.

4 Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund

Abschnitt 4 führt eine Differenzierung der Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund ein und ersetzt in Verbindung mit den Abschnitten 2 und 7 DAfStb-RL SIB, Teil 2, Abschnitt 2.

Die Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind durch die in Tabelle 2 aufgeführten Einwirkungen im Zuge der Erfassung des Ist-Zustandes zu beschreiben. Einwirkungen, die sich der Tabelle 2 nicht zuordnen lassen, sind verbal zu beschreiben. Die Einwirkungen sind in der Leistungsbeschreibung vorzugeben. Zu den Einwirkungen aus der Umgebung (Expositionsklassen) und dem Untergrund werden zusätzlich zu DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Tabelle 1, in nachfolgender Tabelle 2 Beispiele aus der ZTV-W LB 219 und der ZTV-ING 3-4/3-5 aufgeführt.

Tabelle 2 wird gegenüber DAfStb-RL SIB neu eingeführt.

Tabelle 2: Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund

Bezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele (informativ) ¹⁾
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 <i>ANMERKUNG: Expositionsklasse XALL ist immer anzusetzen.</i>	Alle Bauteile
Expositionsklassen nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2	X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff
	XC1 – XC4	Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung
	XD1 – XD3	Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser
	XS1 – XS3	Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser
	XF1 – XF4	Frostangriff mit und ohne Taumittel/Meerwasser
	XA1 – XA3	Betonkorrosion durch chemischen Angriff
	XM1 – XM3	Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung ²⁾
WO – WA	Feuchtigkeitsklassen	
XW1	Ständige Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasser	Schleusenammer- oder Sparbeckenwände unterhalb UW
XW2	Temporäre Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	Schleusenammer- oder Sparbeckenwände zwischen UW und OW
2 Einwirkungen aus dem Untergrund		
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 ³⁾ in mm	
Δw LFR (low frequent) HFR (high frequent) CON (continuous)	mit Rissbreitenänderung Δw in mm - zyklisch niedrigfrequent z. B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung - zyklisch hochfrequent z. B. aus Verkehr - kontinuierliche Rissbreitenänderung, z. B. aus Schwinden, Setzungen	WU-Bauteil; Brücke Brücke Bodenplatte; Rissbildung durch Stützensenkung
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 ⁴⁾	Brücke unter Verkehr

¹⁾ Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z. B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden.

²⁾ XM1 Mäßige Verschleißbeanspruchung: Schleusenammersohlen, Schleusenammerwände, die ständig unter Wasser liegen, und Füllsysteme ohne Beanspruchung durch Geschlebefracht unterliegen im Regelfall keiner Betonkorrosion infolge Hydroabrasion.

³⁾ Aufgenommen und ausgewertet nach DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“

⁴⁾ Die Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung ist bei RM nur bei Auftrag über Kopf oder auf vertikalen Flächen nachzuweisen.

Tabelle 3 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Tabelle 6.1.

Tabelle 3: Erfassung und Bewertung von Riss-/Hohlraummerkmalen

	Merkmal		Erfassungs- und Untersuchungsmethode	Dokumentation
	1		2	3
1	Rissart		Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls Bohrkernentnahme ¹⁾	Unterscheidung nach oberflächigen oder oberflächennahen Rissen, Biege-, Schub- oder Trennrissen
2	Rissverlauf		Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, gegebenenfalls pauschale Angaben (z. B. Biegerisse mit Angabe der Rissabstände, NetZRisse mit Angabe der Maschenweite)
3	Rissbreite w ²⁾		Linienstärkenmaßstab, Risslupe (Genauigkeit: 0,05 mm: w < 0,3 mm, 0,10 mm: w ≥ 0,3 mm)	Angaben mit Datum, gegebenenfalls Messort bei Rissbreitenänderungen nach Zeilen 4.1 und 4.2 auch mit Uhrzeit und Witterungsbedingungen, gegebenenfalls Bauteiltemperatur ³⁾
4.1	Rissbreitenänderung Δw	kurzzeitig (HFR)	Wegänderungen, z. B. mit Wegaufnehmer (mit Datenerfassungssystem) zur langzeitigen Rissbreitenmessung	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2		täglich (LFR)	Wegänderungen, z. B. mit Messuhr, Setzdehnungsmesser, Wegaufnehmer, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung	Änderungen zwischen Morgen- und Abendmesswert mit einem Zeitabstand von ca. 12 Stunden, mit Datum, Witterungsbedingungen und Bauteiltemperatur
4.3		langzeitig (z. B. CON)	Setzen von Marken (gegebenenfalls kalibrierten), Setzdehnungsmessung, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung	Änderungen in großen Zeitabständen (u. U. mehrere Monate) mit Angabe des Datums und der Witterungsbedingungen, gegebenenfalls Bauteiltemperatur ³⁾
5	Hohlraumeigenschaften		Bohrkernentnahme, Endoskopie	Lage und Ausmaße des hohlraumreichen Gefüges, Durchgängigkeit
6	Zustand der Risse		Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls Bohrkernentnahme ^{1), 4)}	Angabe über Feuchtezustand (siehe Tabelle 2), Verschmutzung, Aussinterung
7	Vorangegangene Maßnahmen		Bauwerks- / Instandhaltungsbuch	Angaben über frühere Maßnahmen, z. B. Füllung der Risse
8	Beurteilung der Rissursache oder Hohlraumursache		Inaugenscheinnahme, Erkundungen einschl. Herstellungsbedingungen, Wertung der Ergebnisse von Zeile 1 – 4, gegebenenfalls Berechnungen	Unterscheidung gemäß Definition, gegebenenfalls Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkehrender Rissursachen

1) Bohrkernentnahme nur in Ausnahmefällen und mit geringem Durchmesser (50 mm)

2) gemessen auf der Bauteiloberfläche

3) Angaben der Bauteiltemperatur sind notwendig, sofern die Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen (z. B. Straßentunnel, Parkhäuser o. ä.)

4) Ermittlung des Feuchtegehaltes durch Inaugenscheinnahme oder mit Labormethoden

5 Altbetonklassen

Die Klassifizierung über Altbetonklassen wird in Tabelle 4 gegenüber DAfStb-RL SIB neu eingeführt.

Instand zu setzende Betonbauteile oder Abschnitte sind aufgrund ihrer zum Zeitpunkt der Instandsetzung vorhandenen Eigenschaften im Hinblick auf die anzuwendenden Instandsetzungsverfahren in Altbetonklassen gemäß Tabelle 4 einzuordnen. Maßgeblich für die Zuordnung zu einer Altbetonklasse ist die ungünstigere Untergrundeigenschaft (Druckfestigkeit oder Oberflächenzugfestigkeit). Instand zu setzende Bauteilbereiche mit lokal abweichenden Eigenschaften sind durch geeignete Untersuchungen einzugrenzen. Bei zu erwartendem Betonabtrag erfolgt die Einstufung in eine Altbetonklasse in der Ebene der vorgesehenen Verbundzone.

ANMERKUNG Die Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit kann hierfür beispielsweise tiefengestaffelt an Bohrkernen erfolgen.

Tabelle 4: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene

	1	2	3	4
	Altbetonklasse	Druckfestigkeit ¹⁾	Oberflächenzugfestigkeit ²⁾	
			Mittelwert	kleinster Einzelwert
		[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	A1 ³⁾	≤ 10	< 0,8	< 0,5
2	A2	> 10	≥ 0,8	≥ 0,5
3	A3	> 20	≥ 1,2	≥ 0,8
4	A4	> 30	≥ 1,5	≥ 1,0
5	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)

³⁾ Die Technische Regel enthält keine abschließenden Regelungen zur Altbetonklasse A1.

6 Instandsetzungsverfahren

Abschnitt 6 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 1, Abschnitte 5 und 6.

6.1 Instandsetzungsverfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton

(1) In Tabelle 5 sind diejenigen Prinzipien und Verfahren bei Schäden im Beton in Anlehnung an DIN EN 1504-9 aufgeführt, die nach dieser Technischen Regel angewendet werden dürfen. Alle weiteren in Tabelle 5 nicht aufgeführten Verfahren der DIN EN 1504-9 werden in dieser Technischen Regel nicht behandelt. Alle weiteren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführten Verfahren sind in Tabelle 5 durch Fußnoten gekennzeichnet.

ANMERKUNG 1 Bei nicht durchgängiger Realisierung mindestens eines Verfahrens besteht die Gefahr, dass das Instandsetzungsziel nicht erreicht wird. Zur Erreichung mehrerer Instandsetzungsziele kann die Realisierung verschiedener Prinzipien, z. B. Prinzipien 3 und 7 zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Betons und zur Sicherstellung des Schutzes der Bewehrung vor Korrosion notwendig sein.

ANMERKUNG 2 Für in dieser Technischen Regel nicht geregelte Verfahren gelten ggf. andere technische Regeln (Normen, Richtlinien, bauaufsichtliche Nachweise der Verwendung).

ANMERKUNG 3 Das Füllziel „Abdichten von riss- und hohlraumbedingten Undichtheiten“, das in der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ als Maßnahme mit Verweis auf diese Technische Regel verankert ist, stellt eine Besonderheit dar und kann den übergeordneten Instandsetzungszielen „Sicherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung und des Betons“ durch die Anwendung von Instandsetzungsprinzipien und zugehörigen Instandsetzungsverfahren nicht direkt zugeordnet werden. Es wird pragmatisch dem Prinzip 1 zugeordnet.

ANMERKUNG 4 Das Füllziel "dehnbares Verbinden von Rissflanken" mit dehnbaren Rissfüllstoffen ermöglicht trotz Rissfüllung die Beibehaltung des gerissenen Zustands II, sodass nach der Instandsetzung die Gefahr der Neurissbildung im Beton entfällt und ist bei wiederkehrender Rissursache anwendbar. Es stellt ein weiteres Ziel dar, das pragmatisch den Prinzipien 1 und 7 zugeordnet wird.

ANMERKUNG 5 Die Verstärkung eines Bauteils stellt ein weiteres Ziel dar und wird in Prinzip 4 behandelt.

Tabelle 5: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
1. Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1 Hydrophobierung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 1 (OS A) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.3
	1.3 Beschichtung ²⁾		– OS 2 (OS B) ³⁾ gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
	1.4 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)		– OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
	1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ^{4), 5)}	– Beachtung der Anforderungen nach Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.3
2. Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1 Hydrophobierung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 1 (OS A) gemäß Teil 2, Tabelle A.3
	2.3 Beschichtung ^{7), 8)}		– OS 2 (OS B) ^{3), 6)} gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
	2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ⁹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabellen 13 und 14	– F-I (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.3
3. Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1 Kleinflächiger Handauftrag	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15	– RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – PRM, PRC ¹⁰⁾ gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.4
	3.2 Betonieren oder Vergießen		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – PRM, PRC ¹¹⁾ gemäß Teil 2 Anhang C, Tabelle C.4
	3.3 Spritzauftrag		– Spritzbeton nach DIN EN 14487 / DIN 18551 – Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 / DIN 18551 – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	3.4 Auswechseln von Bauteilen		– Nach DIN EN 1992-1-1
4. Verstärkung des Betontragwerks ¹²⁾	4.1 Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	4.3 Verstärkung durch geklebte Bewehrung		– Beachtung der DAfStb-Richtlinie "Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung"
	4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	4.5 Füllen von Rissen ¹³⁾ oder Hohlräumen ^{5), 14)}	– Beachtung der Anforderungen nach Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.2

Tabelle 5: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton (Fortsetzung und Schluss)

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
5. Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.1 Beschichtung ¹⁵⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 8 gemäß Teil 2 Anhang A, Tabelle A.7, – OS 14 gemäß Teil 2 Anhang A, Tabelle A.9
	5.3 Mörtel- oder Beton-auftrag ¹⁶⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 ¹⁷⁾ , – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3 ¹⁷⁾
6. Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff	6.1 Beschichtung ¹⁸⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 4 (OS C) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DI), OS 5b (OS DI) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
	6.3 Mörtel- oder Beton-auftrag ¹⁹⁾	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3

- 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 zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid sind in Verfahren 7.7 geregelt.
- 3) Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bei geschlossenen Oberflächen geeignet als Beschichtungssystem. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar.
- 4) Das Verfahren dient nicht dazu, die Bauteilsteiifigkeit eines ungerissenen Bauteils zu erreichen. Dieses Ziel wird bei Verfahren 4.5 verfolgt.
- 5) Abschnitt 6.6.1 des Teils 2 der DAFStb-RL SIB wird gestrichen. Anstelle der Tränkung wird die Füllart Vergießen (V) von Rissen geregelt.
- 6) bei ungerissenen Bauteilen
- 7) Beschichtungssysteme mit der Wasserdampf-Durchlässigkeit der Klasse II und III, gemäß Teil 2 Anhang A, dürfen nur verwendet werden, wenn der Beton bereits vor Auftrag der Beschichtung ausreichend ausgetrocknet ist.
- 8) Für die Instandsetzung von Betonbauteilen, die durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt wurden, müssen OS 5-Systeme mit einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke $s_D \leq 2,5$ m verwendet werden.
- 9) Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt
- 10) PRM und PRC dürfen nur angewendet werden, wenn andere zementgebundene Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z. B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke). Bei Anwendung von PRM/PRC ist die Auswirkung auf den Brandschutz zu beurteilen.
- 11) PRM/PRC sind nicht für den großflächigen Einsatz (> 1 m²) vorgesehen
- 12) auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit gegenüber dem Ist-Zustand
- 13) in der Regel zur Erhöhung der Bauteilsteiifigkeit
- 14) Beinhaltet Verfahren 4.6 gemäß DIN EN 1504-9
- 15) Die erforderliche Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems ist gemäß Teil 2, Anhang A.2 (6) den Angaben zur Ausführung zu entnehmen. Bei UV-Belastung ist die Beständigkeit nach DIN EN 1062-11 (Verfahren 4.2) nachzuweisen.
- 16) Ein ausreichender Widerstand gegen mechanischen Angriff für die Einwirkung XM1 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Bei einem Größtkorn < 8 mm muss der Verschleißwiderstand nach Böhme nach DIN EN 13892-3 mind. der Klasse A12 nach DIN EN 13813 entsprechen.
- 17) Nicht anwendbar auf waagerechten und schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssen
- 18) mit entsprechendem Nachweis des Widerstands gegen chemischen Angriff
- 19) Ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff für die Einwirkungen XA1 und XA2 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Alternativ kann ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff durch ein spezifisches Prüfverfahren nachgewiesen werden (vgl. DIN 19573).

6.1.1 Prinzip 1 "Schutz gegen das Eindringen von Stoffen"

Die Verfahren 1.1 bis 1.5 dienen der Sicherstellung bzw. Wiederherstellung des Schutzes des Betons gegen das Eindringen von Stoffen für eine festgelegte Nutzungsdauer. Das Instandsetzungsziel kann durch das Aufbringen eines Oberflächenschutzsystems oder die Behandlung von Rissen und Hohlräumen durch Abdecken oder Füllen erreicht werden.

Verfahren 1.1 „Hydrophobierung zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“

(1) Bei diesem Verfahren werden Hydrophobierungen OS 1 gemäß Teil 2 dieser Technischen Regel zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser oder darin gelöster Schadstoffe eingesetzt. Hierbei wird das Benetzungsverhalten im oberflächennahen Bereich des Bauteils durch das Aufbringen oberflächenaktiver Substanzen verändert (z. B. Silane und Siloxane). Das Verfahren darf bis zu einer Rissbreite bis 0,1 mm angewendet werden, bei breiteren Rissen entscheidet der SKP über die Art der Rissbehandlung.

ANMERKUNG Das Eindringen gasförmiger Stoffe wie CO₂ lässt sich nicht durch Hydrophobierungen verhindern; durch den Trocknungseffekt kann der Carbonatisierungsgeschwindigkeit nach einer Hydrophobierung zunehmen.

(2) Bei der Applikation muss die Oberfläche zur Sicherstellung der Wirksamkeit der Hydrophobierung trocken sein.

ANMERKUNG 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.

(3) Die vom SKP vorzugebenden Wirkstoffmengen (Auftragsmenge und Wirkstoffgehalt) und Eindringtiefen zur Erreichung des Instandsetzungsziels sind Mindestauftragsmengen und Mindesteindringtiefen. Über Musterflächen ist die Aufnahmefähigkeit der Hydrophobierung zu überprüfen.

(4) Bei nach der Hydrophobierung entstehenden Rissen kann die Schutzwirkung aufgehoben werden, deshalb sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen erforderlich.

(5) Wenn während der zukünftigen Nutzung Wasser nicht planmäßig von der Betonoberfläche abgeführt wird, kann eine Erhöhung des Wassereindringwiderstandes des Betons bei diesem Verfahren nicht sichergestellt werden.

(6) Eine nachlassende Wirkung einer Hydrophobierung kann visuell nicht festgestellt werden. Kontrollmessungen sind im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.

Verfahren 1.3 „Beschichtung zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“

(1) Bei diesem Verfahren werden Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 (siehe Tabelle 5) für die Regulierung des Wasserhaushaltes über die Betonoberflächen eingesetzt.

(2) Die erforderliche Rissüberbrückungsfähigkeit wird durch den SKP unter Berücksichtigung der örtlich vorliegenden Bedingungen (Klima, Rissbreite und Rissbreitenänderung) ausgewählt.

ANMERKUNG Beschichtungen zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid sind in Verfahren 7.7 geregelt.

Verfahren 1.4 „Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“

(1) Rissbandagen sind lokale Maßnahmen, die Einzelrisse oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit dauerhaft vor dem Eindringen schädlicher Substanzen schützen.

(2) Rissbandagen werden zur Abdeckung von beweglichen Trennrissen, Arbeitsfugen oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit, z. B. über Auflagern, eingesetzt. Detailanschlüsse mit hoher Risswahrscheinlichkeit, wie z. B. Wandanschlüsse, können ebenfalls mit Rissbandagen geschützt werden.

(3) Rissbandagen auf Bodenflächen müssen oberflächenbündig ausgeführt werden, um mechanische Beschädigungen und Wasseransammlungen an den Rändern zu vermeiden. Im Wandbereich und über Kopf können die Bandagen erhöht eingebaut werden.

(4) Die Auswahl des Beschichtungs- bzw. Abdichtungssystems für eine Rissbandage ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, der zu erwartenden Rissbewegungen und Einwirkungen (insbesondere Temperatur und Verkehr) zu wählen. Geeignet ist z. B. ein Aufbau gemäß den Oberflächenschutzsystemen OS 11 oder OS 14.

(5) Bei rückseitiger Durchfeuchtung oder erhöhter Restfeuchtigkeit (Einwirkung XBW1) ist das Erfordernis von mehrlagigen Grundierungen zu prüfen und gegebenenfalls festzulegen. Bei rückseitiger Druckwasserbeanspruchung in Trennrissen müssen diese vor Aufbringen des rissüberbrückenden OS-Systems (Bandage) abdichtend injiziert werden.

Verfahren 1.5 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“

(1) Mit diesem Verfahren werden Risse oder Hohlräume mit Rissfüllstoffen unter Druck durch Injektion (1.5a) oder drucklos durch Vergießen (1.5b) gefüllt. Durch die Füllung muss sichergestellt werden, dass das Eindringen oder Durchdringen von betonangreifenden Stoffen oder Wasser auch bei zu erwartenden Rissbreitenänderungen auf ein unschädliches Maß reduziert wird. Es greifen die Füllziele „Begrenzen der Rissbreite durch Füllen“ und „Abdichten“.

(2) Beim Füllen von Rissen unter Druck können die Instandsetzungsziele „Begrenzen der Rissbreite durch Füllen“ und „Abdichten“ bei verschiedenen Feuchtezuständen (vgl. Tabelle 13) erreicht werden. Beim drucklosen Füllen von Rissen durch Vergießen können die Instandsetzungsziele „Begrenzen der Rissbreite durch Füllen“ und „Abdichten“ nur bei zum Zeitpunkt der Maßnahme „trockenen“ und „feuchten“ Rissen erreicht werden.

ANMERKUNG Das Verfahren dient nicht dazu, die Bauteilsteifigkeit eines ungerissenen Bauteils zu erreichen. Dieses Ziel wird bei Verfahren 4.5 verfolgt.

(3) Für die Erfüllung des Instandsetzungszieles „Abdichten von Rissen“ sind vom SKP Anforderungen festzulegen (z. B. nach DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“ Nutzungs-klasse A oder B, Festlegung von Leckraten).

Verfahren 1.5a) Injektion von Rissen und Hohlräumen

(1) Bei diesem Verfahren werden Rissfüllstoffe mit Hilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit oder ohne Verdämmung zum Füllen von Rissen und Hohlräumen injiziert. Das Injektionssystem muss die Anforderungen nach Anhang B Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(2) Es dürfen nur Rissfüllstoffe mit reaktivem Polymerbindemittel oder hydraulischem Bindemittel gemäß ihrer Verwendung nach Tabelle 13 und Verwendungsbedingungen nach Tabelle 14 zum Einsatz kommen.

(3) Die Rissfüllstoffe müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(4) Die Anwendbarkeit des Verfahrens richtet sich nach der Beurteilung des Ist-Zustandes (siehe Tabelle 1), bzgl. der Riss- und Hohlraummerkmale gemäß Tabelle 2 und 3 sowie der Bauteildicke und der Anordnung der Bewehrung. Je nach Randbedingungen können Bohr- oder Klebepacker eingesetzt werden (Standardfälle siehe Teil 2 Abbildung B.1). Abweichungen davon sind vom SKP festzulegen.

(5) Bei Bauteildicken > 600 mm erfolgen durch den SKP 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 kreuzen. Die Anordnung der Bohrpacker richtet sich dann sinngemäß nach Teil 2, Abbildung B.1. Zur Erprobung des möglichen Füllgrades und der Fülltiefe bei einseitig zugänglichen Bauteilen wird empfohlen Musterinjektionen vorzunehmen.

(6) Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite und den zu erwartenden Rissbreitenänderungen aus Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache ein erneutes Aufreißen

oder Neurissbildungen an anderer Stelle des Bauteils möglich sind. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann.

(7) Die abdichtende Injektion muss unmittelbar im Anschluss an die Vorinjektion über zusätzliche Bohrkanäle erfolgen. Dabei ist primär der noch nicht injizierte, vordere Teil des Bauteilquerschnittes zu füllen.

Verfahren 1.5b) Druckloses Füllen von Rissen und Hohlräumen mit Rissfüllstoffen

(1) Bei drucklosem Füllen werden Risse und Hohlräume durch Vergießen über Gravitation oder kapillares Saugen gefüllt. Für das drucklose Füllen dürfen nur Epoxidharze oder zementgebundene Füllstoffe entsprechend ihrer Verwendung gemäß Tabelle 13 und Verwendungsbedingungen gemäß Tabelle 14 zum Einsatz kommen. Die Rissfüllstoffe müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(2) Das drucklose Füllen darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen und an gesäuberten Rissen erfolgen.

(3) Bei drucklosem Füllen ist auf der Bauteiloberfläche die erforderliche produktspezifische Mindestrissbreite zu beachten, vgl. Tabelle 14.

(4) Für das Vergießen müssen die Risse derart vorbereitet werden, dass ein kontinuierlicher Fluss des Rissfüllstoffes durch ein ständig gefülltes Füllstoffreservoir sichergestellt ist.

ANMERKUNG Beim drucklosen Füllen durch Vergießen kann ein Füllstoffreservoir, z. B. durch Einschneiden einer Nut oder Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken, erzeugt werden.

(5) Bei drucklosem Füllen durch Vergießen legt der SKP die erforderliche Fülltiefe fest. Die erzielbare Fülltiefe kann nur in einem Vorversuch am Bauteil mit anschließender Bohrkernentnahme festgestellt werden.

ANMERKUNG Druckloses Füllen von Rissen und Hohlräumen darf auch als Bestandteil der Untergrundvorbereitung angewendet werden (z. B. bei Oberflächenschutzsystemen).

6.1.2 Prinzip 2 "Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons"

Die Verfahren 2.1, 2.3 und 2.6 dienen der Regulierung des Wasserhaushaltes für eine festgelegte Nutzungsdauer. Das Instandsetzungsziel kann durch das Aufbringen eines Oberflächenschutzsystems oder die Behandlung von Rissen und Hohlräumen durch Füllen erreicht werden.

Verfahren 2.1 „Hydrophobierung zur Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons“

(1) Bei diesem Verfahren werden die Oberflächenschutzsysteme OS 1 gemäß Teil 2 dieser Technischen Regel für die Regulierung des Wasserzutritts über die Betonoberfläche eingesetzt. Hierbei wird das Benetzungsverhalten der Bauteiloberfläche durch das Aufbringen oberflächenaktiver Substanzen verändert (z. B. Silane und Siloxane). Das Verfahren darf bis zu einer Rissbreite von 0,1 mm angewendet werden, bei breiteren Rissen entscheidet der SKP über die Art der Rissbehandlung.

(2) Bei der Applikation muss die Oberfläche zur Sicherstellung der Wirksamkeit der Hydrophobierung trocken sein.

ANMERKUNG 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.

(3) Die vom SKP vorzugebenden Wirkstoffmengen (Auftragsmenge und Wirkstoffgehalt) und Eindringtiefen zur Erreichung des Instandsetzungsziels sind Mindestauftragsmengen und Mindesteindringtiefen. Über Mustertflächen ist die Aufnahmefähigkeit der Hydrophobierung zu überprüfen.

(4) Das Verfahren sollte nur auf ungerissenen Bauteilen eingesetzt werden. Gegebenenfalls vorhandene größere Risse sollten gesondert behandelt werden.

(5) Bei nach der Hydrophobierung entstehenden Rissen kann die Schutzwirkung aufgehoben werden, deshalb sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen erforderlich.

(6) Wenn während der zukünftigen Nutzung Wasser nicht planmäßig von der Betonoberfläche abgeführt wird, kann eine Erhöhung des Wassereindringwiderstandes des Betons bei diesem Verfahren nicht sichergestellt werden.

(7) Eine nachlassende Wirkung einer Hydrophobierung kann visuell nicht festgestellt werden. Kontrollmessungen sind im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.

Verfahren 2.3 „Beschichtung zur Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons“

(1) Bei diesem Verfahren werden Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 (siehe Tabelle 5) für die Regulierung des Wasserhaushaltes über die Betonoberflächen eingesetzt.

(2) Zur Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons sind Beschichtungssysteme vorzusehen (Wasserdampf-Durchlässigkeit: Klasse I gemäß Teil 2, Anhang A). Voraussetzung hierfür ist, dass eine Austrocknung infolge der vorherrschenden Umgebungsbedingungen möglich ist. Beschichtungssysteme mit der Wasserdampf-Durchlässigkeit der Klasse II und III, gemäß Teil 2 Anhang A, dürfen nur verwendet werden, wenn der Beton bereits vor Auftrag der Beschichtung ausreichend ausgetrocknet ist.

(3) Für die Instandsetzung von Betonbauteilen, die durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt wurden, müssen OS 5-Systeme mit einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke $s_D \leq 2,5$ m verwendet werden.³

Verfahren 2.6 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zur Regulierung des Wasserhaushaltes von Beton“

(1) Mit diesem Verfahren wird der Wasserhaushalt im Rissbereich reguliert, um örtliche Schäden durch Betonkorrosion zu vermeiden (z. B. infolge Frosteinwirkung). Dazu werden Risse oder Hohlräume mit Rissfüllstoffen unter Druck injiziert. Durch die Rissfüllung muss sichergestellt werden, dass über den Riss kein schädlicher Feuchteintrag mehr möglich ist.

(2) Bei diesem Verfahren werden Rissfüllstoffe mit Hilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit oder ohne Verdämmung in Risse und Hohlräume injiziert. Das Injektionssystem muss die Anforderungen nach Anhang B Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(3) Es dürfen nur Rissfüllstoffe mit reaktivem Polymerbindemittel oder hydraulischem Bindemittel entsprechend ihrer Verwendung gemäß Tabelle 13 und Verwendungsbedingungen gemäß Tabelle 14 zum Einsatz kommen. Die Rissfüllstoffe müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(4) Die Anwendbarkeit des Verfahrens richtet sich nach der Beurteilung des Ist-Zustandes (siehe Tabelle 1), bzgl. der Riss- und Hohlraummerkmale gemäß Tabelle 2 und 3 sowie der Bauteildicke und der Anordnung der Bewehrung. Je nach Randbedingungen können Bohr- oder Klebpacker eingesetzt werden (Standardfälle siehe Teil 2, Abbildung B.1). Abweichungen davon sind vom SKP festzulegen.

6.1.3 Prinzip 3 "Reprofilierung oder Querschnittsergänzung"

Die Verfahren 3.1 bis 3.3 dienen der Sicherstellung bzw. Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit der Bauteile für die geplante Restnutzungsdauer. Diese Verfahren beruhen auf dem Verbund des Betonersatzes zum Untergrund über Adhäsion (Verfahren 3.1 bis 3.3) oder über Verankerung und Bewehrung (Verfahren 3.2 und 3.3) sicher. Bei Sicherstellung des Verbundes über Adhäsion kann die Einlage von Bewehrung in den Betonersatz zur Feinverteilung von Rissen aus dem Untergrund und zur Überbrückung lokal vorhandener Fehlstellen erforderlich sein.

Verfahren 3.1 „Kleinflächiger Handauftrag zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“

(1) Bei diesem Verfahren wird zementgebundener Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) per Hand auf die instand zu setzenden Bauteile in dünnen Schichten (Ausnahme: Draufsichten, hier auch großflächiger Auftrag per Hand möglich) ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung aufgebracht. Der Verbund zum Untergrund muss allein durch Adhäsion sichergestellt werden. Das Verfahren darf nur für die Instandsetzung in kleinflächigen Bereichen angewendet werden.

³ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Empfehlung für die Schadensdiagnose und Instandsetzung von Betonbauwerken, die infolge einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt sind, Ausgabe September 2015.

- (2) Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) dürfen nur für den Fall angewendet werden, dass bei Instandsetzungsmaßnahmen zementgebundene Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z. B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke).
- (3) Betonersatz kann grundsätzlich auf beliebig orientierte Oberflächen aufgetragen werden. Die Eignung des jeweiligen Betonersatzes hierfür muss gemäß Tabelle 15 nachgewiesen sein.
- (4) Soll der Betonersatz nur für die Instandsetzung waagerechter oder schwach geneigter Oberseiten verwendet werden, müssen die Merkmale für Betonersatz nach Abs. (3), die eine Applikation an beliebig orientierte Oberflächen sicherstellen, nicht nachgewiesen werden.
- (5) Der Größtkorndurchmesser vom zementgebundenem Betonersatz (≤ 4 mm, Mörtel)
- ist möglichst groß zu wählen,
 - darf höchstens 1/3 der Dicke einer Lage des Betonersatzes betragen.
- (6) Die maximale Schichtdicke beträgt 60 mm. Zur Auffüllung lokaler Fehlstellen sind Schichtdicken bis maximal 100 mm zulässig.
- (7) Der Betonersatz ist lagenweise zu verdichten und abschließend die Oberfläche abzuziehen, ohne diese zu glätten, damit der Verbund zum nachfolgenden Feinspachtel sichergestellt wird. Geglättete oder strukturierte Oberflächen sind gesondert zu vereinbarende Leistungen.
- (8) Bei RM und RC beträgt die Mindestnachbehandlungsdauer 5 Tage, sofern die Angaben zur Ausführung des Produktherstellers keine abweichenden Anforderungen enthalten. Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen einzelnen Lagen ist der Betonersatz nachzubehandeln und vor Auftragen der Folgeschicht durch Aufrauen vorzubereiten.
- (9) Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) bedürfen einer Nachbehandlung gemäß Herstellerangaben. Es ist sicherzustellen, dass bis zur Aushärtung keine direkte Beregnung erfolgt.

Verfahren 3.2 „Betonieren oder Vergießen zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“

a) Sicherstellung des Verbundes ausschließlich über Adhäsion

- (1) Bei diesem Verfahren wird zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) durch Betonieren flächig in dünnen Schichten ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung auf- bzw. eingebracht. Der Verbund zum Untergrund muss allein durch Adhäsion sichergestellt werden.
- (2) Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) sind für den großflächigen Einsatz nicht vorgesehen. Für kleinere Flächen bis 1 m² ist deren Verwendung möglich. Schichtdicken < 15 mm sind möglich, sofern die Anforderungen nach Absatz (7) erfüllt sind.
- (3) Betonersatz kann grundsätzlich auf beliebig orientierte Oberflächen aufgetragen werden, die Eignung des jeweiligen Betonersatzes hierfür muss jedoch nachgewiesen sein. Das Verfahren ist für die Instandsetzung von Bauteilunterseiten nicht geeignet.
- (4) Soll der Betonersatz nur für die Instandsetzung waagerechter oder schwach geneigter Oberseiten verwendet werden, müssen die Merkmale für Betonersatz nach Abs. (3), die eine Applikation an beliebig orientierte Bauteiloberflächen sicherstellen, nicht nachgewiesen werden.
- (5) Im Zuge der Planung sind das Ziel der Untergrundvorbereitung und geeignete Vorbereitungsverfahren festzulegen. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Rauheit ist im Regelfall das kuppenartige Freilegen des Gesteinskorns im Betonuntergrund erforderlich.
- (6) Eine Mindestschichtdicke von 30 mm darf, mit Ausnahme von Polymermörteln (PRM) und Polymerbetonen (PRC), nicht unterschritten werden. Die maximale Schichtdicke beträgt 60 mm. Zur Auffüllung lokaler Fehlstellen sind Schichtdicken bis maximal 100 mm zulässig. Abhängig vom verwendeten Betonersatz sind darüber hinaus die Schichtdickenbegrenzungen gemäß Tabelle 15 einzuhalten.

(7) Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes

- ist möglichst groß zu wählen,
- darf höchstens 1/3 und sollte mindestens 1/15 der Dicke des Betonersatzes betragen.

(8) Die vom SKP vorgegebenen Schichtdicken zur Erreichung des Instandsetzungsziels sind Mindestschichtdicken.

(9) Bei RM und RC beträgt die Mindestnachbehandlungsdauer 5 Tage, sofern die Angaben zur Ausführung des Produktherstellers keine abweichenden Anforderungen enthalten. Für die Ausführung und die Nachbehandlung von Beton (ggf. als Trockenbeton) gilt DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3. Bei Vergussbeton sind die entsprechenden Angaben der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Vergussbeton und Vergussmörtel“ einzuhalten. Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen einzelnen Lagen sind temporäre Nachbehandlungsmaßnahmen und ggf. Maßnahmen zur Untergrundvorbereitung vorzusehen.

(10) Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) bedürfen einer Nachbehandlung gemäß Herstellerangaben. Es ist sicherzustellen, dass bis zur Aushärtung keine direkte Beregnung erfolgt.

b) Sicherstellung des Verbundes über Verankerung und Bewehrung

(1) Bei dieser Variante wird zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) als Vorsatzschale zur großflächigen Reprofilierung bzw. Ergänzung von Betonbauteilen eingesetzt. Zur Sicherstellung des Verbundes muss dieser bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden. Der Verbund zum Untergrund muss allein durch Verankerung und Bewehrung sichergestellt werden. Bewehrung und Verankerung müssen hinsichtlich des Verbundes und ggf. hinsichtlich Zwang nachgewiesen werden. Als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung ist in dieser Variante RC zu verwenden.

(2) Mit dieser Variante können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche ausgeführt werden, sofern die Einbaudicke mindestens 60 mm beträgt und die Anforderungen an den Korrosionsschutz der Bewehrung dies zulassen. Hierbei ist darauf zu achten, dass zwischen Altbeton und Bewehrung der Vorsatzschale ausreichend Abstand für eine lückenlose Einbindung im Mörtel oder Beton verbleibt (≥ 3 -facher Größtkorndurchmesser, mindestens jedoch 20 mm).

(3) Die vom SKP vorgegebenen Schichtdicken zur Erreichung des Instandsetzungsziels sind Mindestschichtdicken.

(4) Soll bei der Bemessung ein Adhäsionsverbund mit angesetzt werden, ist dieser nachzuweisen. Hinsichtlich der Untergrundvorbereitung gelten dabei die Ausführungen zur Variante a).

(5) Die Vorsatzschale ist 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 Betonersatz und Betonuntergrund sowie der Nachweis der Rissbreitenbegrenzung.

(6) Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes

- ist möglichst groß zu wählen,
- darf höchstens 1/3 der Schichtdicke betragen,
- muss an Bewehrungsgrad und Bewehrungsführung angepasst sein.

(7) Im Zuge der Planung ist darauf zu achten, dass die Arbeitsbereiche so vorzubereiten sind, dass ein einwandfreier Einbau und eine ausreichende Verdichtung möglich sind.

(8) Die Nachbehandlung ist nach DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 durchzuführen. Die dort genannten Nachbehandlungsdauern sind zu verdoppeln.

c) Füllen von Hohlräumen mit Vergussmörtel oder Vergussbeton

(1) Bei diesem Verfahren werden größere Hohlräume mittels Vergussmörtel oder Vergussbeton durch Gravitation oder im Niederdruckverfahren ($< 1,0$ MPa) gefüllt. Der Vergussmörtel/ -beton muss die Anforderungen nach der DAfStb Vergussbetonrichtlinie und DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 erfüllen. Es sind die Verwendungsregeln gemäß Tabelle 15 zu beachten.

(2) Für die Anwendbarkeit des Verfahrens muss die größte Abmessung des Hohlraums kleiner oder gleich dem 40-fachen des verwendeten Größtkorns und die kleinste Abmessung des Hohlraums größer oder gleich dem 10-fachen des verwendeten Größtkorns sein.

(3) Für das Füllen von Hohlräumen dürfen nur Vergussmörtel nach der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ der Schwindklassen SKVM 0, SKVM I und SKVM II eingesetzt werden. Die Verwendung von Vergussmörteln der Schwindklasse SKVM III ist nicht zulässig.

(4) Die Zugänglichkeit der Hohlstelle und deren Entlüftung während des Füllvorgangs muss sichergestellt sein.

(5) Die Flanken von Hohlräumen müssen so beschaffen sein (sauber, feucht), dass eine ausreichende Flankenhaftung sichergestellt werden kann.

Verfahren 3.3 „Spritzauftrag zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“

a) Sicherstellung des Verbundes ausschließlich über Adhäsion

(1) Bei dieser Variante wird zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) im Spritzverfahren auf die instand zu setzenden Bauteile in großflächig dünnen Schichten ohne zusätzliche Verankerung und Bewehrung (auch alte Bewehrung) aufgebracht. Der Verbund zum Untergrund muss allein durch Adhäsion sichergestellt werden.

(2) Der Betonersatz darf nur an Unterseiten sowie an vertikalen oder nahezu vertikalen Flächen verwendet werden.

(3) Eine Mindestschichtdicke von 15 mm darf nicht unterschritten werden. Die maximale Schichtdicke, die üblicherweise in mehreren Lagen mit Unterbrechungen appliziert wird, beträgt 60 mm. Werden vorhandene, frei gelegte Bewehrung oder lokale Vertiefungen eingespritzt, darf die Schichtdicke örtlich bis zu 100 mm betragen. Abhängig vom verwendeten Betonersatz sind darüber hinaus die Schichtdickenbegrenzungen gemäß Tabelle 15 einzuhalten.

(4) Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes

- ist möglichst groß zu wählen,
- darf höchstens $1/3$ und sollte mindestens $1/15$ der Dicke einer Spritzlage des Betonersatzes betragen.

(5) Die Oberfläche des Betonersatzes ist spritzrau zu belassen. Wird eine glatte oder besonders strukturierte Oberfläche gefordert, ist bei der Planung folgendes zu berücksichtigen:

- Bei einlagigem Auftrag ist nach Erhärten des Betonersatzes in einem getrennten Arbeitsgang ein systemverträglicher Mörtel (Spritzmörtel/Feinspachtel) aufzubringen und entsprechend zu bearbeiten. Die Schichtdicke dieses Mörtels darf nicht auf die geforderte Betonersatz-Schichtdicke angerechnet werden. Die Schichtdicke dieses Mörtels ist auf das zur Erreichung der geforderten Oberflächenbeschaffenheit notwendige Maß zu begrenzen. Der systemverträgliche Mörtel muss ausreichend dauerhaft sein.
- Bei mehrlagigem Auftrag von Betonersatz darf die letzte Spritzlage bearbeitet werden, wenn die Gesamtschichtdicke der vorherigen Lagen ≥ 20 mm beträgt. Gegebenenfalls ist zusätzlich die Applikation eines Feinspachtels erforderlich.

(6) Im Zuge der Planung ist darauf zu achten, dass das Spritzverfahren und die Spritzanlage auf die jeweiligen baulichen Gegebenheiten abgestimmt sind.

ANMERKUNG Die erforderliche Breitenklasse des Arbeitsgerüsts ist abhängig vom zu spritzenden Produkt und vom erforderlichen Düsenabstand.

(7) Bei SRM und SRC beträgt die Mindestnachbehandlungsdauer 5 Tage, sofern die Angaben zur Ausführung des Produktherstellers keine abweichenden Anforderungen enthalten. Bei Spritzbeton und Spritzmörtel sind die Vorgaben zur Ausführung und zur Nachbehandlung der DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 zu beachten. Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen einzelnen Lagen sind temporäre Nachbehandlungsmaßnahmen und ggf. Maßnahmen zur Untergrundvorbereitung vorzusehen.

b) Sicherstellung des Verbundes über Verankerung und Bewehrung

(1) Bei dieser Variante wird zementgebundenem Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) als Vorsatzschale zur großflächigen Reprofilierung bzw. Querschnittsergänzung von Bauteilen eingesetzt. Der Betonersatz muss zur Sicherstellung des Verbundes bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden. Verankerung und Bewehrung müssen hinsichtlich des Verbundes und gegebenenfalls hinsichtlich Zwang nachgewiesen werden. Als Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung ist in dieser Variante Spritzbeton und bei unbekannter Zusammensetzung SRC zu verwenden.

(2) Mit dieser Variante können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche ausgeführt werden, sofern die Einbaudicke mindestens 60 mm beträgt und die Anforderungen an den Korrosionsschutz der Bewehrung dies zulassen. Hierbei ist darauf zu achten, dass zwischen Altbeton und Bewehrung der Vorsatzschale ausreichend Abstand für eine lückenlose Einbindung in den Betonersatz verbleibt (≥ 3 -facher Größtkorndurchmesser, mindestens jedoch 20 mm).

(3) Der Betonersatz darf nur an Unterseiten sowie an vertikalen oder nahezu vertikalen Flächen verwendet werden.

(4) Soll bei der Bemessung ein Adhäsionsverbund mit angesetzt werden, ist dieser nachzuweisen.

(5) Bei SRC beträgt die Mindestnachbehandlungsdauer 5 Tage, sofern die Angaben zur Ausführung des Produktherstellers keine abweichenden Anforderungen enthalten. Bei Spritzbeton sind die Vorgaben zur Ausführung und zur Nachbehandlung der DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 zu beachten. Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen einzelnen Lagen sind temporäre Nachbehandlungsmaßnahmen und ggf. Maßnahmen zur Untergrundvorbereitung vorzusehen.

(6) Die Vorsatzschale ist 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 Betonersatz und Betonuntergrund sowie der Nachweis der Rissbreitenbegrenzung.

(7) Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes

- ist möglichst groß zu wählen,
- darf höchstens 1/3 und sollte mindestens 1/15 der jeweiligen Spritzlagendicke betragen,
- muss an Bewehrungsgrad und Bewehrungsführung angepasst sein.

(8) Die Oberfläche des Betonersatzes ist spritzrau zu belassen. Wird eine glatte oder besonders strukturierte Oberfläche gefordert, ist nach Erhärten des Betonersatzes in einem getrennten Arbeitsgang Spritzmörtel nach Verfahren 3.3 a) gemäß Tabelle 15 aufzubringen und entsprechend zu bearbeiten. Diese zusätzlich aufgebraachte Schicht muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie die Betonersatzschicht und kann auf die Gesamtschichtdicke angerechnet werden.

(9) Die vorgegebenen Schichtdicken (mit Ausnahme lokaler tieferer Ausbruchstellen und abtragsbedingter Unebenheiten) dürfen um nicht mehr als 20 mm überschritten werden.

Verfahren 3.4 „Auswechseln von Bauteilen zur Reprofilierung oder Querschnittsergänzung“

Bei dieser Variante wird das instand zu setzende Bauteil komplett rückgebaut und auf Basis der einschlägigen Regelwerke für Stahlbetonbauwerke neu erstellt.

6.1.4 Prinzip 4 "Verstärkung des Betontragwerks"

Die Verfahren 4.3, 4.4 und 4.5 dienen der Erhöhung der Tragfähigkeit eines Bauteils gegenüber dem Soll- oder Ist-Zustand durch Anordnung einer zusätzlichen bewehrten Betonschicht, einer geklebten Bewehrung oder Querschnittsergänzung durch Betonersatz. Durch das kraftschlüssige Füllen von Rissen gemäß Verfahren 4.5 wird in der Regel lediglich eine Erhöhung der Bauteilsteifigkeit gegenüber dem Ist-Zustand erreicht.

Verfahren 4.1 „Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben zur Verstärkung des Betontragwerks“

(1) Bei diesem Verfahren werden zusätzliche Bewehrungsstäbe in zementgebundenen Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) eingebettet. Die Bewehrungsstäbe dienen der statischen Mitwirkung und Verstärkung von Bauteilen unter Berücksichtigung der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit für die geplante Restnutzungsdauer.

(2) Der Verbund zum Untergrund wird über Verankerung und Bewehrung oder Adhäsion sichergestellt und muss nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, bei Spritzbeton nach DIN 18551, nachgewiesen werden.

(3) Die Ausführungen gemäß Verfahren 3.2 und 3.3 gelten sinngemäß.

Verfahren 4.3 „Verstärkung durch geklebte Bewehrung“

Hinsichtlich der Verstärkung von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung ist die DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“ zu beachten.

Verfahren 4.4 „Querschnittsergänzung durch Betonersatz (Mörtel oder Beton) zur Verstärkung des Betontragwerks“

(1) Bei diesem Verfahren wird zusätzlicher zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) zur statischen Mitwirkung und Verstärkung von Bauteilen unter Berücksichtigung der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit für die geplante Restnutzungsdauer eingesetzt.

(2) Der Verbund zum Untergrund wird über Verankerung und Bewehrung oder Adhäsion sichergestellt und muss nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, bei Spritzbeton nach DIN 18551, nachgewiesen werden.

(3) Die Ausführungen gemäß Verfahren 3.2 und 3.3 gelten sinngemäß.

Verfahren 4.5 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zur Verstärkung des Betontragwerks“

Verfahren 4.5a „Kraftschlüssiges Füllen von Rissen oder Hohlräumen durch Injektion“

(1) Mit diesem Verfahren wird in der Regel die Bauteilsteifigkeit des gerissenen Betontragwerks durch kraftschlüssiges Verbinden der Rissflanken erhöht. Bei diesem Verfahren werden Risse oder Hohlräume mit kraftschlüssigen Rissfüllstoffen mit Hilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit Verdämmung injiziert. Beim Füllen von Hohlräumen wird vor allem die Tragfähigkeit unter Druckbeanspruchung erhöht. Das Injektionssystem muss die Anforderungen nach Anhang B Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(2) Es dürfen nur Rissfüllstoffe für kraftschlüssiges Verbinden mit reaktivem Polymerbindemittel oder hydraulisch härtendem Bindemittel entsprechend der Einwirkung in den Füllbereichen gemäß ihrer Verwendung nach Tabelle 13 und den Verwendungsbedingungen nach Tabelle 14 zum Einsatz kommen. Die Rissfüllstoffe müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(3) Bei Rissen muss eine zug- und druckfeste Verbindung der Flanken hergestellt werden; dazu muss der Füllgrad in den Rissen $\geq 80\%$ betragen. Bei Hohlräumen muss der Füllgrad den Vorgaben des SKP entsprechen, die aufgrund vorangegangener Musterinjektionen mittels Prüfungen festgestellt wurden.

(4) Die Anwendbarkeit des Verfahrens richtet sich nach der Beurteilung des Ist-Zustandes (siehe Tabelle 1) bzgl. der Riss- und Hohlraummerkmale gemäß Tabelle 3 sowie der Bauteildicke und der Anordnung der Bewehrung. Das Verfahren darf nicht angewendet werden, wenn bei wiederkehrenden Rissursachen eine erneute Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse zu er-

warten ist oder nicht sichergestellt werden kann, dass die Flanken frei von haftungsmindernden Stoffen sind. Bei der Festlegung des Injektionsdrucks ist die Festigkeit des Betons zu berücksichtigen.

(5) Ein wiederholtes Füllen von mit Epoxidharz gefüllten Rissen ist zur Wiederherstellung der Kraftschlüssigkeit nicht zulässig.

(6) Die Maßnahmen sollen so geplant werden, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt wird.

(7) Die Verdämmung muss in der Regel auf trockenem Betonuntergrund aufgetragen werden. Der Betonuntergrund ist gegebenenfalls zuvor in einen tragfähigen Zustand zu versetzen.

(8) Je nach Randbedingungen können Bohr- oder Klebepacker eingesetzt werden (Standardfälle siehe Teil 2, Abbildung B.1). Abweichungen von den Standardfällen sind vom SKP festzulegen. Während der Rissfüllung ist eine Entlüftung des Risses, z. B. durch geöffnete Nachbarpacker, sicherzustellen.

ANMERKUNG Bei Bauteildicken < 200 mm ist die Verwendung von Bohrpäckern kritisch zu prüfen.

Verfahren 4.5b „Druckloses Füllen durch Vergießen von vorbereiteten Rissen oder Hohlräumen“

(1) Mit diesem Verfahren werden Risse und Hohlräume mit Rissfüllstoffen durch druckloses Füllen mittels Vergießens kraftschlüssig gefüllt. Die Aufnahme des Rissfüllstoffs erfolgt durch Gravitation oder kapillares Saugen.

(2) Mit diesem Verfahren wird in der Regel die Bauteilsteifigkeit des gerissenen Betontragwerks durch kraftschlüssiges Verbinden der Rissflanken erhöht. Beim Füllen von Hohlräumen wird auch die Tragfähigkeit erhöht. Das drucklose Füllen ist nur in besonderen Fällen möglich, wenn eine ausreichende Rissbreite vorliegt und der Riss nicht wassergefüllt ist. Bei Verwendung von Epoxidharzen müssen beide Rissflanken trocken sein.

(3) Es dürfen nur Rissfüllstoffe für kraftschlüssiges Verbinden mit reaktivem Polymerbindemittel oder hydraulischem Bindemittel entsprechend der Einwirkung in den Füllbereichen gemäß ihrer Verwendung nach Tabelle 13 und den Verwendungsbedingungen nach Tabelle 14 zum Einsatz kommen. Die Rissfüllstoffe müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(4) Bei Rissen muss eine zug- und druckfeste Verbindung der Flanken hergestellt werden. Dazu muss der Füllgrad in den Rissen $\geq 80\%$ betragen. Bei Hohlräumen muss der Füllgrad den Vorgaben des SKP entsprechen.

(5) Das drucklose Füllen durch Vergießen darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen.

(6) Bei drucklosem Füllen durch Vergießen ist auf der Bauteiloberfläche die erforderliche produktspezifische Mindestrissbreite zu beachten, vgl. Tabelle 14.

(7) Für das Vergießen müssen die Risse derart vorbereitet werden, dass ein kontinuierlicher Fluss des Rissfüllstoffs durch ein ständig gefülltes Füllstoffreservoir sichergestellt ist.

ANMERKUNG Beim drucklosen Füllen durch Vergießen kann ein Füllstoffreservoir, z. B. durch Einschneiden einer Nut oder Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken, erzeugt werden.

(8) Die Anwendbarkeit des Verfahrens richtet sich nach der Beurteilung des Ist-Zustandes (siehe Tabelle 1) bzgl. der Riss- und Hohlraummerkmale gemäß Tabelle 3 sowie der Bauteildicke und der Anordnung der Bewehrung. Das Verfahren darf nicht angewendet werden, wenn bei wiederkehrenden Rissursachen eine erneute Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse zu erwarten ist oder nicht sichergestellt werden kann, dass die Flanken frei von haftungsmindernden Stoffen sind.

(9) Das Verfahren darf nur angewendet werden, wenn durch Probeapplikationen unter den gegebenen Bauwerksbedingungen eine ausreichende Kraftschlüssigkeit sichergestellt wird. Dies gilt als nachgewiesen, wenn der Füllgrad der Risse an entnommenen Bohrkernen in jedem Fall mindestens 80 % beträgt.

(10) Ein wiederholtes Füllen von mit Epoxidharz gefüllten Rissen ist zur Wiederherstellung der Kraftschlüssigkeit nicht zulässig.

(11) Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt wird.

6.1.5 Prinzip 5 "Erhöhung des physikalischen Widerstandes"

Verfahren 5.1 „Beschichtung zur Erhöhung des physikalischen Widerstandes“

(1) Dieses Verfahren dient der Erhöhung des Widerstandes gegen Abtrag von Beton, z. B. durch Anprall oder Abrieb infolge Befahrung.

(2) Bei diesem Verfahren werden beispielsweise Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 mit hohem Abriebwiderstand eingesetzt (siehe Tabelle 5). Die erforderliche Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems ist gemäß Teil 2, Anhang A.2 (6) den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

(3) Bei UV-Belastung ist die Beständigkeit nach DIN EN 1062-11 (Verfahren 4.2) nachzuweisen.

(4) Die weiteren Planungsgrundsätze gelten analog zu Verfahren 1.3.

Verfahren 5.3 „Mörtel- oder Betonauftrag zur Erhöhung des physikalischen Widerstandes“

(1) Bei diesem Verfahren wird zur Erhöhung des Widerstands gegen mechanischen Angriff Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) in einer oder mehreren Schichten aufgetragen. Hierfür sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar.

(2) Der SKP legt die Anforderungen zur Sicherstellung eines ausreichenden Widerstandes gegen mechanischen Angriff fest.

(3) Ein ausreichender Widerstand gegen mechanischen Angriff für die Einwirkung XM1 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Bei einem Größtkorn < 8 mm muss der Verschleißwiderstand nach Böhme nach DIN EN 13892-3 mind. der Klasse A12 nach DIN EN 13813 entsprechen.

6.1.6 Prinzip 6 "Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff"

Zur Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff können Beschichtungen (Verfahren 6.1) oder Mörtel- oder Betonauftrag (Verfahren 6.3, z. B. bei XA2) in Frage kommen.

Verfahren 6.1 „Beschichtung zur Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff“

(1) Dieses Verfahren dient der Erhöhung des Widerstandes gegen Betonkorrosion infolge chemischen Angriffs nach DIN EN 206-1.

(2) Je nach Art und Grad des chemischen Angriffs können besondere Anforderungen an das Oberflächenschutzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarende Prüfungen nachzuweisen ist.

(3) Vom SKP sind die Art und der Grad des chemischen Angriffes zu beschreiben. Die ausreichende Beständigkeit des OS-Systems ist durch Prüfungen, siehe auch (1) oder durch entsprechende Nachweise des Herstellers zu bestätigen.

(4) Üblicherweise wird dieses Verfahren bei einem chemischen Angriff ab Einwirkung XA3 eingesetzt.

(5) Die weiteren Planungsgrundsätze gelten analog zu Verfahren 1.3.

(6) Für dieses Verfahren sind grundsätzlich die Oberflächenschutzsysteme OS 4, OS 5a und OS 5b, OS 8, OS 11a und OS 11b sowie OS 14 mit entsprechendem Nachweis des Widerstands gegen chemischen Angriff geeignet.

Verfahren 6.3 „Mörtel- oder Betonauftrag zur Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff“

(1) Bei diesem Verfahren wird zur Erhöhung des Widerstands gegen Angriff durch Chemikalien Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 5) flächig oder in Schichten aufgetragen. Hierfür sind die Verfahren 3.2 oder 3.3 anwendbar.

(2) Der SKP legt die Merkmale des Betonersatzes zur Sicherstellung eines ausreichenden Widerstandes gegen chemischen Angriff fest.

(3) Ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff für die Expositionsklassen XA1 und XA2 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Alternativ kann ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff durch ein spezifisches Prüfverfahren nachgewiesen werden (vgl. DIN 19573).

6.2 Instandsetzungsverfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion

(1) In Tabelle 6 sind diejenigen Prinzipien und Verfahren zur vorbeugenden Abwehr von Korrosionsschäden bzw. zur Unterdrückung bereits ablaufender Korrosionsprozesse an der Bewehrung in Anlehnung an DIN EN 1504-9 aufgeführt, die nach dieser Technischen Regel angewendet werden dürfen. Alle weiteren in Tabelle 6 nicht aufgeführten Verfahren der DIN EN 1504-9 werden in dieser Technischen Regel nicht behandelt. Alle weiteren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführten Verfahren sind in Tabelle 6 durch Fußnoten gekennzeichnet.

Tabelle 6: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1 Erhöhung bzw. Teilerersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	7.2 Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	7.4 Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 – RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3
	7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ^{1), 2)}	– Beachtung der Anforderungen nach Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß Teil 2, Anhang B, Tabelle B.3
	7.7 Beschichtung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 2 (OS B) ³⁾ gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
	7.8 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) ¹⁾		– OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
8. Erhöhung des elektrischen Widerstandes	8.1 Hydrophobierung ⁴⁾	– Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 12	– OS 1 (OS A) ⁵⁾ gemäß Teil 2, Tabelle A.3
	8.3 Beschichtung ⁶⁾		– OS 2 (OS B) ³⁾ gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß Teil 2, Anhang A, Tabelle A.9
10. Kathodischer Schutz	10.1 Anlegen eines elektrischen Potentials ⁷⁾	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach Tabelle 15	– RM, RC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.2, – SRM, SRC gemäß Teil 2, Anhang C, Tabelle C.3

¹⁾ Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt

²⁾ Abschnitt 6.6.1 des Teils 2 der DAfStb-RL SIB wird gestrichen. Anstelle der Tränkung wird die Füllart Vergießen (V) von Rissen geregelt.

³⁾ Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bei geschlossenen Oberflächen geeignet als Beschichtungssystem. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar.

⁴⁾ Das Verfahren 8.1 darf nicht bei den Expositionsklassen XD, XS angewendet werden. Kontrollmessungen zur Wirksamkeit sind im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.

- 5) 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.
- 6) Dieses Verfahren sollte ab einem Chloridgehalt von 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse an der Bewehrung nicht angewendet werden. Es darf nur angewendet werden, wenn nach der Ausführung des Verfahrens die Auswirkung auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung (Einbau von Sensoren u.a.) von einem SKP über die Restnutzungsdauer überprüft wird.
- 7) Einbettmörtel und Anodensysteme für KKS-Systeme müssen die Anforderungen nach Abschnitt 8.4 erfüllen

(2) Wenn bei Stahlbetonbauteilen in der Betondeckungsschicht Chloridgehalte über 0,5 % Cl⁻, bezogen auf die Zementmasse, und bei Spannbetonbauteilen Werte über 0,2 % Cl⁻ ermittelt werden, ist bei der Instandhaltungsplanung festzulegen, ob Maßnahmen zur Abwehr von Korrosionsschäden erforderlich sind. Dies gilt auch dann, wenn an der Betonoberfläche keine Anzeichen von Korrosion an der Bewehrung feststellbar sind. Bei unbekannter Betonzusammensetzung ist der Zementgehalt auf der sicheren Seite liegend abzuschätzen. Werden Zusatzstoffe vom Typ II verwendet und auf den Zementgehalt angerechnet, darf der Chloridgehalt als Chloridionengehalt (Massenanteil bezogen auf den Zement), zuzüglich der Gesamtmasse der zu berücksichtigenden Zusatzstoffe, angesetzt werden (siehe DIN 1045-2).

ANMERKUNG Die Technische Regel enthält lediglich einen „Schwellenwert“ für den Chloridgehalt von 0,5 M.-%, bezogen auf die Zementmasse, in der Betondeckung bzw. im Bereich der Bewehrungslage im ungerissenen Beton. Dieser Schwellenwert ist von dem kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt insofern abzugrenzen, dass bei dessen Überschreitung nicht notwendigerweise der kritische Grenzzustand der Depassivierung eintritt, sondern lediglich eine Ereigniskette, nämlich eine Begutachtung durch den SKP mit gegebenenfalls anschließenden Maßnahmen, in Gang gesetzt wird. Die Beurteilung des Chloridgehalts im Bereich von Rissen oder Fehlstellen und das Erfordernis einer Instandsetzung sind vom SKP gesondert zu betrachten.

6.2.1 Prinzip 7 "Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"

Verfahren 7.1 „Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“

(1) Bei diesem Verfahren wird kleinflächig per Hand oder großflächig durch Betonieren oder im Spritzverfahren zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 6) aufgetragen. Hierfür sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar.

(2) Mit diesem Verfahren wird das Ziel verfolgt, die vorhandene Passivität der Bewehrung über die Restnutzungsdauer zu erhalten.

(3) Hinsichtlich der Carbonatisierung ist nachzuweisen, dass am Ende der Restnutzungsdauer die Carbonatisierungsfront den Bewehrungsstahl nicht erreicht hat. Die Dicke der nicht carbonatisierten Altbetonschicht darf bei diesem Nachweis berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 4).

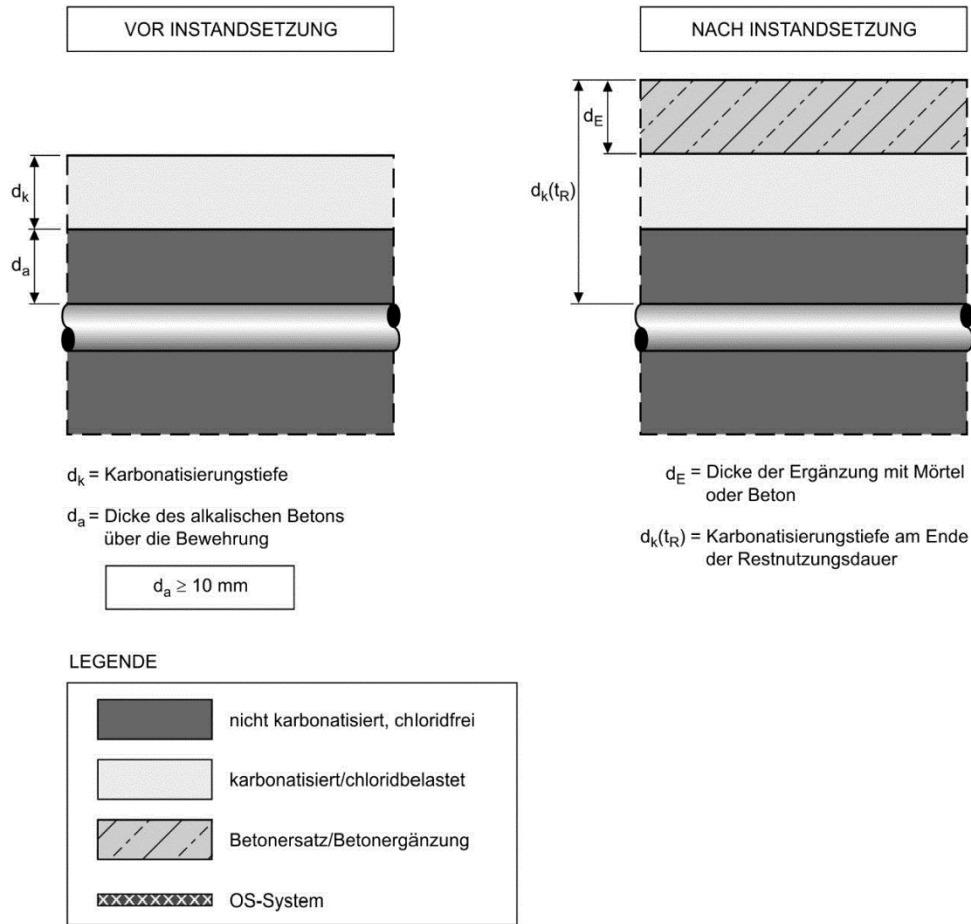


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.1 (bei Carbonatisierung)

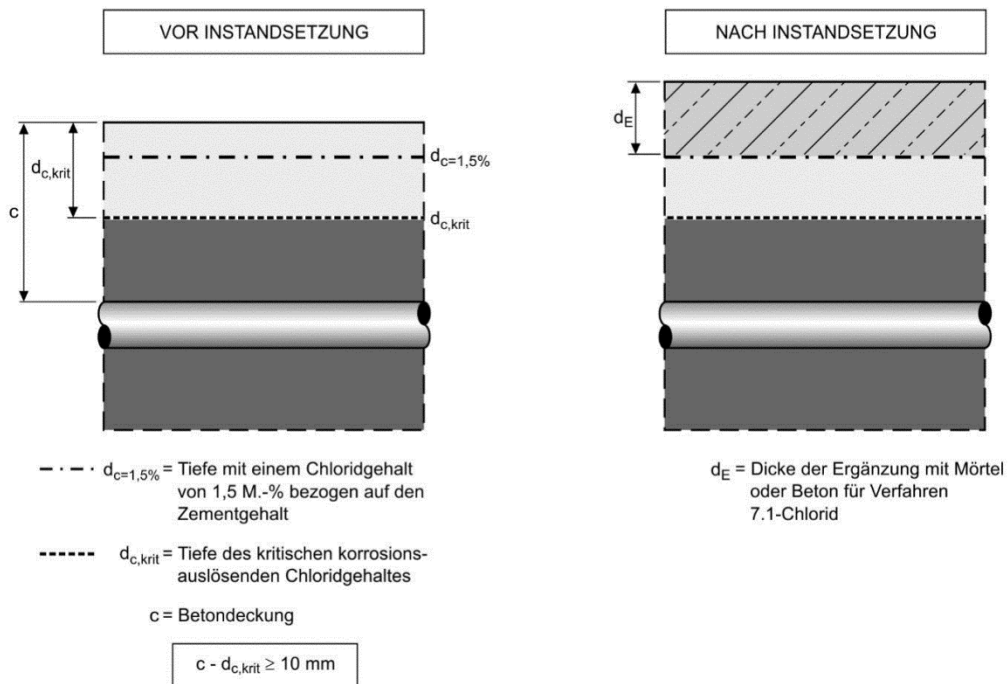


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.1 (bei Chlorideinwirkung), Legende siehe Abbildung 4

(4) Das Verfahren kann bei Chlorideinwirkung nur angewendet werden, wenn sichergestellt ist, dass durch 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. Dies kann gemäß Abbildung 5 als gegeben angenommen werden, wenn gleichzeitig:

- a) der Abstand der Front des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehaltes (siehe Abbildung 5) zur Bewehrungsoberfläche mindestens 10 mm beträgt,
- b) der Chloridgehalt in der verbleibenden Altbetonschicht 1,5 M.-%, bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreitet,
- c) bei der Bemessung von d_E der Chloridgehalt in der ergänzten Mörtelschicht über die Restnutzungsdauer den Wert von 0,5 % Cl⁻ bezogen auf die Zementmasse (bei Spannbeton 0,2 % Cl⁻, bezogen auf die Zementmasse), an der der Einwirkung abgewandten Seite (strichpunktierte Linie in Abbildung 5) nicht überschreitet. Dabei ist die Bemessung der Dicke des Betonersatzes d_E im Hinblick auf den kritischen, korrosionsauslösenden Chloridgehalt vereinfachend am einseitig beaufschlagten Einschichtsystem ohne Einflüsse aus dem Altbeton durchzuführen.

Sofern Kriterium b) nicht eingehalten wird, muss bei Anwendung dieses Verfahrens der Altbeton mit einem Chloridgehalt > 1,5 M.-%, bezogen auf die Zementmasse, abgetragen werden.

ANMERKUNG Der Transport von Chlorid aus dem Altbeton in den Instandsetzungsmörtel/-beton wird bei dem Nachweis nicht betrachtet.

(5) Das Instandsetzungsziel wird für folgenden Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung vereinfacht erreicht:

- Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 (ggf. Lieferung als Trockenbeton),
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“.

Dabei sind die Schichtdicken für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren deskriptiv auf Basis der relevanten Expositionsklassen XC, XS und XD unter Einhaltung der Anforderungen an die Mindestbetondeckungen nach DIN EN 1992-1-1/NA sowie der Anforderungen an Baustoffe und Bauausführung in den entsprechenden Normen festzulegen.

(6) Bei Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung (RM, RC, SRM oder SRC) und Einhalten der Anforderungen an das Merkmal „Carbonatisierungsfortschritt“ nach Teil 2 der Technischen Regel, Tabellen C.2 bis C.3, kann die erforderliche minimale Schichtdicke $d_{E,min}$ des Betonersatzes auf der sicheren Seite liegend wie folgt abgeschätzt werden:

- $d_{E,min} = 20$ mm für XC3 bzw.
- $d_{E,min} = 25$ mm für XC1 (ständig nass), XC2 und XC4 bei einer geplanten Nutzungsdauer für den Betonersatz von 50 Jahren.

(7) Der charakteristische Wert der Schichtdicke $d_{E,nom}$ (nominale Schichtdicke) wird wie folgt berechnet:

$$d_{E,nom} = d_{E,min} + \Delta d_E$$

Dabei ist:

Δd_E : Vorhaltemaß der Schichtdicke [mm], abhängig von der erzielten Rautiefe

ANMERKUNG Die nominale Schichtdicke entspricht der mittleren Schichtdicke. Das Vorhaltemaß Δd_E soll sicherstellen, dass der größte Teil (95 % einer Normalverteilung) der Schichtdicke größer ist als der Bemessungswert der Schichtdicke $d_{E,d} = d_{E,min}$.

(8) In Abweichung zu den vorstehenden Regelungen entscheidet bei sehr großen Chlorideindringtiefen der SKP, welcher Chloridgehalt bis in eine bestimmte Tiefe hinter der Bewehrung verbleiben kann.

(9) Polymermörtel (PRM) oder Polymerbetone (PRC) sind für dieses Verfahren nicht anwendbar, da die Annahmen in Abbildung 5 nur für zementgebundenen Betonersatz gelten.

Verfahren 7.2 „Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“

(1) Bei diesem Verfahren wird nach dem Betonabtrag zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 6) per Hand, durch Betonieren oder im Spritzverfahren aufgetragen. Hierfür sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar.

(2) Dieses Verfahren darf angewendet werden,

- a) wenn die Bewehrung durch Carbonatisierung örtlich oder vollflächig depassiviert ist oder
- b) wenn der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt örtlich oder vollflächig überschritten ist.

In diesem Fall wird chloridhaltiger oder carbonatisierter Altbeton durch Mörtel oder Beton ersetzt und gegebenenfalls ergänzt.

(3) Mit diesem Verfahren wird das Ziel verfolgt, die Passivität der Bewehrung wiederherzustellen und über die Restnutzungsdauer zu erhalten.

(4) Falls der Altbeton bis hinter die Bewehrung carbonatisiert ist, ist dieser bei Betonstahldurchmessern < 16 mm bis mindestens 10 mm hinter und 20 mm neben der Bewehrung zu entfernen. Bei Betonstählen mit Durchmesser $d_s \geq 16$ mm sind hinter den Betonstählen mindestens 15 mm Altbeton zu entfernen (siehe Abbildung 6). Der Altbeton muss darüber hinaus so weit entfernt werden, dass ein hohlstellenfreies Einbringen des Betonersatzes ermöglicht wird. Bei der Festlegung des Betonausbruches sind Auswirkungen auf die Standsicherheit zu beachten.

ANMERKUNG Schwankungen der Chlorideindringtiefen können durch Sicherheitszuschläge berücksichtigt werden.

(5) Der Altbeton mit Chloridgehalten oberhalb des kritischen, korrosionsauslösenden Wertes ist vollständig zu entfernen (siehe Abbildung 7). Bei großen Chlorideindringtiefen muss der Beton bis mindestens 30 mm hinter die Bewehrung entfernt werden (siehe Abbildung 8). In diesem Fall darf der Chloridgehalt im verbleibenden Altbeton 1,5 M.-%, bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten. Höhere, verbleibende Chloridgehalte im Altbeton sind nur bei entsprechenden Nachweisen zulässig.

(6) Das Größtkorn des Betonersatzes ist auf die Abtragstiefe hinter der Bewehrung abzustimmen. Es darf maximal 1/3 der Abtragstiefe hinter der Bewehrung betragen.

(7) 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 diese das optische Bild nicht den fotografischen Vergleichsmustern in DIN EN ISO 8501 entsprechen. 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.

(8) Bei den Expositionsklassen XD und XS ist die Bemessung der Dicke des Betonersatzes im Hinblick auf den kritischen, korrosionsauslösenden Chloridgehalt am einseitig exponierten Einschichtsystem durchzuführen.

(9) Mit folgendem Betonersatz kann das Instandsetzungsziel vereinfacht erreicht werden:

- Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 (ggf. Lieferung als Trockenbeton),
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“.

Dabei sind die Betondeckungen für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren deskriptiv auf Basis der relevanten Expositionsklassen XC, XS und XD unter Einhaltung der Anforderungen an die Mindestbetondeckungen nach DIN EN 1992-1-1/NA sowie der Anforderungen an Baustoffe und Bauausführung in den entsprechenden Normen festzulegen.

(10) Bei Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung (RM, RC, SRM oder SRC) und Einhalten der Anforderungen an das Merkmal „Carbonatisierungsfortschritt“ nach Teil 2 der Technischen Regel, Tabellen C.2 bis C.3, kann die erforderliche minimale Betondeckung c des Betonersatzes auf der sicheren Seite liegend wie folgt abgeschätzt werden:

- $\min c = 20 \text{ mm}$ für XC3 bzw.
- $\min c = 25 \text{ mm}$ für XC1 (ständig nass), XC2 und XC4 bei einer geplanten Nutzungsdauer für den Betonersatz von 50 Jahren.

(11) Polymermörtel (PRM) oder Polymerbeton (PRC) sind für dieses Verfahren nicht anwendbar, da die Annahmen in Abbildung 6 nur für zementgebundenen Betonersatz gelten.

(12) Ergänzend kann die Bewehrung in besonderen Fällen in all jenen Bereichen, die während der Restnutzungsdauer depassiviert werden können, vor Korrosion durch eine zusätzliche mineralische Beschichtung der Bewehrung geschützt werden.

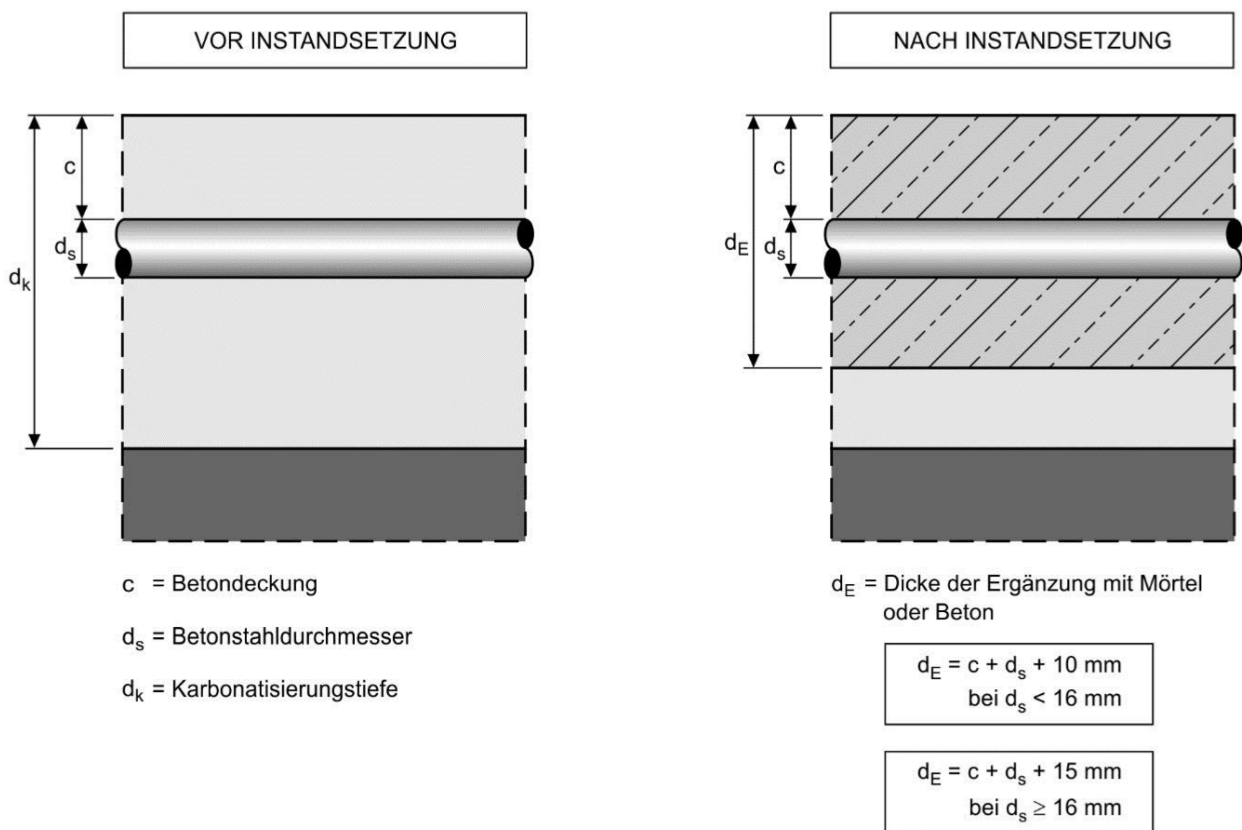


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 (bei Carbonatisierung bis hinter die Bewehrung), siehe Legende in Abbildung 4

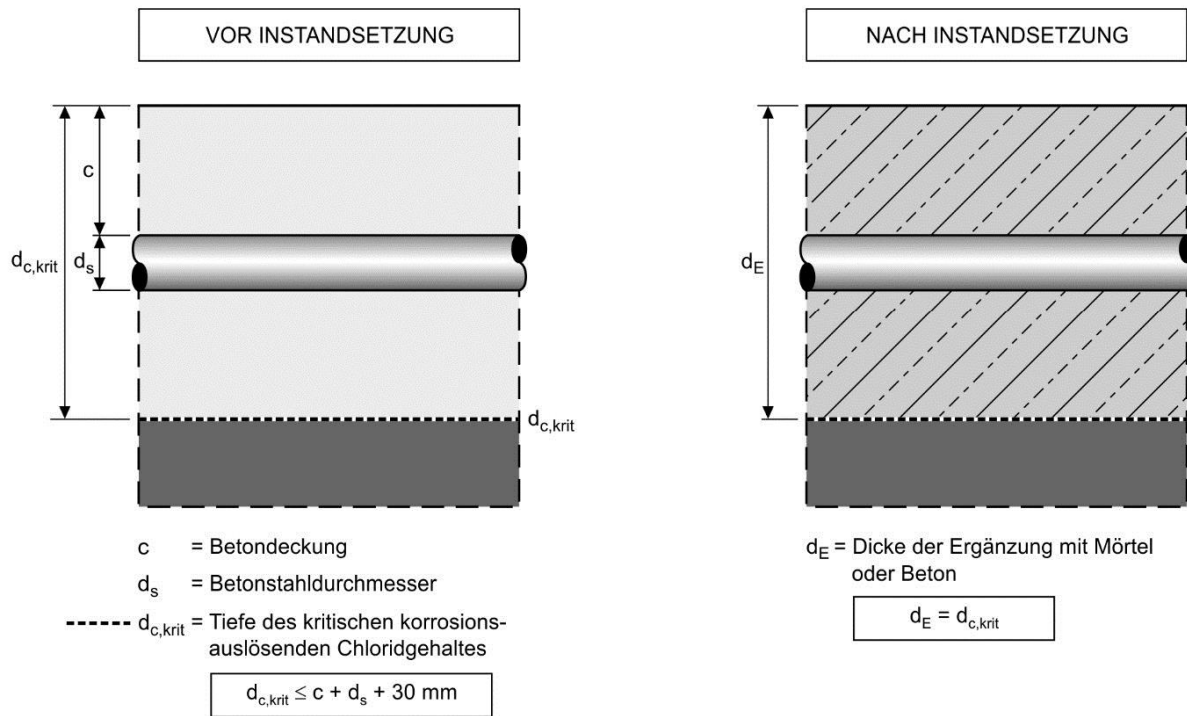


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 (Tiefe des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts ≤ 30 mm hinter der Bewehrung), siehe Legende in Abbildung 4

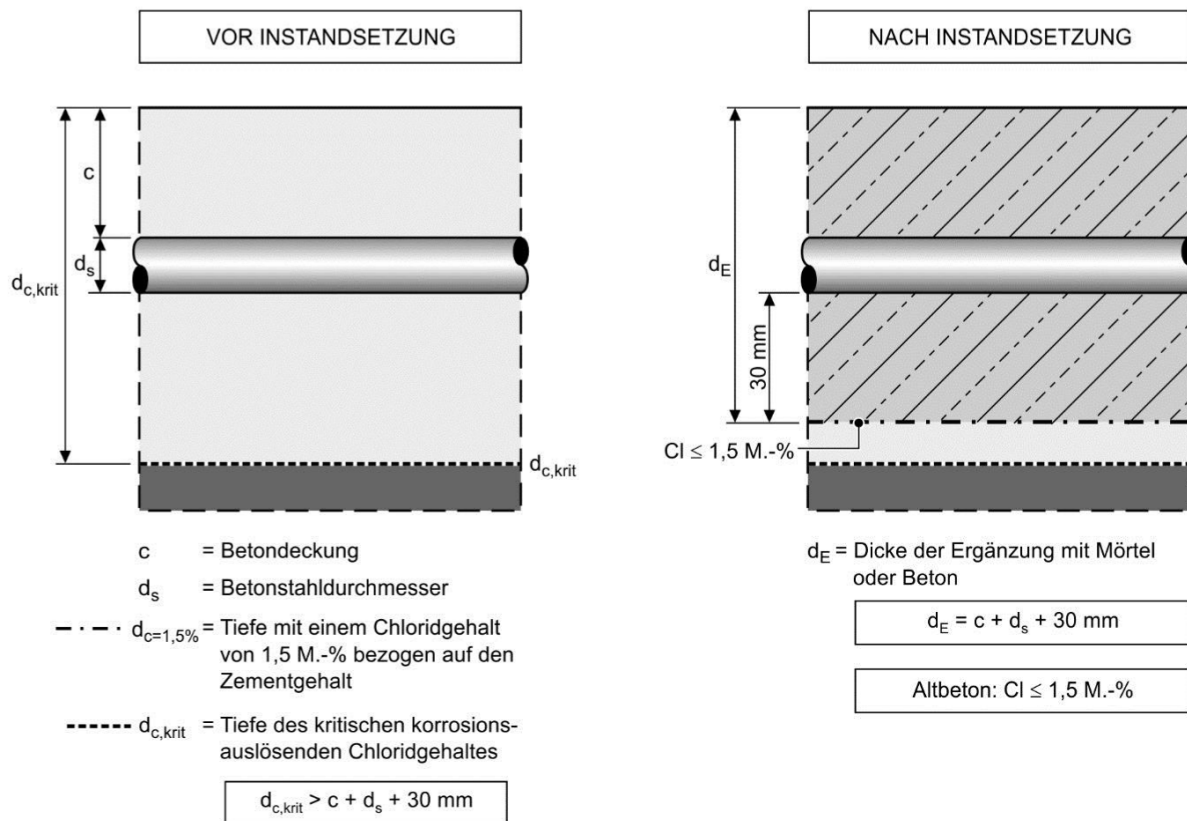


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 (Tiefe des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts > 30 mm hinter der Bewehrung), siehe Legende in Abbildung 4

Verfahren 7.4 „Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“

(1) Bei diesem Verfahren wird großflächig durch Betonieren, im Spritzverfahren oder ggf. per Hand zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung (siehe Tabelle 6) aufgetragen. Hierfür sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar.

(2) Dieses Verfahren darf angewendet werden, wenn die Bewehrung durch Carbonatisierung örtlich oder vollflächig depassiviert ist oder nur noch wenige Millimeter Abstand zwischen Carbonatisierungsfront und Bewehrungsstahl liegen und kein Chlorid in den Beton eingedrungen ist. Die Realkalisierung wird durch Diffusion der Hydroxidionen aus dem aufgetragenen Betonersatz und dem nicht carbonatisierten Altbeton in den carbonatisierten Altbeton erreicht, die dort den pH-Wert erhöhen und die Bewehrung repassivieren.

(3) Geschädigter (gelockerter) Altbeton ist zu entfernen.

(4) Das Verfahren darf nur angewandt werden, wenn die größte Carbonatisierungstiefe im Altbeton kleiner als 40 mm ist.

ANMERKUNG Für die Festlegung der größten Carbonatisierungstiefe hat sich der Ansatz des 90 %-Quantilwertes bewährt.

(5) Die Bemessung der Dicke des Betonersatzes ist vereinfachend am einseitig exponierten Einschichtsystem durchzuführen. Es ist nachzuweisen, dass am Ende der Restnutzungsdauer die Carbonatisierungsfront im aufgetragenen Betonersatz verbleibt. Unabhängig von der Bemessung ist eine Mindestschichtdicke für den Betonersatz von 20 mm einzuhalten (siehe Abbildung 9).

ANMERKUNG Durch Einhaltung der Randbedingungen in den Absätzen (4) und (5) wird davon ausgegangen, dass, bedingt durch beidseitige Diffusion von Hydroxidionen in den carbonatisierten Altbeton, eine ausreichende Alkalität für eine dauerhafte Repassivierung des Bewehrungsstahles zur Verfügung steht.

(6) Mit folgendem Betonersatz kann das Instandsetzungsziel vereinfacht erreicht werden:

- Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 (ggf. Lieferung als Trockenbeton),
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“.

Dabei sind die Schichtdicken für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren deskriptiv auf Basis der relevanten Expositionsklassen XC1 bis XC4, XS und XD unter Einhaltung der Anforderungen an die Mindestbetondeckungen nach DIN EN 1992-1-1/NA sowie der Anforderungen an Baustoffe und Bauausführung in den entsprechenden Normen festzulegen.

(7) Bei unbekannter Zusammensetzung des Betonersatzes (RM, RC, SRM oder SRC) und Einhalten der Anforderungen an das Merkmal „Carbonisierungsfortschritt“ nach Teil 2 der Technischen Regel, Tabellen C.2 bis C.3, kann die erforderliche minimale Schichtdicke $d_{E,min}$ des Betonersatzes auf der sicheren Seite liegend wie folgt abgeschätzt werden:

- $d_{E,min} = 20$ mm für XC3 bzw.
- $d_{E,min} = 25$ mm für XC1 (ständig nass), XC2 und XC4 bei einer geplanten Nutzungsdauer für den Betonersatz von 50 Jahren.

(8) Der charakteristische Wert der Schichtdicke $d_{E,nom}$ (nominale Schichtdicke) wird wie folgt berechnet:

$$d_{E,nom} = d_{E,min} + \Delta d_E$$

Dabei ist:

Δd_E : Vorhaltemaß der Schichtdicke [mm], abhängig von der erzielten Rautiefe

ANMERKUNG Die nominale Schichtdicke entspricht der mittleren Schichtdicke. Das Vorhaltemaß Δd_E soll sicherstellen, dass der größte Teil (95 % einer Normalverteilung) der Schichtdicke größer ist als der Bemessungswert der Schichtdicke $d_{E,d} = d_{E,min}$.

(9) Polymermörtel (PRM) oder Polymerbetone (PRC) sind für dieses Verfahren nicht geeignet.

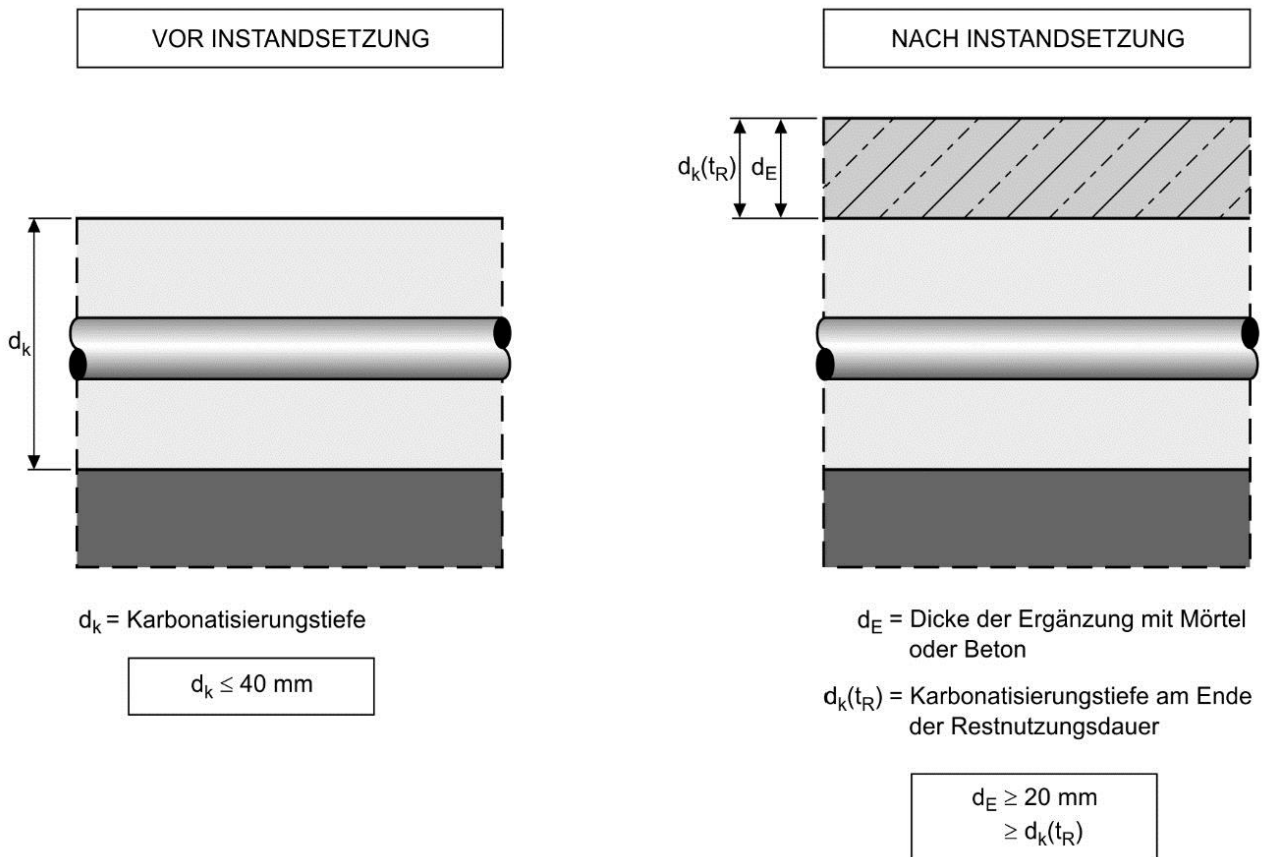


Abbildung 9: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.4 (bei Carbonatisierung), siehe Legende in Abbildung 4

Verfahren 7.6: "Füllen von Rissen oder Hohlräumen zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"

(1) Mit diesem Verfahren werden Risse oder Hohlräume mit Rissfüllstoffen unter Druck durch Injektion oder in besonderen Fällen drucklos durch Vergießen gefüllt. Die Rissfüllung dient bei den Expositionsklassen XC dem Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität des Bewehrungsstahls im Beton. Bei Chlorideinwirkung (Expositionsklassen XD/XS) darf das Verfahren nur präventiv zum Erhalt der Passivität angewendet werden. Das Injektionssystem muss die Anforderungen nach Anhang B Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(2) Bei Chlorideinwirkung und zu erwartenden Rissbreitenänderungen ist das Verfahren nicht zulässig.

(3) Zur Wiederherstellung der durch Carbonatisierung verloren gegangenen Passivität darf dieses Verfahren nur mit zementgebundenen Füllstoffen angewendet werden.

ANMERKUNG Der depassivierte Bereich kann bei Rissen, die die Bewehrung kreuzen, ringförmig sein. Er ist bei Rissen entlang der Bewehrung streifenförmig. Die Repassivierung der Bewehrungsfläche erfolgt durch den Kontakt mit dem zementgebundenen alkalischen Rissfüllstoff. Rissflanken können carbonatisiert oder nicht carbonatisiert sein. Die Realkalisierung der carbonatisierten Rissflanken im Kontakt mit der Bewehrung wird durch Diffusion der Hydroxidionen aus dem Rissfüllstoff und dem nicht carbonatisierten Altbeton erreicht.

(4) Rissfüllstoffe werden unter Druck durch Injektion (7.6a) oder drucklos durch Vergießen (7.6b) derart in Risse oder Hohlräume gefüllt, dass das Anwendungsziel „Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen)“ erreicht wird.

(5) Das Anwendungsziel „Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen) von Rissen“ ist in den Anwendungszielen „kraftschlüssiges Verbinden“ und „dehnbares Verbinden“ von Rissflanken enthalten.

(6) Das Verfahren kann auch präventiv zum Erhalt der Passivität bei Chlorideinwirkung geeignet sein, sofern der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt nicht erreicht ist. Vor Anwendung des Verfahrens muss der

SKP den vorhandenen Chloridgehalt im Rissbereich feststellen und hinsichtlich einer zukünftigen Korrosionsgefahr beurteilen. In der Regel sind zusätzlich besondere Maßnahmen zur Erhaltung der Dauerhaftigkeit zu treffen (z. B. flächige oder örtliche Beschichtung oder Abdichtung). Liegt bereits chloridinduzierte Stahlkorrosion vor, ist das Verfahren zur Wiederherstellung der Passivität der Stahloberfläche nicht geeignet.

(7) Zum Erhalt der Passivität dürfen nur Rissfüllstoffe mit reaktivem Polymerbindemittel oder hydraulischem Bindemittel gemäß ihrer Verwendung nach Tabelle 13 und den Verwendungsbedingungen nach Tabelle 14 zum Einsatz kommen. Zur Wiederherstellung der Passivität dürfen nur mit hydraulischem Bindemittel hergestellte Rissfüllstoffe eingesetzt werden. Diese müssen die Anforderungen nach Teil 2 dieser Technischen Regel erfüllen.

(8) Die Anwendbarkeit des Verfahrens richtet sich nach der Beurteilung des Ist-Zustandes (siehe Tabelle 1), bzgl. der Riss- und Hohlraummerkmale gemäß Tabelle 3 sowie der Bauteildicke und der Anordnung der Bewehrung.

(9) Der SKP legt unter Berücksichtigung der für das Bauteil maßgeblichen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund (siehe Abschnitt 4) den geeigneten Rissfüllstoff und die geeignete Füllart fest.

(10) Die Maßnahmen sollten so geplant werden, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann.

(11) Der SKP muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.

ANMERKUNG 1 (Zitat aus DAfStb-Heft 600): "Die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen hängt in hohem Maße von einem zuverlässigen Korrosionsschutz der Bewehrung ab. Dicke und Dichtigkeit der Betondeckung sind von weit größerer Bedeutung für die Dauerhaftigkeit als die Breite der Risse quer zur Bewehrungsrichtung, solange die an der Bauteiloberfläche vorhandene Rissbreite nicht größer als 0,4 mm bis 0,5 mm wird und keine Chloridbeanspruchung vorliegt. Bis zu dieser Grenze gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Absolutwert der Rissbreite und dem Grad der Bewehrungskorrosion. Die Regeln zur Begrenzung der Rissbreiten in DIN EN 1992-1-1 sollen nicht die explizite Einhaltung bestimmter, am Bauteil nachmessbarer Grenzwerte von Rissbreiten sicherstellen. Vielmehr sollen diese das Auftreten breiter Einzelrisse verhindern. Die schärferen Anforderungen an die Rissbreitenbegrenzung für „aggressivere“ Expositionsklassen bedeuten dabei nichts anderes, als dass breite Einzelrisse mit einer größeren Wahrscheinlichkeit als bei Innenbauteilen vermieden werden. Eine Ausnahme bilden vorwiegend horizontale, durch chloridhaltiges Wasser von oben beaufschlagte Bauteilflächen, die auch bei kleinen Rissbreiten erhebliche Korrosionserscheinungen infolge der tief in die Risse eindringenden Chloride zeigen können. So ist z. B. bei befahrenen horizontalen Flächen von Parkdecks, die in die Expositionsklasse XD3 eingestuft werden, die Begrenzung der Rissbreite allein kein geeignetes Mittel zur Erzielung einer ausreichenden Dauerhaftigkeit. Hier sind daher zusätzliche Maßnahmen, wie z. B. das Aufbringen einer rissüberbrückenden Beschichtung erforderlich. Trennrisse sind hinsichtlich der Korrosionsintensität wesentlich kritischer zu bewerten als Biegerisse."

ANMERKUNG 2 Als Orientierung für die Beurteilung der Unbedenklichkeit von Rissen nach dem Schließen können die zulässigen rechnerischen Rissbreiten nach DIN EN 1992-1-1 angenommen werden.

(12) Werden zusätzlich Beschichtungen geplant, sind die maximal zu erwartenden Rissbreitenänderungen nach Aufbringen der Beschichtung und die Leistungsfähigkeit des Oberflächenschutzsystems aufeinander abzustimmen.

Verfahren 7.6a: Füllen von Rissen oder Hohlräumen durch Injektion

(1) Bei diesem Verfahren werden Rissfüllstoffe mit Hilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit oder ohne Verdämmung zum Füllen von Rissen und Hohlräumen injiziert.

(2) Je nach Randbedingungen können Bohr- oder Klebepacker eingesetzt werden. Abweichungen von den Standardanwendungen sind vom SKP festzulegen.

(3) Bei druckwasserführenden Rissen sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen zur Druckminderung zu ergreifen (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung oder rückseitiges Abdichten).

Verfahren 7.6b: Druckloses Füllen durch Vergießen mit Rissfüllstoffen

(1) Bei diesem Verfahren werden Risse und Hohlräume durch Vergießen über Gravitation oder kapillares Saugen gefüllt.

(2) In besonderen Fällen darf das drucklose Füllen durch Vergießen von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen. Es ist nur möglich, wenn eine ausreichende Rissbreite vorliegt und der Riss nicht wassergefüllt ist. Bei Verwendung von Epoxidharzen müssen beide Rissflanken trocken sein.

(3) Bei drucklosem Füllen durch Vergießen ist auf der Bauteiloberfläche die erforderliche produktspezifische Mindestrissbreite gemäß Tabelle 14 zu beachten.

(4) Für das Vergießen müssen die Risse derart vorbereitet werden, dass ein kontinuierlicher Fluss des Rissfüllstoffes durch ein ständig gefülltes Füllstoffreservoir sichergestellt ist.

ANMERKUNG Beim drucklosen Füllen durch Vergießen kann ein Füllstoffreservoir, z. B. durch Einschneiden einer Nut oder Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken, erzeugt werden.

(5) Reicht der Riss bis hinter die Bewehrung muss der Rissfüllstoff bis hinter die Bewehrung eindringen. Die erzielbare Fülltiefe oder der Füllgrad müssen in einem Vorversuch mit anschließender optischer Kontrolle nachgewiesen werden.

Verfahren 7.7: "Beschichtung zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"

(1) Bei diesem Verfahren werden zum Erhalt der Passivität Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid eingesetzt.

(2) Das Verfahren darf bei Carbonatisierung nur angewendet werden, wenn die Carbonatisierungsfront noch mindestens 10 mm vom Bewehrungsstahl entfernt ist (siehe Abbildung 10).

(3) Das Verfahren darf bei Chlorideinwirkung nur angewendet werden, wenn sichergestellt ist, dass durch Umverteilung des bereits im Altbeton vorhandenen Chlorids über den Zeitraum der Restnutzungsdauer keine Depassivierung der Bewehrung erfolgen kann. Dies darf als gegeben angenommen werden, wenn der Abstand des kritischen, korrosionsauslösenden Chloridgehaltes zur Bewehrungsoberfläche mindestens 10 mm beträgt. Ferner darf der Chloridgehalt in der verbleibenden Altbetonschicht 1,5 M.-%, bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten (siehe Abbildung 11).

(4) Für dieses Verfahren sind grundsätzlich die Oberflächenschutzsysteme OS 2, OS 4, OS 5a und OS 5b, OS 8, OS 11 sowie OS 14 geeignet.

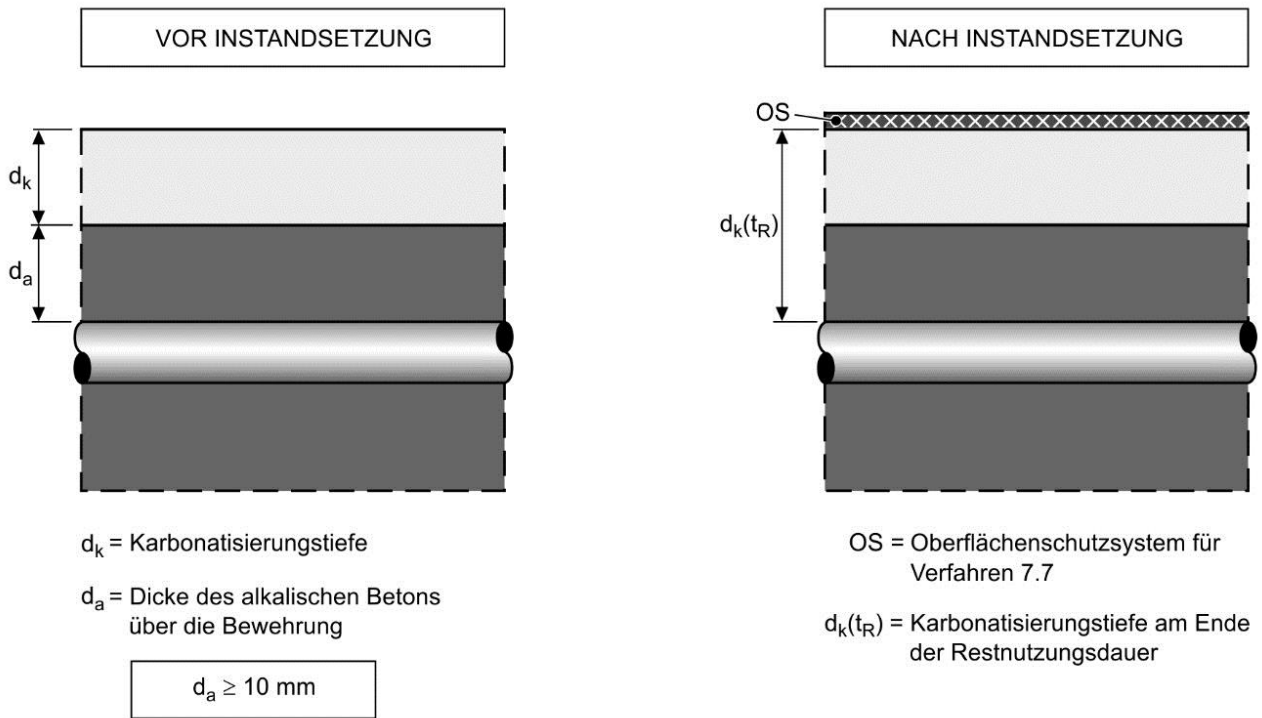


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Carbonatisierung), siehe Legende in Abbildung 4

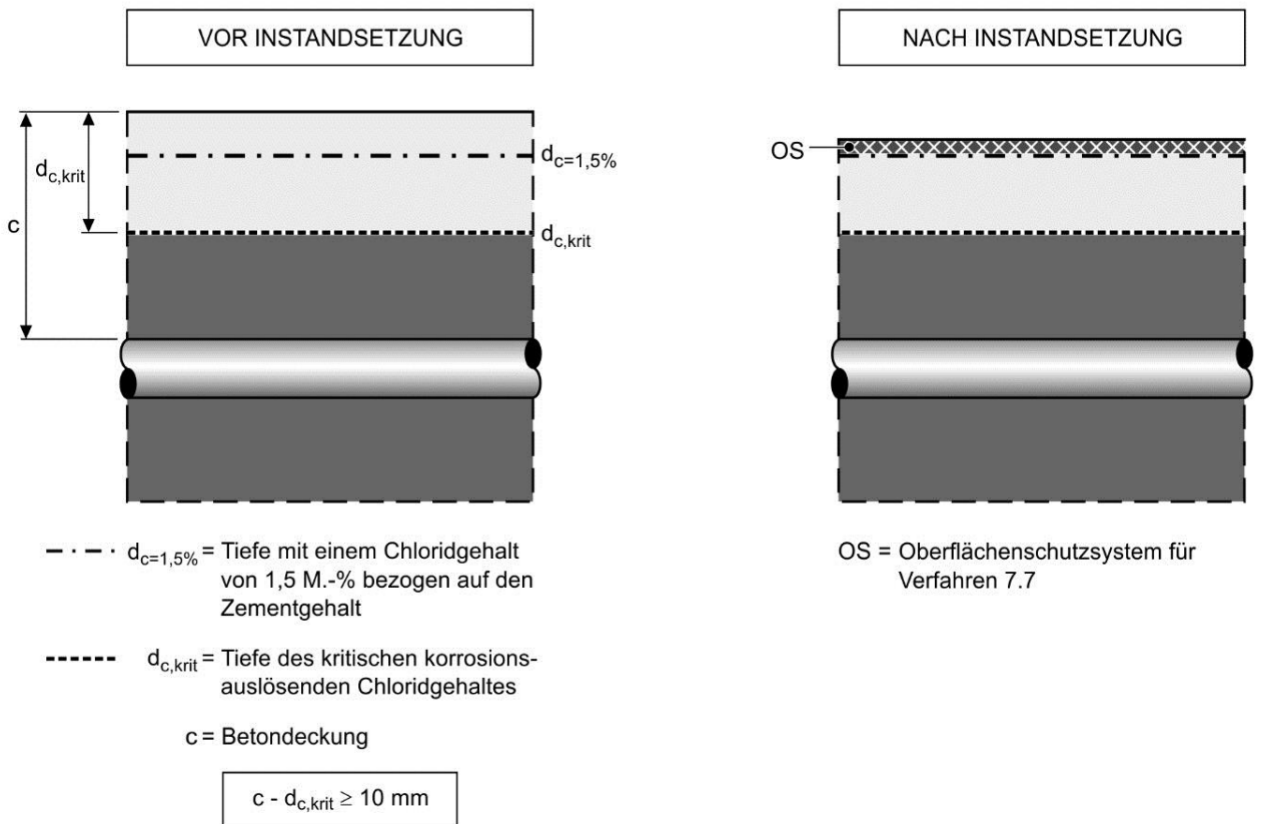


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Chlorideinwirkung), siehe Legende in Abbildung 4

Verfahren 7.8: "Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"

(1) Rissbandagen sind lokale Schutzmaßnahmen, die Betonbauteile mit Einzelrissen oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit vor dem Eindringen schädlicher Substanzen schützen und damit die Passivität erhalten.

(2) Rissbandagen werden zur Abdeckung von beweglichen Rissen, Arbeitsfugen oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit, z. B. über Auflagern, eingesetzt. Detailanschlüsse mit hoher Risswahrscheinlichkeit, wie z. B. Wandanschlüsse, können ebenfalls mit Rissbandagen geschützt werden.

(3) Rissbandagen auf horizontalen ggf. befahrenen Flächen müssen oberflächenbündig ausgeführt werden, um mechanische Beschädigungen und Wasseransammlungen an den Rändern zu vermeiden. Im Wandbereich und über Kopf können die Bandagen auch erhöht eingebaut werden.

(4) Die Auswahl des Beschichtungs- bzw. Abdichtungssystems für eine Rissbandage ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, der zu erwartenden Rissbewegung und Belastung (insbesondere Temperatur- und Verkehrsbelastung) zu wählen. Geeignet sind die Oberflächenschutzsysteme OS 11 und OS 14.

(5) Bei rückseitiger Durchfeuchtung oder erhöhter Restfeuchtigkeit (Einwirkung XBW1) ist das Erfordernis von mehrlagigen Grundierungen zu prüfen und gegebenenfalls festzulegen. Bei rückseitiger Druckwasserbeanspruchung in Trennrissen müssen diese vor Aufbringen des rissüberbrückenden OS-Systems (Bandage) abdichtend injiziert werden.

6.2.2 Prinzip 8 "Erhöhung des elektrischen Widerstandes"

(1) Die Verfahren dienen der Erhöhung des elektrischen Widerstandes des Betons durch Vermeidung des Zutritts von flüssigem Wasser und einer nachträglichen Austrocknung durch Dampftransport. Es ist sicherzustellen, dass der Eintrag von Wasser in den Beton von hinten oder von der Seite (Dach, Fensterleibungen, Kondensat von innen, aufsteigende Feuchte etc.) ausgeschlossen ist.

(2) Es ist zu berücksichtigen, dass während der langsamen Austrocknung des Betons ein nennenswertes Weiterrosten der Bewehrung auftritt.

(3) Es ist zu beachten, dass eine ausreichende Erhöhung des elektrischen Widerstandes insbesondere bei chloridkontaminiertem Beton nur nach sehr langen Zeiträumen oder unter Umständen nicht erreichbar ist.

ANMERKUNG Gesicherte Grenzwerte für den elektrischen Widerstand, ab dem die Korrosionsraten der Bewehrung auf vernachlässigbare Raten abgesunken sind, können nicht angegeben werden.

Verfahren 8.1 „Hydrophobierung zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes“

(1) Bei diesem Verfahren werden bei carbonatisiertem Beton Hydrophobierungssysteme OS 1 gemäß Teil 2 dieser Technischen Regel für die Regulierung des Wasserzutritts über die Betonoberfläche eingesetzt. Hierbei wird das Benetzungsverhalten der oberflächennahen Bauteilbereiche durch das Aufbringen oberflächenaktiver Substanzen verändert (z. B. durch Silane oder Siloxane). Die Wirksamkeit der Maßnahme ist durch geeignete, durch den SKP vorzugebende Verfahren, z. B. mithilfe von Sensoren, zu überwachen.

ANMERKUNG Das Eindringen gasförmiger Stoffe wie CO₂ lässt sich nicht durch Hydrophobierungen verhindern; durch den Trocknungseffekt kann die Carbonatisierungsgeschwindigkeit nach einer Hydrophobierung sogar zunehmen.

(2) Dieses Verfahren darf nicht bei Expositionsklassen XD und XS angewendet werden.

(3) Bei der Applikation muss die Bauteiloberfläche zur Sicherstellung der Wirksamkeit der Hydrophobierung trocken sein.

(4) Die vom SKP vorzugebenden Wirkstoffmengen (Auftragsmenge und Wirkstoffgehalt) und Eindringtiefen zur Erreichung des Instandsetzungsziels sind Mindestauftragsmengen und Mindesteindringtiefen. Über Musterflächen sollte die Aufnahmefähigkeit der Hydrophobierung überprüft werden.

ANMERKUNG Die Wirksamkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen sind vom Wirkstoff, vom tiefenabhängigen Wirkstoffgehalt bezogen auf den Beton und von der Eindringtiefe abhängig. Die Eindringtiefe von Hydrophobierungen wird wesentlich durch den Feuchtegehalt und die Porosität des Betons bestimmt.

(5) Wenn während der zukünftigen Nutzung Wasser nicht planmäßig von der Betonoberfläche abgeführt wird, kann eine Erhöhung des Wassereindringwiderstandes des Betons bei diesem Verfahren nicht sichergestellt werden.

(6) Eine nachlassende Wirksamkeit der Hydrophobierung kann visuell nicht festgestellt werden. Kontrollmessungen sind im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.

Verfahren 8.3 „Beschichtung zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes“

(1) Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, dass durch den SKP vor der Ausführung eine Abschätzung der Resttragfähigkeit vorgenommen wurde. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Bewehrung bei Anwendung dieses Verfahrens über einen bestimmten Zeitraum weiter korrodiert.

(2) Bei carbonatisiertem Beton (Abbildung 12) werden Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 für die Regulierung des Wasserhaushaltes über die Betonoberflächen eingesetzt. Für dieses Verfahren sind grundsätzlich die Oberflächenschutzsysteme OS 2, OS 4, OS 5a und OS 5b, OS 8, OS 11a und OS 11b sowie OS 14 geeignet.

(3) Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar.

(4) Die Erhöhung des elektrischen Widerstandes des carbonatisierten Betons kann nur dann sichergestellt werden, wenn bei diffusionsoffenen Beschichtungssystemen (Wasserdampf-Durchlässigkeit entsprechend Klasse I gemäß Teil 2, Anhang A) eine Austrocknung infolge der vorherrschenden Umgebungsbedingungen möglich ist oder bei diffusionsdichten Beschichtungssystemen (Wasserdampf-Durchlässigkeit entsprechend Klassen II und III gemäß Teil 2, Anhang A) der Beton bereits vor Auftrag der Beschichtung soweit ausgetrocknet ist, dass eine Korrosion der Bewehrung unterbunden wird.

(5) Bei hohen Chloridgehalten (Abbildung 13) ist eine ausreichende Austrocknung des Bauteils in der Regel nicht mehr zu erwarten. Daher darf dieses Verfahren bei chloridkontaminiertem Beton nur angewendet werden, wenn nach der Ausführung der Instandsetzungsmaßnahme die Auswirkung auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung, z. B. durch Einbau geeigneter Sensoren, von einem SKP über die Restnutzungsdauer überprüft wird.

(6) Dieses Verfahren soll ab einem Chloridgehalt von 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse an der Bewehrung nicht angewendet werden.

ANMERKUNG Bei Chloridgehalten über 1 M.-% bezogen auf den Zementgehalt an der Bewehrung tritt unter Umständen keine ausreichende Austrocknung im Beton ein.

(7) Um bei gerissenen Bauteilen das Eindringen eines Beschichtungsstoffes in den Riss zu vermeiden, sollte dieser zuvor geschlossen werden, z. B. durch Tränken als vorbereitende Maßnahme. Der SKP sollte, je nach Anzahl, Breite und Tiefe der Risse, entscheiden, ob nicht eine ohnehin erforderliche Grundierung oder Reprofilierung mit Reaktionsharzmörtel ausreicht.

(8) Es ist zu beachten, dass durch Tränkung im Allgemeinen nur oberflächennahe Rissbereiche gefüllt werden können. Der ursprüngliche Verbund des ungerissenen Querschnitts wird daher nur teilweise wiederhergestellt, was bei der Beurteilung des Risikos einer erneuten Rissbildung zu berücksichtigen ist. Aus gleichem Grunde stellt die Tränkung bereits bei geringen Rissbreitenänderungen im Regelfall keine geeignete Maßnahme zum Füllen dar.

(9) Sofern erforderlich, sind die Rutschhemmung oder die Rauheit von befahrenen Flächen bei OS 8, OS 11 oder OS 14 nachzuweisen (Prüfverfahren siehe Tabelle 1, Zeile 2.13 und 2.14). Der SKP legt hierfür Anforderungen fest.

(10) Bei befahrbaren Flächen können Ausgleichsschichten gemäß Teil 2 dieser Technischen Regel (siehe A.5) unter dem Oberflächenschutzsystem aufgetragen werden.

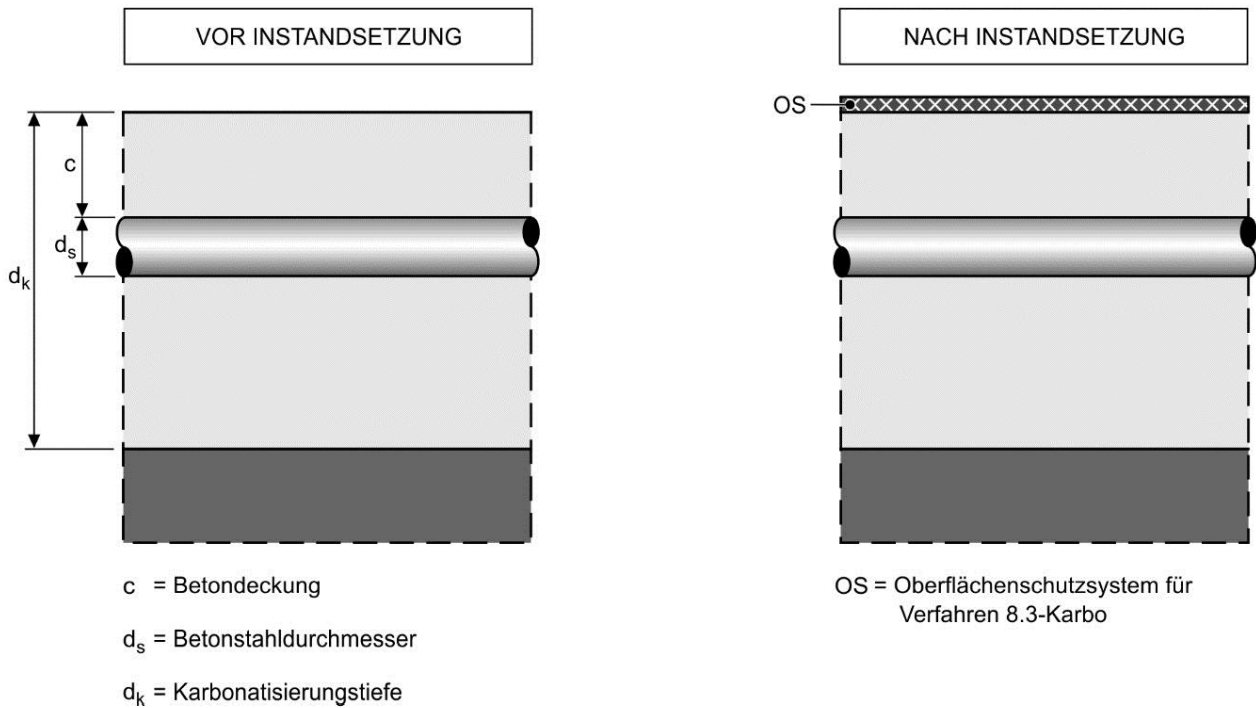


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 8.3 (bei Carbonatisierung), siehe Legende in Abbildung 4

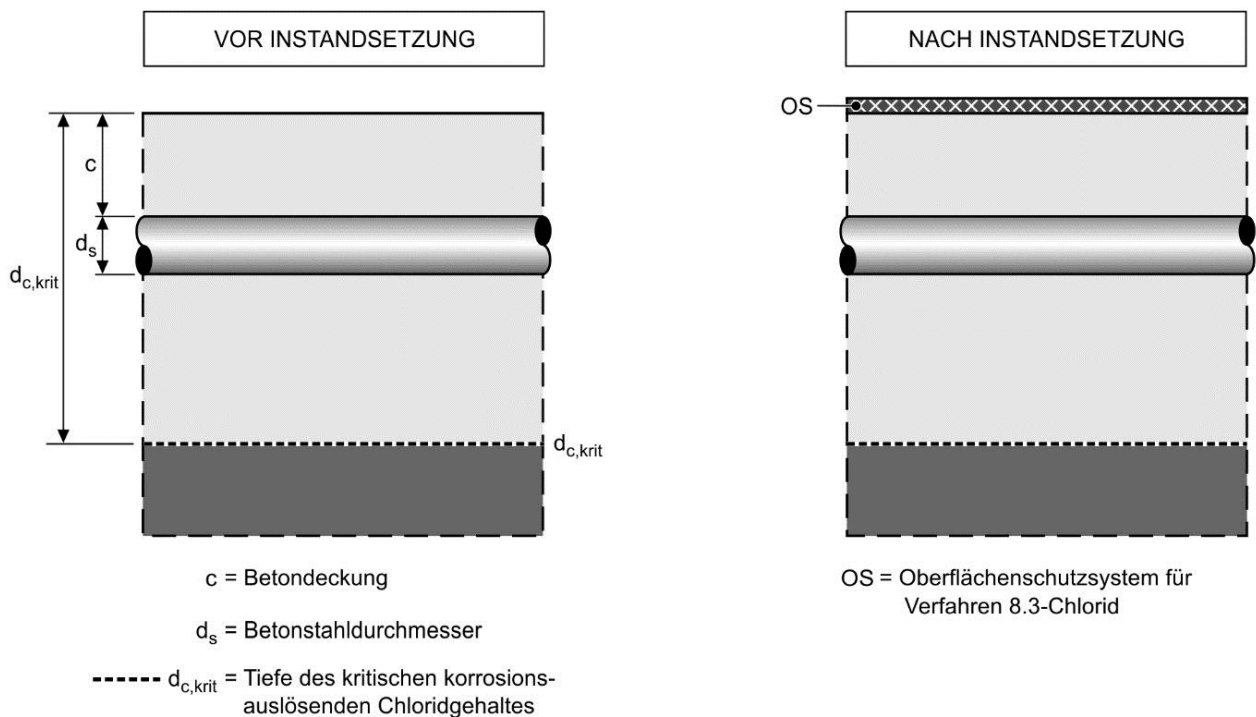


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 8.3 (bei Chlorideinwirkung), siehe Legende in Abbildung 4

6.2.3 Prinzip 10 "Kathodischer Schutz"

Verfahren 10.1 „Anlegen eines elektrischen Potentials“

(1) Bei diesem Verfahren wird das Potential der Bewehrung über eine Polarisation mit Fremdstrom oder galvanischen Anoden so weit abgesenkt, dass die Korrosionsgeschwindigkeit der Bewehrung auf einen technisch vernachlässigbaren Wert reduziert wird. Das Verfahren ist in DIN EN ISO 12696 beschrieben.

(2) Abweichend von der DIN EN ISO 12696 müssen Planung und Ausführung des zu verwendenden Betonerersatzes nach den Regelungen dieser Technischen Regel erfolgen. Untergrundvorbereitung und Reprofilierung müssen nach dieser Technischen Regel erfolgen.

(3) In der Regel kommt das Verfahren bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion zum Einsatz. Das Verfahren darf auch als vorbeugende Maßnahme angewendet werden.

(4) Die erforderliche Absenkung des Potentials der Bewehrung kann, abhängig von dem vorliegenden Schadensbild und der Einwirkung, mittels einer Vielzahl verschiedener Anodenmaterialien und -bauformen erfolgen. Teilweise werden zusätzliche Systemkomponenten (z. B. Verguss- oder Einbettungsmörtel) zur Ankopplung des Anodensystems an das Bauteil benötigt.

(5) Für dieses Verfahren ist grundsätzlich Betonerersatz nach Teil 2, Tabellen C.2 und C.3 geeignet. Der Einbettmörtel muss die Anforderungen nach Abschnitt 8.4 erfüllen

(6) Anodensysteme für KKS-Systeme sind in DIN EN ISO 12696 beschrieben. Die Anoden müssen die Anforderungen nach Abschnitt 8.4 erfüllen.

ANMERKUNG Bei der Auswahl der Anoden ist die Restnutzungsdauer des Bauwerks zu beachten.

(7) Der SKP muss über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei Planung, Ausführung und Qualitätssicherung der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 2 oder 3 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar geführt.

ANMERKUNG DIN EN ISO 12696 und DIN EN 15257 enthalten Angaben zur Qualitätssicherung und Qualifikation des Personals.

(8) Die in DIN EN ISO 12696 geregelten Maßnahmen zur Erhaltung einer dauerhaften Schutzwirkung durch Inspektions- und Wartungsmaßnahmen sind anzuwenden.

7 Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems und der Dauerhaftigkeit des Verbundes

Abschnitt 7 ersetzt in Verbindung mit den Abschnitten 2 und 4 DAfStb-RL SIB, Teil 2, Abschnitt 2.

7.1 Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems

(1) Zur Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems über die vorgesehene Nutzungsdauer können prinzipiell folgende Ansätze verfolgt werden:

- a) Verwendung von Instandsetzungssystemen mit vorgegebenen Anforderungen oder Merkmalen (z. B. Anforderungen an die Zusammensetzung bei Betonersatz nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 oder Merkmalen zur Sicherstellung der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke oder Bauteile nach Teil 2 dieser Technischen Regel), gegebenenfalls in Kombination mit
- b) gesonderten Laborprüfungen oder
- c) rechnerischen Nachweisen.

Die Randbedingungen für die Anwendung der Ansätze unter b) und c) im Bereich standsicherheitsrelevanter Instandsetzungen sind vom SKP projektspezifisch festzulegen.

(2) Planmäßige Inspektionen/Wartung und ggf. Instandsetzungen sind im Instandhaltungsplan anzugeben. Kann die Beständigkeit des Instandsetzungssystems über die geplante Restnutzungsdauer nicht sichergestellt werden, ist der Zustand im Rahmen von Inspektionen bzw. Wartungsmaßnahmen regelmäßig zu überprüfen und es sind ggf. Instandsetzungen zu empfehlen.

7.2 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des Verbundes

(1) Der Verbund zwischen Instandsetzungssystem und Betonuntergrund muss durch Adhäsion oder Verankerung und Bewehrung bzw. Kombination aus beiden dauerhaft sichergestellt werden.

(2) Die während der Erhärtung und der anschließenden Nutzungsphase auftretenden Zwangsspannungen in der Verbundebene zwischen Instandsetzungssystem und Betonuntergrund (beispielsweise aus Schwinden, Quellen, unterschiedlichem Verformungsverhalten, unterschiedlicher Temperaturdehnung) sind so zu begrenzen, dass Ablösungen und schädliche Risse vermieden werden.

(3) Der Verbund der Instandsetzungssysteme mit dem Beton bzw. dem Betonstahl und der Verbund der verschiedenen Schichten untereinander müssen ausreichend groß und dauerhaft sein. Der Verbund darf z. B. durch die Alkalität des Betons oder durch den Einfluss von Feuchtigkeit im Laufe der Zeit nicht wesentlich gemindert werden (beispielsweise Nachbehandlung, Abstimmung von E-Modul und Ausdehnungskoeffizient).

(4) Die Instandsetzungssysteme dürfen den Korrosionsschutz von Bewehrungsstahl nicht beeinträchtigen (z. B. Reprofilieren mit PRM oder PRC bei freiliegender Bewehrung nicht zulässig).

(5) Bei rückseitiger Durchfeuchtung des instand zu setzenden Bauteils (Einwirkung XBW1) ist zu beachten, dass die Applikation und Erhärtung des Instandsetzungssystems durch den Wasserzutritt nicht gestört werden. Wenn rückseitige Durchfeuchtung während der Nutzung nicht ausgeschlossen werden kann, dürfen als Oberflächenschutzsysteme nur solche Systeme eingesetzt werden, die für diesen Anwendungsfall geeignet sind.

(6) Für örtliche Ausbesserungen bzw. flächige Beschichtungen muss der Betonuntergrund die Anforderungen von Abschnitt 7.3.3.2 erfüllen.

(7) Zur Sicherstellung des Verbundes zwischen Instandsetzungssystem und Betonuntergrund durch Adhäsion müssen die in den Tabellen 4 und 7 angegebenen Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit und die in den Tabellen 8 und 9 angegebenen Anforderungen an die Rauheit des Betonuntergrundes eingehalten werden.

Tabelle 7: Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeiten des Betonuntergrundes

	Schutz- bzw. Instandsetzungsmaßnahme: Örtliche Ausbesserung bzw. flächige Beschichtung ¹⁾	Mindestwerte der Oberflächenzugfestigkeit in [MPa]	
		Mittelwert	kleinster Einzelwert
	1	2	3
1	OS 2 (OS B)	0,8	0,5
2	OS 5a (OS DII) und OS 5b (DI) (ohne Feinspachtel)	1,0	0,6
3	OS 4 (OS C), OS 5 (OS D)	1,3	0,8
4	OS 8	1,5	1,0
5	OS 11 (OS F), OS 14	1,5	1,0
6	Betonersatz	Abhängig von der Altbetonklasse, siehe Tabelle 4 Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene	

¹⁾ Für Hydrophobierungen (OS 1) werden keine Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit des Betons gestellt.

Tabelle 8: Rautiefeklassen

	Rautiefeklasse	Anforderung an die mittlere Rautiefe R_t ¹⁾ in [mm]
	1	2
1	RT0,3	$0,3 \leq R_t < 0,5$
2	RT0,5	$0,5 \leq R_t < 1,0$
3	RT1,0	$1,0 \leq R_t < 1,5$
4	RT1,5	$1,5 \leq R_t < 3,0$
5	RT3,0	$R_t \geq 3,0$

¹⁾ Im Zuge der Untergrundvorbereitung darf die Rautiefe nicht mehr als unvermeidlich erhöht werden.

ANMERKUNG: Die Rautiefe kann an horizontalen oder schwach geneigten Flächen mittels Sandverfahren nach DAfStb-RL SIB (Teil 3, Abschnitt 3.2.5) bestimmt werden. An stark geneigten Flächen und über Kopf können berührungslose Profilmessverfahren nach DIN EN ISO 13473-1 mit Geräten nach DIN ISO 13473-3 eingesetzt werden. Für alternative Verfahren ist ein Nachweis zur Korrelation mit den zuvor genannten Verfahren erforderlich.

Tabelle 9: Anforderungen an die Rauheit des Betonuntergrundes bei Adhäsionsverbund

	Instandsetzungssystem	Mindest-Rautiefeklasse
	1	2
1	Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton), Spritzbeton (Größtkorn ≥ 8 mm), SRC (Größtkorn ≥ 8 mm), Vergussbeton ¹⁾	RT3,0
2	Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton), Spritzbeton (Größtkorn ≥ 8 mm), SRC (Größtkorn ≥ 8 mm), Vergussbeton ²⁾	RT1,5
3	Spritzbeton (Größtkorn < 8 mm), SRC (Größtkorn < 8 mm), RC (Größtkorn < 8 mm), Spritzmörtel, RM, SRM, Vergussmörtel	RT1,0
4	PRM oder PRC	RT0,5
5	OS 4, OS 5, OS 8, OS 11, OS 14, Feinspachtel ³⁾	RT0,3

¹⁾ Sofern die Anforderung an die verzahnte Fuge gemäß DIN EN 1992-1-1/NA gestellt werden.
²⁾ Sofern die Anforderung an die raue Fuge gemäß DIN EN 1992-1-1/NA gestellt werden.
³⁾ Für Oberflächenschutzsysteme OS 1 und OS 2 gelten keine Anforderungen an die Rauheit.

7.3 Betonuntergrund und Witterungsbedingungen

7.3.1 Grundsätze

Damit für Schutz- oder Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauteilen der angestrebte Erfolg nach Art, Güte und Dauer sicher erreicht werden kann,

- muss das betreffende Betonbauteil an seiner Oberfläche und im oberflächennahen Bereich - dem Betonuntergrund - bestimmte Eigenschaften haben (siehe Abschnitte 7.3.3.2 bis 7.3.3.5), und
- müssen während des Aufbringens der Schutz- bzw. Instandsetzungsstoffe und im angemessenen Zeitraum danach bestimmte Witterungs- und Umgebungsbedingungen erfüllt sein (siehe Abschnitte 7.3.3.6 bis 7.3.3.8).

7.3.2 Untersuchung des Ist-Zustandes

(1) Durch entsprechende Prüfungen (siehe Tabelle 1) ist der Istzustand festzustellen. Daraus ergibt sich auch, ob die grundsätzlichen Anforderungen für eine Instandsetzungsmaßnahme gemäß Abschnitt 7.3.1 erfüllt sind.

(2) Falls die Anforderungen nicht erfüllt sind, ist zu untersuchen, ob und wie die Anforderungen durch Vorbereitung des Betonuntergrunds und/oder Änderungen der Witterungseinflüsse mit angemessenem Aufwand erfüllbar sind und ob dies dem Betonbauteil und der Umgebung zuträglich ist. Wenn dies zutrifft, müssen die Behandlung bzw. die erforderlichen Maßnahmen gemäß Abschnitt 7.3.4 erfolgen.

(3) Wenn der Beton über und im Bereich der Bewehrung im Hinblick auf deren Korrosionsschutz nicht den Erfordernissen gemäß Abschnitt 6.2, entspricht, muss der Beton nach den Regeln dieses Abschnitts entfernt werden.

7.3.3 Anforderungen

7.3.3.1 Allgemeines

(1) Die in Abschnitt 7.3.3.2 genannten Eigenschaften des Betonuntergrundes und die Berücksichtigung der Witterungsbedingungen gemäß Tabelle 10 werden bei Grundierungen, örtlichen Ausbesserungen mit zementgebundenem Betonersatz und bei flächigen Beschichtungen nach dieser Technischen Regel immer gefordert.

(2) Die darüber hinaus in Einzelfällen (vgl. Teil 1, Abschnitt 6, und Teil 2, Anhänge A bis C) bei bestimmten Maßnahmen, Stoffen und/oder Anwendungsfällen einzuhaltenden oder zugelassenen Eigenschaften bzw. Witterungs- und Umgebungsbedingungen sind in den Abschnitten 7.3.3.3 bis 7.3.3.8 angegeben.

(3) Bei Spritzbeton sind die Anforderungen von DIN 18551 und DIN EN 14487 zu beachten. DIN 18551 und DIN EN 14487 gelten nicht für SRM/SRC.

(4) Angaben zur Ausführung für bestimmte Stoffe können weitere Anforderungen an den Betonuntergrund, die Witterungsbedingungen und/oder die Erschütterungsbegrenzung enthalten.

Tabelle 10: Witterungsbedingungen

	Exposition	zementgebundene Stoffe, auch mit Kunststoffzusatz	kunststoffgebundene Stoffe
	1	2	3
1	Relative Luftfeuchte	keine Forderung	Bauteiltemperatur muss mind. 3 K über dem Taupunkt liegen
2	Niederschlag	kein Regen	kein Regen oder Nebelnässen
3	Wind	Windstärke ≤ 3 Beaufort ¹⁾ , entsprechen \leq ca. 5 m/s	Staub muss ferngehalten werden
4	Sonne	Austrocknung durch Sonneneinstrahlung muss vermieden werden	keine Anforderung

¹⁾ Blätter und dünne Zweige in dauernder Bewegung, der Wind streckt einen Wimpel

7.3.3.2 Oberflächenbeschaffenheit

(1) Für örtliche Ausbesserungen bzw. flächige Beschichtungen muss der Betonuntergrund

- frei sein von losen und mürben Teilen (z. B. auch von minderfesten Risskanten) und von sich leicht ablösenden arteigenen Schichten (z. B. Zementhaut) und darf nicht abmehlen oder absanden,
- frei sein von etwa parallel zur Oberfläche oder schalenförmig im oberflächennahen Bereich verlaufenden Rissen und Ablösungen,
- frei sein von Graten; in zu begründenden Fällen können sie belassen werden,
- eine dem zu verwendenden Instandsetzungssystem angepasste Rauheit aufweisen,
- frei sein von artfremden Stoffen (wie Gummiabrieb, Trennmittel, ungeeigneten Altbeschichtungen, Ausblühungen, Öl, Bewuchs u. ä.).

(2) An der Oberfläche vorhandene, nicht im System geprüfte Instandsetzungsbetone und -mörtel müssen sachgerecht vorbereitet werden.

(3) Kiesnester und andere Hohlstellen sind sachgerecht auszuarbeiten und auszufüllen (siehe Abschnitt 7.3.4, Absatz (5)).

(4) Hinsichtlich senkrecht zur Oberfläche verlaufender Risse siehe Teil 2 Anhang B. Hinsichtlich der Betonfeuchte siehe Abschnitt 7.3.3.5. Für Hydrophobierungen gelten die vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung.

7.3.3.3 Mechanische Eigenschaften

Der Betonuntergrund muss die in der Tabelle 7 angegebenen Anforderungen erfüllen. Niedrige Werte können auch ein Hinweis auf mangelnde Standsicherheit sein (siehe Abschnitte 2 und 3).

7.3.3.4 Chemische Eigenschaften

(1) Nach Feststellung von Lage und Betondeckung der Bewehrung müssen die Tiefe der Carbonatisierungsfront und ihr Abstand von der Bewehrung gemäß Tabelle 1, Zeile 3.6, festgestellt und beurteilt werden (siehe auch DAfStb RL SIB, Teil 3, Anhang B).

(2) Bei Verdacht auf eingedrungene Schadstoffe, insbesondere Chloride, sind deren Art und Gehalt in einem Tiefenprofil gemäß Tabelle 1, Zeile 3.7, zu ermitteln und zu beurteilen (siehe auch DAfStb RL SIB, Teil 3, Anhang B).

7.3.3.5 Betonfeuchte

(1) Die Feuchteverhältnisse des gesamten Bauteils sind im Instandsetzungsplan zu berücksichtigen. Unabhängig davon müssen unmittelbar vor dem örtlichen Ausbessern, dem Grundieren bzw. dem flächigen Beschichten folgende Anforderungen erfüllt sein:

- Die meisten kunstharzgebundenen Betone bzw. Mörtel (Teil 2, Anhang C), Grundierungsmittel (Teil 2, Anhang A) und filmbildenden Beschichtungsstoffe (Teil 2, Anhang A) erfordern einen trockenen bis höchstens feuchten Betonuntergrund.
- Für das Aufbringen einer zementgebundenen Beschichtung oder Haftbrücke und für die örtliche Ausbesserung mit zementgebundenem Betonersatz ohne oder mit Kunststoffzusatz sowie für wasserdispergierbare filmbildende Kunststoffbeschichtungen muss bzw. kann der Betonuntergrund feucht sein.

(2) Im Sinne der Technischen Regel bedeutet für Oberflächenschutzsysteme und Mörtel:

- „**trocken**“: Eine ca. 2 cm tiefe, frisch hergestellte Bruchfläche darf (infolge Austrocknens) nicht augenscheinlich heller werden. Unter einer am Rand aufgeklebten PE-Folie (500 mm x 500 mm) darf über Nacht keine Dunkelfärbung des Betons und keine Kondensation von Feuchtigkeit auftreten.
- „**feucht**“: Die Oberfläche hat ein mattfeuchtes Aussehen, darf aber keinen glänzenden Wasserfilm aufweisen; das Porensystem des Betonuntergrundes darf nicht wassergesättigt sein, d. h., aufgebrauchte Wassertropfen müssen eingesogen werden und nach kurzer Zeit muss die Oberfläche wieder matt erscheinen. Der Feuchtegehalt kann mit der CM-Methode bzw. durch Darren bei 105 °C genauer bestimmt und mit dem in den Angaben zur Ausführung angegebenen zulässigen Wert verglichen werden⁴.
- „**nass**“: Das Porensystem des Betonuntergrundes ist wassergesättigt; die Betonoberfläche wirkt glänzend, weist jedoch keinen tropfbaren Wasserfilm auf.

(3) Sofern stoffspezifisch (z. B. vom Hersteller) genauere Werte gefordert werden, sind die vorhandenen zu ermitteln und gegebenenfalls die geforderten herzustellen (siehe Abschnitt 7.3.4).

(4) Die Definitionen der Feuchtezustände von Rissen und Hohlräumen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

7.3.3.6 Temperaturen

(1) Die Temperaturen des Betonuntergrundes und der unmittelbar überlagernden Luftschicht müssen während des Aufbringens und im angemessenen anschließenden Zeitraum in dem für den jeweiligen Schutz- oder Instandsetzungsstoff festgesetzten Bereich liegen. Ohne besonderen Nachweis gelten die Richtwerte der Tabelle 11.

(2) Die Oberflächentemperatur des Betons und bei mehrlagigen Beschichtungen diejenige des jeweiligen Untergrundes muss für kunststoffgebundene Stoffe immer mindestens 3 K über dem Taupunkt liegen.

(3) Bei den Grenzwerten sind auch die Temperaturentwicklung für den Zeitraum der Ausführung und im angemessenen anschließenden Zeitraum sowie die Abkühlung in der Nacht zu beachten (aufgrund der Wettervorhersage, gegebenenfalls unter Berücksichtigung örtlicher Besonderheiten).

(4) Für die Anwendung von Riss- und Hohlraumfüllstoffen ist die Bauteiltemperatur zugrunde zu legen. Die niedrigste Anwendungstemperatur für Riss- und Hohlraumfüllstoffe ist Tabelle 14 zu entnehmen.

Tabelle 11: Grenztemperaturen des Betonuntergrundes bzw. der Bauteiltemperatur und der unmittelbar überlagernden Luftschicht (Richtwerte)

	1 Aufzubringender Stoff	2 Temperatur [°C]	
		Mindestens	Höchstens
1	Zementgebundene Stoffe, auch mit Kunststoffzusatz	5	30
2	Reaktionsharze sowie Polymermörtel und Polymerbetone (PRM, PRC)	8	
3	Hydrophobierungen		
4	Einkomponentige, lösemittelhaltige Oberflächenschutzsysteme		
5	Wasserdispersierbare Oberflächenschutzsysteme		

7.3.3.7 Witterungsbedingungen

Für relative Luftfeuchte, Niederschlag, Wind und Sonneneinstrahlung sind, sofern für die einzusetzenden Stoffe keine abweichenden Herstellerangaben bestehen, die Grenzen der Tabelle 10 einzuhalten.

7.3.3.8 Erschütterungen

Wenn während des Erhärtens von Betonersatz oder Beschichtung Erschütterungen (z. B. aus Baubetrieb oder Verkehr) zu erwarten sind, müssen diese Instandsetzungsprodukte oder -systeme dies ohne Nachteil zulassen, oder die Erschütterungen sind durch Einschränken der Ursachen im erforderlichen Maße zu vermindern oder zu vermeiden.

⁴ Der zulässige Wassergehalt hängt u.a. vom Zementgehalt, Wasserzementwert und Porenvolumen ab. Ein fester Prozentsatz lässt sich nicht angeben. Für Bewertung und Zuordnung ist eine besondere Sachkenntnis erforderlich.

7.3.4 Maßnahmen zur Vorbereitung des Betonuntergrundes

(1) Die Auswahl der Maßnahmen, Verfahren und/oder Einrichtungen muss sich richten nach

- den gestellten Anforderungen gemäß Abschnitt 7.3.3,
- der Beurteilung des vorhandenen Betonuntergrundes und der Witterungsbedingungen gemäß Abschnitten 7.3.1 und 7.3.2,
- der Einsatzmöglichkeit und
- der Angemessenheit.

(2) Bei der Anwendung der Maßnahmen und Verfahren sind die jeweiligen technischen Arbeitsanweisungen und die einschlägigen Sicherheits- und Umweltschutzbestimmungen zu beachten.

(3) Um die unvermeidlichen Gefügeschädigungen des verbleibenden Betonuntergrundes beim Abtrag möglichst gering zu halten und alle Anforderungen zu erfüllen,

- kann es erforderlich sein, mehrere aufeinander abgestimmte Verfahren zusammenzustellen;
- ist bei der mechanischen Behandlung vom gröberen zum feineren Verfahren fortzuschreiten; die in einem Arbeitsgang zu entfernenden Schichten dürfen nicht zu dick sein;
- ist bei den thermischen Verfahren die Wärmeeinleitung planmäßig zu steuern. Beim Flammstrahlen sind die DIN 32539 und gegebenenfalls für bestimmte Anwendungsbereiche bestehende Sonderforderungen zu beachten.

(4) Chemische Verfahren können schwerwiegende Nachteile beinhalten; sie sind daher nur in besonders begründeten Fällen anzuwenden oder wenn kein anderes angemessenes Verfahren anwendbar ist. Für die Beurteilung ist besondere Sachkenntnis erforderlich.

(5) Hohlstellen u. ä. müssen ausreichend geöffnet werden, Vertiefungen und größere Fehlstellen (z. B. Kiesnester) sind auszuarbeiten. Die bei der Entfernung von geschädigtem Beton und bei der Freilegung von Bewehrung (gemäß Abschnitt 6) entstehenden Ausbruchufer sind unter etwa 45° zur verbleibenden Bauteiloberfläche herzustellen.

8 Hinweise zur Anwendung der Instandsetzungsverfahren

8.1 Oberflächenschutz

Abschnitt 8.1 (inkl. Tabelle 12) ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Abschnitt 5.3 sowie Tabelle 5.1.

Der SKP legt unter Berücksichtigung der für das Bauteil maßgeblichen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund (siehe Abschnitt 3 und 4) das geeignete Oberflächenschutzsystem fest.

Tabelle 12: Verwendung von Oberflächenschutzsystemen

Nr.	Kriterien	OS 1 (OS A)	OS 2 (OS B)	OS 4 (OS C)
	1	2	3	4
1	Kurzbeschreibung	Hydrophobierung	Beschichtung für nicht begeh- und befahrbare Flächen (ohne Kratz- bzw. Ausgleichspachtelung)	Beschichtung mit erhöhter Dichtheit für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichspachtelung)
2	Anwendungsbereiche	Reduzierung der Wasseraufnahme bei vertikalen und geneigten freibewitterten Betonbauteilen z. B. Stützwände. Nicht wirksam bei drückendem Wasser.	Beschichtung zur Erhöhung des Carbonatisierungswiderstands an freibewitterten Betonbauteilen mit ausreichendem Wasserabfluss bedingt auch im Sprühbereich von Auftausalzen.	Freibewitterte Betonbauteile auch im Sprühbereich ¹⁾ von Auftausalzen.
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> – zeitlich begrenzte Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme – zeitlich begrenzte Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> – Reduzierung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen – größerer Carbonatisierungsfortschritt im Vergleich zu nicht hydrophobiertem Beton im Freien – keine Veränderung der Wasserdampf-Durchlässigkeit – keine Veränderung des optischen Erscheinungsbildes	<u>gefordert</u> – Reduzierung der Wasseraufnahme – Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – Reduzierung der Kohlenstoffdioxiddiffusion – begrenzte Wasserdampf-Durchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich	<u>gefordert</u> – Reduzierung der Wasseraufnahme – Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – Reduzierung der Kohlenstoffdioxiddiffusion – begrenzte Wasserdampf-Durchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich
4	Rissüberbrückung	-	-	-
5	Bindemittelgruppen der hwO ²⁾	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Epoxidharze Silan / Siloxan: für Hydrophobierung	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Epoxidharze Silan / Siloxan: für Hydrophobierung
6	Regelaufbau ³⁾	Hydrophobierung	1. Hydrophobierung ⁴⁾ 2. gegebenenfalls Grundierung 3. Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	1. Kratz-/Ausgleichspachtelung ⁵⁾ 2. gegebenenfalls Hydrophobierung ⁴⁾ 3. gegebenenfalls Grundierung 4. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)

Tabelle 12: Verwendung von Oberflächenschutzsystemen (Fortsetzung)

Nr.	Kriterien	OS 5a (OS DII) OS 5b (OS DI)	OS 8
	1	5	6
1	Kurzbeschreibung	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückungsfähigkeit ⁶⁾ für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)	Starre Beschichtung für befahrbare Flächen
2	Anwendungsbereiche	Frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen ⁷⁾ auch im Sprühbereich ¹⁾ von Auftausalzen.	Mechanisch und chemisch beanspruchte Flächen im überdachten Bereich ⁸⁾
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Reduzierung der Wasseraufnahme – Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – starke Reduzierung der Kohlenstoffdioxiddiffusion – Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse – begrenzte Wasserdampf-Durchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verhinderung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen – Verbesserung der Chemikalienbeständigkeit – Verbesserung des Verschleißwiderstandes – Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes – Erhöhung der Schlagfestigkeit – Verbesserung der Griffigkeit <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verhinderung der Kohlenstoffdioxiddiffusion – Starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion
4	Rissüberbrückung	B.2 (-20 °C) ⁶⁾	-
5	Bindemittelgruppen der hwO ²⁾	a) Polymerdispersion b) Polymer / Zement-Gemisch	Reaktionsharze
6	Regelaufbau ³⁾	a) Polymerdispersion <ol style="list-style-type: none"> 1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁵⁾ 2. i. d. R. Grundierung 3. mind. zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung b) Polymer / Zement-Gemisch <ol style="list-style-type: none"> 1. gegebenenfalls Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁵⁾ 2. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 3. ggf. Deckversiegelung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. i.d.R. Grundierung oder Grundierspachtelung 2. verschleißfeste, ggf. vorgefüllte Oberflächenschutzschicht abgestreut, ggf. mehrlagig 3. Deckversiegelung

Tabelle 12: Verwendung von Oberflächenschutzsystemen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Kriterien	OS 11a (OS F a) OS 11b (OS F b)	OS 14
	1	7	8
1	Kurzbeschreibung	Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit ⁶⁾ für begeh- und befahrbare Flächen	Beschichtungssystem mit hoher dynamischer Rissüberbrückung ⁶⁾ , mit integrierter Nutzschiicht, direkt befahrbar (mit/ ohne Einlage), bestehend aus einem flexiblen Reaktionsharz und einer zusätzlichen Nutzschiicht aus Reaktionsharz (ungefüllt/ gefüllt), mit ggf. mineralischer Einstreuung und gegebenenfalls Deckversiegelung.
2	Anwendungsbereiche	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen und planmäßiger ⁹⁾ mechanischer Beanspruchung auch im Sprüh- oder Spritzbereich von Auftausalzen z. B. Brückenkappen	Oberflächenschutz für Betonbauteile mit Trennrissen und planmäßiger mechanischer Beanspruchung, z. B. direkt befahrene, freibewitterte Parkdecks
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> – Verhinderung der Wasseraufnahme – Verhinderung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender Trennrisse unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen – Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes – Verbesserung der Griffigkeit – Verbesserung des Frost- Widerstandes <u>nicht gefordert</u> – Verhinderung der Kohlenstoffdioxidiffusion – starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion	<u>gefordert</u> – Verhinderung der Wasseraufnahme – Verhinderung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender Trennrisse unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen – Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes – Verbesserung der Griffigkeit – Verbesserung des Frost- Widerstandes – Mechanisch beständig gegenüber mineralischer Schüttung <u>nicht gefordert</u> – Verhinderung der Kohlenstoffdioxidiffusion – starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion
4	Rissüberbrückung	B 3.2 (-20 °C) ⁶⁾	B 4.2 (-20 °C) ⁶⁾
5	Bindemittelgruppen der hwO ²⁾	Reaktionsharze	Reaktionsharze
6	Regelaufbau ³⁾	a) OS 11a (OS F a) 1. Grundierung 2. Elastische Oberflächenschutzschicht (hwO, Schwimmschicht) 3. Verschleißfeste vorgefüllte ^{10), 11)} Deckschicht, abgestreut (hwO) 4. Deckversiegelung b) OS 11b (OS F b) 1. Grundierung 2. Verschleißfeste, vorgefüllte ^{10), 11)} Oberflächenschutzschicht, abgestreut (hwO) 3. Deckversiegelung, ggf. Abstreuerung und zweite Deckversiegelung	1. Grundierung 2. Elastische Oberflächenschutzschicht (hwO, Schwimmschicht) 3. Verschleißfeste vorgefüllte Deckschicht, abgestreut (hwO) 4. ggf. Deckversiegelung

- 1) Mit entsprechendem Nachweis auch im Spritzbereich
 2) Andere als die angegebenen Bindemittelgruppen sind zulässig. In diesen Fällen sind die abweichenden Hauptbindemittelgruppen anzugeben.
 3) Abweichungen von den Regelaufbauten sind zulässig, wenn die Anforderungen an das System erfüllt werden. Die systemspezifischen Mindestschichtdicken gemäß Teil 2 sind gleichwohl einzuhalten.
 4) ggf. Wirksamkeitsnachweis gemäß DIN EN 13580
 5) Dispersionsspachtel u. ä. erfordern u. U. eine gesondert zu vereinbarende Prüfung
 6) Siehe Teil 2, Tabelle A.1
 7) Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen
 8) Zur Verwendung in freibewitterten Bereichen muss die künstliche Bewitterung (inkl. UV Beständigkeit) nach DIN EN 1062-11 nachgewiesen werden. Dabei müssen nach 2000 h künstlicher Bewitterung folgende Anforderungen erfüllt sein: keine Blasen, keine Risse, kein Ablättern.
 9) Bei nur gelegentlichem Begang (z. B. Dienststege) kein Nachweis der Verschleißfestigkeit erforderlich
 10) Nur durch Abstreuen gefüllte Schicht ist nur bei gelegentlichem Begang zulässig
 11) Abhängig von der Viskosität (mind. 20 M.-%)

8.2 Füllen von Rissen und Hohlräumen

Die nachfolgenden Tabellen 13 und 14 enthalten die Zuordnung von Produkten und Systemen für das Begrenzen der Rissbreite durch Füllen, Abdichten und Verbinden von Rissen zu Instandsetzungsverfahren in Abhängigkeit von der Einwirkung auf den Füllbereich.

Tabelle 13 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Tabelle 6.3.

Tabelle 13: Verwendung von Rissfüllstoffen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen

S	1	2	3	4	5	6	7
Z	Füllziel	Verfahren	Füllart	Einwirkung auf den Füllbereich			
				TrockenDY (dry)	Feucht DP (damp)	Nass WT (wet)	fließendes Wasser ¹⁾ WF (waterflow)
				Zulässige Rissfüllstoffe			
1a	Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)	1.5a 7.6a	Durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^{3),4)} D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	-- F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)
1b		1.5b 7.6b	durch Vergießen ⁵⁾	F-V (P) F-V (H) ³⁾	-- F-V (H)	-- --	-- --
2a	Abdichten	1.5a 2.6	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	-- -- D-I (P)
2b		1.5b	durch Vergießen ⁵⁾	F-V (P) F-V (H) ³⁾	-- F-V (H)	-- --	-- --
3a	Kraftschlüssiges Verbinden	4.5a	Durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ³⁾	F-I (P) ²⁾ F-I (H)	F-I (P) ²⁾ F-I (H)	-- F-I (H)
3b		4.5b	durch Vergießen ⁵⁾	F-V (P) F-V (H) ³⁾	-- F-V (H)	-- --	-- --
4	Begrenzt dehnbares Verbinden	1.5a 2.6 7.6a	durch Injektion	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)

¹⁾ Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten (SPUR)

²⁾ F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

³⁾ Flanken von Rissen und ggf. innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gemäß Angaben zur Ausführung vorgenässt werden.

⁴⁾ Mindestanforderungen Festigkeitsklasse F3

⁵⁾ Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden.

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 schnell-schäumendem Polyurethan (SPUR)

I: Injektion

V: Vergießen

Tabelle 14 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Tabelle 6.4.

Tabelle 14: Füllstoffspezifische Verwendungsbedingungen für Rissfüllstoffe

S	1		2		3		4	5			
Z	Merkmal		Verwendungsbedingungen								
	Verbinden von Rissflanken		Kraftschlüssig (F)					Dehnbar (D)			
1	Füllstoff-Füllart		F-I (P)	F-V (P)	F-I (H) ¹⁾	F-V (H) ¹⁾	F-I (H) ¹⁾	D-I (P)			
2	Festigkeitsklasse		-		F1 / F2		F3 ²⁾	-			
3	Rissart		Trennriss, Biegeriss, Schubriss, oberflächiger Riss, oberflächennaher Riss		Trennriss, Biegeriss, Schubriss, oberflächennaher Riss		Trennriss, Biegeriss, Schubriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, Schubriss			
4	Hohlraum		-		ja		ja	ja			
5	Rissursache		bekannt, nicht wiederkehrend		bekannt, nicht wiederkehrend		bekannt, nicht wiederkehrend	bekannt, wiederkehrend			
6	vorangegangene Maßnahmen		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	zulässig bei vorangegangener Füllung mit P oder H			
7	XSTAT statisch mitwirkend		ja		ja		nein	nein			
8	XBW1 rückseitige Durchfeuchtung		ja	nein	ja		ja	ja			
9	XBW2 flächige Durchströmung		nein		ja	nein	ja	ja			
10	XDYN		siehe Zeile 15c, 15d XCR, Δw HFR u. Δw LFR		nicht zulässig		nicht zulässig	zulässig			
11	XCR	Feuchtezustand	DY / DP ³⁾ / WT ³⁾ / WF ⁴⁾	DY	DY ⁵⁾ / DP / WT / WF ⁶⁾	DY ⁵⁾ / DP	DY ⁵⁾ / DP / WT / WF ⁶⁾	DY / DP / WT / WF			
12	Niedrigste Bauteiltemperatur ⁷⁾		8 °C		5 °C		5 °C	5 °C			
13	Bei Bauteilen mit Bewehrung oder sonstigen eingebetteten Metallen		ja		ja		ja	ja			
14	Injizierbarkeitsklasse nach DIN EN 1504-5		1 / 2 / 3 / 5 / 8		3 / 5 / 8		3 / 5 / 8	1 / 2 / 3 / 5 / 8			
15a	XCR	Rissbreite ⁸⁾ bei Injektion	w [mm]	≥ 0,1 / ≥ 0,2 / ≥ 0,3 / ≥ 0,5 / ≥ 0,8		≥ 0,3 / ≥ 0,5 / ≥ 0,8		≥ 0,3 / ≥ 0,5 / ≥ 0,8 / ≥ 0,1 / ≥ 0,2 / ≥ 0,3 / ≥ 0,5 / ≥ 0,8			
15b		beim Vergießen gemäß DIN EN 1504-5		≥ 0,2 oder Injizierbarkeitsklasse + 0,1 mm		≥ 0,5 ⁹⁾ / ≥ 0,8 ¹⁰⁾ oder Injizierbarkeitsklasse + 0,3 mm		≥ 0,5 ⁹⁾ / ≥ 0,8 ¹⁰⁾ oder Injizierbarkeitsklasse + 0,3 mm		--	
15c		Rissbreitenänderung während der Erhätungsphase		Δw HFR	Δw ≤ 0,10 · w ≤ 0,03 [mm], der kleinere von beiden Werten ist maßgebend		nicht zulässig		nicht zulässig		zulässig
15d				Δw LFR	abhängig von der Festigkeitsentwicklung		nicht zulässig		nicht zulässig		zulässig
15e		während der Nutzungsphase		Δw LFR Δw CON Δw HFR	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit		keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit ⁹⁾		Füllziel Schließen: zulässig (vgl. Zeile 16) Füllziel Abdichten: keine		Mindestanforderung: w ≥ 0,3 mm; Δw ≤ 0,1 · w (siehe Teil 2, Anhang B, Angaben zur Ausführung)
16	Erneute Rissbildung während der Nutzungsphase für das Füllziel „Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)“		w _{neu}	Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, den zu erwartenden Rissbreitenänderungen und Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache Neurissbildungen an anderer Stelle des Bauteils oder am gefüllten Riss möglich sind. Bei dehnbaren Rissfüllstoffen kann die aufnehmbare Dehnbarkeit überschritten werden. Das Füllziel „Schließen“ kann dennoch erfüllt werden, sofern die zulässigen Rissbreiten zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes eingehalten werden. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann. Der SKP muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.							

1) Die Leistungsfähigkeit der kraftschlüssigen Verbindung mit hydraulischem Bindemittel ist nur bedingt, siehe Leistungsbeschreibung des Herstellers

2) Für die Füllziele Schließen und Abdichten von Rissen

3) F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

4) Anwendung nicht bei EP, nur bei mod. kraftschlüssigem PUR, Prüfung nur nach DIN EN 12618-2 möglich

5) Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgesenst werden

6) Für die Füllziele Schließen und Abdichten von Rissen. Für das Abdichten nur nach explizitem Nachweis der Leistungsfähigkeit

7) bei explizitem Nachweis ist die Verwendung auch bei niedrigen Bauteiltemperaturen möglich

8) Rissbreite, ermittelt an Bauteiloberfläche

9) ZS ≥ 0,5 mm

10) ZL ≥ 0,8 mm

8.3 Flächige Instandsetzung mit zementgebundenem Betonersatz

(1) Die nachfolgende Tabelle 15 enthält die Zuordnung von Produkten und Systemen für die flächige Instandsetzung mit zementgebundenem Betonersatz zu Instandsetzungsverfahren in Abhängigkeit von den Altbetonklassen A5 bis A2. Für die Altbetonklasse A1 liegen derzeit keine Regelungen vor.

(2) Es darf nur Betonersatz mit den Hauptzementarten CEM I, CEM II und CEM III nach DIN EN 197-1 und Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 oder DIN EN 13139 angewendet werden.

(3) An Bauteilen der Altbetonklasse A4, die den Expositionsklassen X0 oder XC1 bis XC4 zugeordnet werden können, darf der nachfolgende Betonersatz, mit Verbund über Adhäsion, ohne zusätzliche Prüfungen eingesetzt werden.

- Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton),
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551,
- Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3

Bei Erhöhung oder Wiederherstellung der Betondeckung sind folgende Schichtdicken einzuhalten:

- 15 mm (20 mm bei Verfahren 7.1, 7.2 und 7.4) $\leq d \leq 30$ mm bei Spritzmörtel und
- 30 mm $\leq d \leq 50$ mm bei Beton, Spritzbeton oder Trockenbeton.

ANMERKUNG Tabelle 4.1 aus Teil 2 der DAfStb-RL SIB wird ersatzlos gestrichen.

Tabelle 15 ersetzt DAfStb-RL SIB, Teil 2, Tabelle 4.2

Tabelle 15: Verwendung von Betonersatz bekannter und unbekannter Zusammensetzung für die flächige Instandsetzung

Altbe- ton- klasse	Verfahren	Geeignete Produkte/Systeme	Flächige Instandsetzung, Verbund wird sichergestellt durch			
			Adhäsion		Verankerung und Bewehrung	
			Schichtdicke d [mm]	Merkmale	Schichtdicke d [mm]	Merkmale
			1	2	3	4
A5, A4, A3, A2,	3.2, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton)	nicht anwendbar ¹⁾		d > 60 mm	Anforderungen gemäß DIN EN 206-1 und DIN 1045-2; Teil 2
A5, A4 A3, A2	3.2, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz (RC) im Betonierverfahren (D > 4 mm)	30 mm ≤ d ≤ 60 mm	Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2	d > 60 mm	Merkmale wie Spalte 4
			nicht anwendbar		nicht anwendbar	
A5, A4 A3, A2	3.1	Betonersatz (RC) mit zugehörigen Systemkomponenten im Handauf- trag (D > 4 mm)	keine Anforderung	nur für kleinflächige Instandsetzung, großflächig nur bei horizontalen Flächen. Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2 ²⁾	nicht anwendbar	
			nicht anwendbar			
A5, A4 A3, A2	3.2, 7.1, 7.2, 7.4	Vergussbeton nach DAfStb- Richtli- nie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Verguss- mörtel und Vergussbeton“	keine Anforderung	Nur für das drucklose Füllen von Hohlstellen (3.2 c). Anforderungen gemäß DAfStb-RL SIB, 3. Berichti- gung, September 2014	d > 60 mm	Anforderungen gemäß DAfStb-RL SIB, 3. Berichtigung, September 2014
			nicht anwendbar		nicht anwendbar	
A5 A4, A3, A2	3.3, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551	nicht anwendbar ¹⁾		d > 50 mm d > 60 mm	Merkmale gemäß DIN EN 14487 und DIN 18551
A5, A4, A3, A2	3.3, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz im Spritzauftrag (SRC) (D > 4 mm)	30 mm ≤ d ≤ 60 mm	Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.3	d > 60 mm	Merkmale wie Spalte 4
A4	3.3	Spritzmörtel nach DIN EN 14487 und DIN 18551	nicht anwendbar ¹⁾		nicht anwendbar	

T1-58

Tabelle 15: Verwendung von Betonersatz bekannter und unbekannter Zusammensetzung für die flächige Instandsetzung (Fortsetzung und Schluss)

Altbeton- klasse	Verfahren	Geeignete Produkte/Systeme	Flächige Instandsetzung, Verbund wird sichergestellt durch			
			Adhäsion		Verankerung und Bewehrung	
			Schichtdicke d [mm]	Merkmale	Schichtdicke d [mm]	Merkmale
			1	2	3	4
A5, A4, A3, A2	3.3, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz im Spritzauftrag (SRM) ($D \leq 4$ mm)	$20 \text{ mm} \leq d \leq 60 \text{ mm}$	Grundsätzlich zweilagiger Auftrag, wenn die obere Lage abgerieben werden kann. Für einlagigen Auftrag ist ein gesonderter Nachweis der Haftzugfestigkeit	nicht anwendbar	
A5, A4 A3, A2	3.2, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz (RM) im Betonierverfahren ($D \leq 4$ mm)	15 mm (20 mm bei 7.1, 7.2 und 7.4) $\leq d \leq 30 \text{ mm}$ nicht anwendbar	Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2	nicht anwendbar	
A5, A4 A3, A2	3.1	Betonersatz im Handauftrag (RM) ($D \leq 4$ mm)	keine Anforderung nicht anwendbar	nur für kleinflächige Instandsetzung, großflächig nur bei horizontalen Flächen. Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2 ²⁾	nicht anwendbar	
A5, A4 A3, A2,	3.1, 3.2 ³⁾	Betonersatz im Handauftrag (PRM oder PRC)	$d \geq 3 \times D$ nicht anwendbar	nur für kleinflächige Instandsetzung (höchstens 1 m^2), Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.4 ²⁾	nicht anwendbar	

¹⁾ Darf nach (3) im Verbund über Adhäsion ohne zusätzliche Prüfungen an Bauteilen der Altbetonklasse A4 eingesetzt werden, die den Expositionsklassen X0 oder XC1 bis XC4 zugeordnet werden können (siehe DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3)

²⁾ Merkmale, die eine Applikation an beliebig orientierte Oberflächen sicherstellen, müssen nicht nachgewiesen werden

³⁾ PRM/PRC sind nicht für den großflächigen Einsatz ($> 1 \text{ m}^2$) vorgesehen

D: Größtkorndurchmesser

8.4 Kathodischer Korrosionsschutz

8.4.1 Anoden

Anodensysteme für KKS-Systeme sind in DIN EN ISO 12696 beschrieben. Ohne weitere Nachweise können aktivierte Titananodensysteme nach DIN EN ISO 12696 verwendet werden, sofern diese die Anforderungen nach NACE TM 0294 erfüllen. Eine Prüfbescheinigung „2.2“ durch den Hersteller nach DIN EN 10204 ist vorzulegen. Alle Titankomponenten des Anodensystems müssen „Grad 1“ oder „Grad 2“ gemäß ASTM B 265 entsprechen. Ein Abnahmeprüfzeugnis „3.1“ gemäß DIN EN 10204 ist vorzulegen.

Andere Anodensysteme bedürfen eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises.

ANMERKUNG Bei der Auswahl der Anoden ist die Restnutzungsdauer des Bauwerks zu beachten.

8.4.2 Einbettmörtel

Für dieses Verfahren ist grundsätzlich zementgebundener Betonersatz nach Teil 2, Tabellen C.2 und C.3 geeignet. Als zusätzliches Merkmal muss der spezifische, elektrische Widerstand des zur Einbettung bzw. Instandsetzung zu verwendenden Betonersatz- bzw. Einbettungssystems unter der zu erwartenden Einwirkung bekannt sein.

8.4.3 Anforderungen an den Sachkundigen Planer

Der SKP muss über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei Planung, Ausführung und Qualitätssicherung der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 2 oder 3 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar erbracht.

8.4.4 Anforderungen an das Personal des ausführenden Unternehmens

Qualifizierte Führungskraft

Kommt der kathodische Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme zum Einsatz, muss die qualifizierte Führungskraft des Unternehmers nach MBO über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Ausführung und Qualitätssicherung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis ist durch Zertifizierung nach Grad 2 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar zu erbringen.

Bauleiter des Unternehmens

Kommt der kathodische Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme zum Einsatz, muss der Bauleiter nach MBO sicherstellen, dass die qualifizierte Führungskraft den Nachweis durch Zertifizierung nach Grad 2 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar erbringt.

Baustellenfachpersonal

Kommt der kathodische Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme zum Einsatz, muss das Baustellenfachpersonal über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis ist durch Zertifizierung nach Grad 1 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 2 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar zu erbringen.

8.4.5 Bauausführung

Bei der Ausführung von galvanischen oder Fremdstromanlagen ist DIN EN ISO 12696 anzuwenden.

ANMERKUNG Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton ist ein fachthemenübergreifendes Schutz- und Instandsetzungsprinzip. Fachkenntnisse sind auf den Gebieten von Elektrochemie, Betontechnologie, Tief- oder Hochbau und Kathodischen Korrosionsschutz erforderlich. Kathodischer Korrosionsschutz-Projekte bedingen eine enge Abstimmung zwischen den Gewerken (insbesondere Betoninstandsetzung, Kathodischer Korrosionsschutz, Haustechnik, Tragwerksplanung, Brandschutz).

8.4.6 Überwachung

Bei der Ausführung von Kathodischem Korrosionsschutz ist ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 12696 anzuwenden. Die Inbetriebnahme ist in Anwesenheit eines Sachkundigen (Qualifikation mindestens Grad 2 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09 oder gleichwertig) durchzuführen.

9 Normative Verweise

Die folgenden Dokumente sind für die Anwendung der Technischen Regel erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

DIN	1045-2: 2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN	1045-3: 2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung
DIN	4030-2: 2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben
DIN	18200: 2018-09	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung
DIN	18550-1: 2018-01	Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen - Teil 1: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1:2016-09 für Außenputze
DIN	18551: 2014-08	Spritzbeton - Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen
DIN	18560-7: 2004-04	Estriche im Bauwesen - Teil 7: Hochbeanspruchbare Estriche (Industrieestriche)
DIN	19573: 2016-03	Mörtel für Neubau und Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
DIN	31051: 2019-06	Grundlagen der Instandhaltung
DIN	50014: 2018-08	Normalklimate für Vorbehandlung und/oder Prüfung - Festlegungen
DIN	51131: 2014-02	Prüfung von Bodenbelägen - Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft - Verfahren zur Messung des Gleitreibungskoeffizienten
DIN	51451: 2020-02	Prüfung von Mineralölerzeugnissen und verwandten Produkten; Infrarotspektrometrische Analyse, Allgemeine Arbeitsgrundlagen
DIN	52170-1: 1980-02	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton – Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Probenahme, Trockenrohddichte
DIN EN	196-1: 2016-11	Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
DIN EN	196-2: 2013-10	Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement
DIN EN	196-3: 2017-03	DIN EN 196-3, Prüfverfahren für Zement – Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit
DIN EN	197-1: 2011-11	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011
DIN EN	206-1: 2001-07	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (inkl. DIN EN 206-1/A1:2004-10, DIN EN 206-1/A2:2005-09)
DIN EN	445: 1996-07	Einpressmörtel für Spannglieder – Prüfverfahren
DIN EN	480-14: 2007-03	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Prüfverfahren - Teil 14: Bestimmung des Korrosionsverhaltens von Stahl in Beton - Elektrochemische Prüfung bei gleichbleibendem Potenzial
DIN EN	934-1: 2008-04	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 1: Gemeinsame Anforderungen
DIN EN	934-2: 2012-08	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Betonzusatzmittel – Teil 2: Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2009+A1:2012
DIN EN	1015-3: 2007-05	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch)

DIN EN	1015-6: 2007-05	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte von Frischmörtel
DIN EN	1015-7: 1998-12	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel
DIN EN	1015-17: 2005-01	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 17: Bestimmung des Gehalts an wasserlöslichem Chlorid von Frischmörtel
DIN EN	1062-6: 2002-10	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 6: Bestimmung und Kohlenstoffdioxid-Durchlässigkeit
DIN EN	1062-7: 2004-08	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 7: Bestimmung der rissüberbrückenden Eigenschaften
DIN EN	1062-11: 2002-10	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 11: Verfahren zur Konditionierung vor der Prüfung
DIN EN	1240: 2011-07	Klebstoffe – Bestimmung der Hydroxylzahl und/oder des Hydroxylgehaltes
DIN EN	1242: 2013-05	Klebstoffe – Bestimmung des Isocyanatgehalts
DIN EN	1504-1: 2005-10	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 1: Definitionen; Deutsche Fassung EN 1504-2:2004
DIN EN	1504-2: 2005-01	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton; Deutsche Fassung EN 1504-2:2004
DIN EN	1504-3: 2006-03	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 3: Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung; Deutsche Fassung EN 1504-3:2005
DIN EN	1504-5: 2005-03	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen; Deutsche Fassung EN 1504-5:2004
DIN EN	1504-7: 2006-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 7: Korrosionsschutz der Bewehrung; Deutsche Fassung EN 1504-7:2006
DIN EN	1504-9: 2008-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 9: Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen; Deutsche Fassung EN 1504-9:2008
DIN EN	1542: 1999-07	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
DIN EN	1543: 1998-02	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Zugfestigkeitsentwicklung von Polymeren
DIN EN	1766: 2017-05	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Referenzbetone für Prüfungen
DIN EN	1767: 1999-09	Produkte und Systeme für den Schutz und Instandsetzungsmaßnahmen von Betontragwerken; Prüfverfahren; Infrarotanalyse
DIN EN	1770: 1998-04	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren – Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten

DIN EN	1771: 2004-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Injektionsfähigkeit durch Injektion in eine Sandsäule
DIN EN	1877-1: 2000-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren - Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen – Teil 1: Bestimmung des Exoxid-Äquivalents
DIN EN	1877-2: 2000-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen – Teil 2: Bestimmung der Aminzahl anhand des Totalbasizitätsgrades
DIN EN	1936: 2007-02	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität
DIN EN	1992-1-1: 2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
	A1: 2015-03	
DIN EN	1992-1-1/NA 2013-04	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
	A1: 2015-12	
DIN EN	10204: 2005-01	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
DIN EN	12190: 1998-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Druckfestigkeit von Reparaturmörteln
DIN EN	12192-1: 2002-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Korngrößenverteilung – Teil 1: Verfahren für die Trockenbestandteile von Fertigmörtel
DIN EN	12504-1: 2019-09	Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit
DIN EN	12614: 2005-01	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der Glasübergangstemperatur von Polymeren
DIN EN	12617-1: 2003-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Teil 1: Bestimmung des linearen Schrumpfens von Polymeren und Oberflächenschutzsystemen (OS)
DIN EN	12617-4: 2002-08	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Teil 4: Bestimmung des Schwindens und Quellens
DIN EN	12618-1: 2003-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Teil 1: Haftung und Dehnung flexibler Füllgüter für Risse
DIN EN	12618-2: 2004-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Teil 2: Bestimmung der Haftzugfestigkeit von Rissfüllstoffen mit oder ohne thermische Behandlung - Haftzugfestigkeit
DIN EN	12618-3: 2004-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Teil 3: Bestimmung der Haftzugfestigkeit von Rissfüllstoffen mit oder ohne thermische Behandlung - Schrägscherfestigkeit
DIN EN	12620: 2008-07	Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008
DIN EN	12637-3: 2004-03	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Verträglichkeit von Rissfüllstoffen - Teil 3: Einwirkung von Rissfüllstoffen aus Kunststoff im Beton
DIN EN	13036-4: 2011-12	Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 4: Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest

DIN EN	13057: 2002-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme
DIN EN	13139: 2002-08	Gesteinskörnungen für Mörtel; Deutsche Fassung EN 13139:2002
	Ber 1: 2004-12	
DIN EN	13294: 2002-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der Verarbeitbarkeitszeit
DIN EN	13395-2: 2002-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Verarbeitbarkeit - Teil 2: Prüfung des Fließverhaltens von Vergussmörtel, Feinmörtel oder Mörtel
DIN EN	13395-4: 2002-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Verarbeitbarkeit - Teil 4: Überkopfanwendung von Instandsetzungsmörtel
DIN EN	13412: 2006-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Elastizitätsmoduls im Druckversuch
DIN EN	13473-1: 2001-11	Verstärkungen - Spezifikation für Multiaxialgelege - Teil 1: Bezeichnung
DIN EN	13473-3: 2001-11	Verstärkungen - Spezifikation für Multiaxialgelege - Teil 3: Besondere Anforderungen
DIN EN	13501-1: 2019-05	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
DIN EN	13529: 2003-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Widerstand gegen starken chemischen Angriff
DIN EN	13579: 2002-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Trocknungsprüfung für hydrophobierende Imprägnierungen
DIN EN	13580: 2002-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit für hydrophobierende Imprägnierungen
DIN EN	13581: 2002-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Masseverlustes von hydrophobiertem Beton nach der Beanspruchung durch Frost-Tausalz-Wechsel
DIN EN	13584: 2003-11	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Kriechens von Betonersatzsystemen im Druckversuch
DIN EN	13670: 2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton
DIN EN	13687-1: 2002-05	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 1: Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff
DIN EN	13687-2: 2002-05	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock)
DIN EN	13687-3: 2002-05	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 3: Temperaturschockbeanspruchung ohne Tausalzangriff
DIN EN	13813: 2003-01	Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche - Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13813:2002
DIN EN	13892-3: 2015-03	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 3: Bestimmung des Verschleißwiderstandes nach Böhme

DIN EN	13892-4: 2003-02	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 4: Bestimmung des Verschleißwiderstandes nach BCA
DIN EN	13892-5: 2003-09	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 5: Bestimmung des Widerstandes gegen Rollbeanspruchung von Estrichen für Nuttschichten
DIN EN	14068: 2004-03	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Wasserdichtheit von injizierten Rissen in Beton
DIN EN	14117: 2004-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Ausflusszeit von zementartigen Rissfüllstoffen
DIN EN	14224: 2010-11	Abdichtungsbahnen – Abdichtungssysteme für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen aus Beton – Bestimmung der Rissüberbrückungsfähigkeit
DIN EN	14406: 2009-09	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung des Dehnungsverhältnisses und der Dehnungsentwicklung
DIN EN	14487-1: 2006-03	Spritzbeton – Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität
DIN EN	14487-2: 2007-01	Spritzbeton – Teil 2: Ausführung
DIN EN	14497: 2011-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Filtrationsstabilität
DIN EN	14879-1: 2005-12	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 1: Terminologie, Konstruktion und Vorbereitung des Untergrundes
DIN EN	14879-2: 2007-02	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 2: Beschichtungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen
DIN EN	14879-3: 2007-02	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 3: Beschichtungen für Bauteile aus Beton
DIN EN	14879-4: 2008-01	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 4: Auskleidungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen
DIN EN	14879-5: 2007-10	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 5: Auskleidungen für Bauteile aus Beton
DIN EN	14879-6: 2010-04	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 6: Kombinierte Auskleidung mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen
DIN EN	15257: 2007-03	Kathodischer Korrosionsschutz – Qualifikationsgrade und Zertifizierung von für den kathodischen Korrosionsschutz geschultem Personal
DIN EN	15257: 2017-09	Kathodischer Korrosionsschutz - Qualifikationsgrade von mit kathodischem Korrosionsschutz befassten Personen - Grundlage für ein Zertifizierungsverfahren
DIN EN ISO	489: 1999-08	Kunststoffe - Bestimmung des Brechungsindex
DIN EN ISO	527-1: 2019-12	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundsätze
DIN EN ISO	527-2: 2012-06	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen

DIN EN ISO	868: 2003-10	Kunststoffe und Hartgummi - Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)
DIN EN ISO	2114: 2002-06	Kunststoffe (Polyester) und Beschichtungsstoffe (Bindemittel) - Bestimmung der partiellen Säurezahl und der Gesamtsäurezahl
DIN EN ISO	2409: 2013-06	Beschichtungsstoffe – Gitterschnittprüfung
DIN EN ISO	2431: 2012-03	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Auslaufzeit mit Auslaufbechern
DIN EN ISO	2811-1: 2016-08	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 1: Pyknometer-Verfahren
DIN EN ISO	2811-2: 2011-06	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 2: Tauchkörper-Verfahren
DIN EN ISO	2811-3: 2011-06	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte – Teil 3: Schwingungsverfahren
DIN EN ISO	2811-4: 2011-06	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte – Teil 4: Druckzylinder-Verfahren
DIN EN ISO	2815: 2003-10	Beschichtungsstoffe – Eindringversuch nach Buchholz
DIN EN ISO	3219: 1994-10	Kunststoffe – Polymere/Harze in flüssigem, emulgiertem oder dispergiertem Zustand – Bestimmung der Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter bei definiertem Geschwindigkeitsgefälle
DIN EN ISO	3251: 2019-09	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung des nichtflüchtigen Anteils von Lacken, Anstrichstoffen und Bindemitteln für Lacke und Anstrichstoffe
DIN EN ISO	3451-1: 2019-05	Kunststoffe - Bestimmung der Asche - Teil 1: Allgemeine Verfahren
DIN EN ISO	4618: 2015-01	Beschichtungsstoffe - Begriffe
DIN EN ISO	5470-1: 2017-04	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien - Bestimmung des Abriebwiderstandes - Teil 1: Taber-Abriebprüfgerät
DIN EN ISO	7500-1: 2018-06	Metallische Werkstoffe - Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung
DIN EN ISO	7783: 2019-02	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Schalenverfahren
DIN EN ISO	8501-1: 2007-12	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach gänzlichem Entfernen vorhandener Beschichtung
DIN EN ISO	9117-3: 2010-07	Beschichtungsstoffe - Trocknungsprüfungen - Teil 3: Prüfung der Oberflächentrocknung mit Glasperlen
DIN EN ISO	9514: 2019-10	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Topfzeit von flüssigen Systemen – Vorbereitung und Konditionierung von Proben und Richtlinien für die Prüfung
DIN EN ISO	11358-1: 2014-10	Kunststoffe - Thermogravimetrie (TG) von Polymeren - Teil 1: Allgemeine Grundsätze
DIN EN ISO	12696: 2017-05	Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton
DIN EN ISO	12944-4: 2018-04	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
DIN EN ISO	13473-1: 2004-07	Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen – Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe
DIN V	18026: 2006-06	Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01

DIN V	18028: 2006-06	Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5:2005-03 mit besonderen Eigenschaften
ISO	6272-2: 2011-08	Beschichtungsstoffe - Prüfung der Widerstandsfähigkeit bei schlagartiger Verformung (Schlagfestigkeit) - Teil 2: Prüfung durch fallendes Gewichtsstück, kleine Prüffläche
ISO	13320: 2009-10	Partikelmessung durch Laserlichtbeugung
ISO	23529: 2016-11	Elastomere - Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren
ETAG	Nr. 005	EOTA: Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für "Flüssig aufzubringende Dachabdichtungen Teile 1 – 8", Ausgabe 2005
DAfStb-RL SIB		Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie), inkl. Berichtigungen 1 und 3, Ausgabe 2001-10
DAfStb-WU-Richtlinie		DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Ausgabedatum: 2017-12
DAfStb-Vergussbeton/ Vergussmörtel-Richtlinie		DAfStb-Richtlinie - Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel, Ausgabedatum: 2019-07
DAfStb-Trockenbeton- Richtlinie		DAfStb-Richtlinie - Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel (Trockenbeton-Richtlinie), Ausgabedatum: 2005-06
DAfStb- Betonbauteile mit geklebter Bewehrung		DAfStb-Richtlinie - Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung, Ausgabedatum: 2012-03
DAfStb-Stellungnahme		DAfStb-Stellungnahme - Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton; Beton, ISSN: 0005-9846, Jahrgang 65, Nr. 10, S. 488-493, 2015
DAfStb-Heft 401		Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton. Arbeitskreis: Prüfverfahren – Chlorideindringtiefe; Schnellbestimmung des Chloridgehaltes von Beton; Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton durch Direktpotentiometrie, Ausgabedatum: 1989
DAfStb-Heft 422		Prüfverfahren für Beton, Ausgabedatum: 01.1991
DAfStb-Heft 600		Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), Ausgabedatum: 09.2012
TP Griff-StB		Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau, FGSV-Nr. 408/2
DGZfP-Merkblatt B2		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt zur zerstörungsfreien Betondeckungsmessung und Bewehrungsortung an Stahl- und Spannbetonbauteilen, April 2014.
DGZfP-Merkblatt B3		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt für Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion, April 2014.
DGZfP-Merkblatt B4		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt über das Ultraschallverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen, August 2018.
DGZfP-Merkblatt B6		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt über die Sichtprüfung und Endoskopie als optische Verfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen, Januar 1996.
DGZfP-Merkblatt B10		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt über das Radarverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen Februar 2008
DGZfP-Merkblatt B11		Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur Zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen, Februar 2008
DBV-Merkblatt Betondeckung und Bewehrung		Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Merkblatt - Betondeckung und Bewehrung - Sicherung der Betondeckung beim Entwerfen, Herstellen und Einbauen der Bewehrung sowie des Betons nach Eurocode 2, 2015-12

DBV-Merkblatt zerstörungsfreie Prüfverfahren	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Merkblatt - Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren im Bauwesen, 2014-01
DBV-Merkblatt Injektions-schlauchsysteme	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Merkblatt - Injektions-schlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeitsfugen, 2010-01
DBV-Merkblatt Bauen im Bestand - Leitfaden	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Merkblatt - Bauen im Bestand - Leitfaden, 2008-01
DBV-Merkblatt Rissbildung	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Merkblatt - Bautechnik - Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau, 2016-05
ASTM B265	Standard Specification for Titanium and Titanium Alloy Strip, Sheet, and Plate
NACE TM 0294	Testing of Embeddable Impressed Current Anodes for Use in Cathodic Protection of Atmospherically Exposed Steel-Reinforced Concrete
ZTV-W LB 219	Bundesanstalt für Wasserbau, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für die Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219), Ausgabe 2017
ZTV-ING 3-4	Bundesanstalt für Straßenwesen, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – Teil 3 Massivbau – Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Ausgabe 2017
ZTV-ING 3-5	Bundesanstalt für Straßenwesen, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – Teil 3 Massivbau – Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, Ausgabe 2017
BAWEmpfehlung Instandsetzungsprodukte	Bundesanstalt für Wasserbau, BAWEmpfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren“ der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2019, ISSN 2192-5380
BAW-MDCC	Bundesanstalt für Wasserbau, BAW-Merkblatt „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung (MDCC)“ der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2017, ISSN 2192-5380
BAW-MFB	Bundesanstalt für Wasserbau, BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton (MFB)“, der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2012, ISSN 2192-5380
Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4	Bundesanstalt für Straßenwesen, Hinweise für den Sachkundigen Planer zur Festlegung von Leistungsmerkmalen zu Schutz- und Instandsetzungsprodukten hinsichtlich bauwerksbezogener Produktmerkmale und Prüfverfahren, Teil 3 Massivbau, Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Ausgabe: 30.04.2019
Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5	Bundesanstalt für Straßenwesen, Hinweise für den Sachkundigen Planer zur Festlegung von Leistungsmerkmalen zu Schutz- und Instandsetzungsprodukten hinsichtlich bauwerksbezogener Produktmerkmale und Prüfverfahren, Teil 3 Massivbau, Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, Ausgabe: 30.04.2019
TL/TP FG-EP	Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für Füllgut aus Epoxidharz und zugehöriges Injektionsverfahren. Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Abteilung Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Deutsche Bundesbahn. Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund 1993
TL/TP FG-ZL/ZS	Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für Füllgut aus Zementleim/ Zementsuspension und zugehöriges Injektionsverfahren. Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenwesen, Abteilung Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Deutsche Bundesbahn. Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund 1995

TL/TP FG-PUR

Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für Füllgut aus Polyurethan und zugehöriges Injektionsverfahren. Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenwesen, Abteilung Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Deutsche Bundesbahn. Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund 1993

10 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

10.1 Begriffe

Für die Anwendung der Teile 1 und 2 der Technischen Regel gelten die folgenden Begriffe:

Abdichten von Rissen und Hohlräumen durch Rissfüllstoffe (siehe Füllziel)

Abmehlen

Ablösen einzelner Pigmente oder feiner Bestandteile von einer Oberfläche aufgrund von Bindemittelverlust.

Abnutzung

„Abbau des Abnutzungsvorrates, hervorgerufen durch chemische und/oder physikalische Vorgänge“ (DIN 31051:2019-06).

Abnutzungsgrenze

„Der vereinbarte oder festgelegte Mindestwert des Abnutzungsvorrates“ (DIN 31051:2019-06).

Abnutzungsvorrat

„Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung, Instandsetzung oder Verbesserung innewohnt“ (DIN 31051:2019-06).

Der vorhandene Abnutzungsvorrat ist der Abstand zwischen Ist-Zustand und Mindest-Sollzustand (Abnutzungsgrenze), den ein Bauteil hinsichtlich Standsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit aufgrund der Herstellung, Wartung, Instandsetzung oder Verbesserung aufweist.

Abreißversuch

Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit des Betonuntergrundes (der Betonunterlage) bzw. der Haftzugfestigkeit aufgebrachtener Beton- oder Mörtelschichten bzw. einer Beschichtung darauf durch Zugbeanspruchung normal zur Oberfläche.

Absanden

Ablösen/Verlust von Bestandteilen der Gesteinskörnung (auch im Fein- und Feinstkornbereich) an der Bauteiloberfläche infolge geringer bzw. sich auflösender Einbindung in der Zementsteinmatrix.

Abstreuen

Auftrag von getrockneten Mineralstoffen durch flächiges Werfen auf eine frische polymergebundene oder zementäre Beschichtung, damit das Korn fest in die Oberfläche eingebunden wird.

Adhäsion

Haften von zwei Phasen in einer Grenzfläche.

Alkalität

Basischer pH-Wert des Betons infolge der Dissoziation von basischen reagierenden Zementsteinanteilen (z. B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$; NaOH ; KOH).

Altbeton

Vor einer Instandsetzungsmaßnahme bereits vorhandener Beton, der als Untergrund für die zu applizierenden Instandsetzungsprodukte und -systeme dient.

Angaben zur Ausführung

Produktspezifische Angaben des Herstellers für die Verarbeitung seines Produktes.

Anode

Positiv geladene Elektrode. Der anodische Teil einer Metallkorrosion gibt Metallionen an den Elektrolyten ab und ist mit einem Substanzverlust des Metalls verbunden.

Arbeitsfuge

Ansatzstelle im Beton, Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem infolge einer Arbeitsunterbrechung.

Ausblühung

Ablagerung, z. B. von Salzen, auf der Bauteiloberfläche, die mit Hilfe von Wasser an die Oberfläche transportiert werden (und dort eventuell chemisch verändert werden können).

Ausbruchufer

Grenze, bis zu der der Beton an Schadstellen abgetragen wurde, um ungeschädigten bzw. während der Restnutzungsdauer ungefährdeten Untergrund zu erreichen.

Ausgleichsschicht

Dünnschichtiger Kunstharzestrich zum Ausgleich von Unebenheiten nur unter Oberflächenschutzsystemen bei befahrbaren Flächen.

Behindertes Schwinden/Quellen

Fähigkeit eines für Instandsetzungsmaßnahmen vorgesehenen Produkts oder Systems, den durch Volumenänderungen hervorgerufenen Spannungen standzuhalten, wenn es einen Verbund mit einer vorbereiteten Unterlage aus Beton eingegangen ist.

Betonkorrosion

Nachteilige Veränderung eines Betons durch chemische oder physikalische Einwirkungen.

Beschichtung

„Durchgehende Schicht, die durch ein- oder mehrmaliges Auftragen von Beschichtungsstoffen auf ein Substrat entsteht“ (DIN EN ISO 4618).

ANMERKUNG 1 Die Dicke beträgt üblicherweise 100 µm bis 6000 µm. Besondere Anwendungen können eine Dicke von mehr als 6000 µm erfordern.

ANMERKUNG 2 Bindemittel können z. B. organische Polymere, organische Polymere mit Zement als Füllstoff oder mit Polymerdispersion modifizierter hydraulischer Zement sein.“ (DIN EN 1504-1).

Beschichtungsstoff

„Flüssiges oder pastenförmiges oder pulverförmiges Produkt, das, auf ein Substrat aufgetragen, eine haftende Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen Eigenschaften ergibt“ (DIN EN ISO 4618).

Betonersatz

Zement- oder kunststoffgebundener Beton oder Mörtel mit ggf. zugehöriger Haftbrücke und Ausgleichs- bzw. Kratzspachtel (Auftrag im Hand-, Betonier-, Verguss- oder Spritzverfahren).

Als Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung nach dieser Technischen Regel gelten:

- Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton);
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551;
- Betonersatz aus Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551
- Betonersatz aus Vergussbeton nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb (Ausgabe Juli 2019) und gemäß DAfStb-RL SIB (Ausgabe Oktober 2001, inkl. der Berichtigungen 1 und 3

Als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung nach dieser Technischen Regel gelten:

- Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren (RM und RC) und dieser Technischen Regel nach Teil 2 Tabelle C.2,
- Betonersatz im Spritzverfahren (SRM und SRC) und dieser Technischen Regel nach Teil 2 Tabelle C.3,
- Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) im Handauftrag und dieser Technischen Regel nach Tabelle Teil 2 C.4.

ANMERKUNG Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung umfasst Beton nach Eigenschaften mit einer Zusammensetzung in der Bandbreite der Bezugs-Normen.

Betonieren

Einbringen von frischem Betonersatz in eine Schalung oder in sonstige Hohlräume durch Verguss.

Betonuntergrund (Betonunterlage)

Oberfläche und oberflächennahe Schicht eines Betonbauteils unter dem jeweils herzustellenden Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem.

Bindemittel

Hydraulischer oder polymerer Anteil eines Instandsetzungsstoffes, der eingemischte Feststoffe (Zuschläge, Pigmente, Füllstoffe) durch chemische Erhärtung untereinander und mit dem Betonuntergrund fest verbindet.

Carbonatisierung

Chemische Reaktion zwischen Calciumhydroxid im Porenwasser des Zementsteins und Kohlenstoffdioxid der Luft, bei der die Alkalität des Betons stark abnimmt.

Charge

Produktionseinheit einer Komponente eines Instandsetzungsstoffes aus kontinuierlicher Herstellung oder eines einzelnen Produktionsansatzes.

Chloridmigrationskoeffizient

Kennwert zur Beschreibung des Widerstands eines Materials gegenüber dem Eindringen von Chlorid unter Einwirkung einer elektrischen Spannung.

Dehnbar

Verformungseigenschaft eines Rissfüllstoffs im Riss, die dazu geeignet ist, Rissbreitenänderungen begrenzt aufzunehmen.

Dehnbares Füllen durch Rissfüllstoffe (siehe Füllziele)

Füllen eines Risses mit Rissfüllstoffen, die eine Rissbreitenänderung ermöglichen, ohne dabei Schnittkräfte merklich zu übertragen.

Depassivierung

Verlust des Korrosionsschutzes von Stahlbewehrung in Betonbauteilen, bedingt z. B. durch Carbonatisierung oder durch Überschreitung eines kritischen Chloridgehaltes im umgebenden Beton.

Diffusion

Wanderung von Molekülen und Ionen aufgrund von örtlichen Druck- oder Konzentrationsunterschieden.

Dispersion

„Heterogenes Gemisch aus mindestens zwei Stoffen, die sich nicht oder kaum ineinander lösen oder chemisch miteinander verbinden“ (DIN EN ISO 4618).

ANMERKUNG Dispersion ist der Oberbegriff für Suspension und Emulsion.

Dispersionsspachtel

Dispersionsgebundene Spachtelmasse, welche als Alternative zu zementären Spachtelmassen mit Kunststoffmodifizierung angewendet wird. Material zum Verschließen von Poren und Lunkern, zum Egalisieren von Rautiefen oder zum vollflächigen Auftragen von dünnen Mörtelschichten.

Einbauten

Teile (Fahrbahnübergänge, Entwässerungseinrichtungen u. a.), die mit dem Betonuntergrund fest verbunden sind.

Elektrode

Elektronenleitender, d. h. elektrisch leitender Werkstoff in einem Elektrolyten; das System Elektrode-Elektrolyt ist eine Halbzelle.

Elektrischer Widerstand des Betons

Infolge der elektrolytischen Leitfähigkeit der Porenlösung sowie der Porenstruktur resultierende elektrische Eigenschaft des Betons. Der elektrische Widerstand ist insbesondere abhängig von der Betonfeuchte und hat einen signifikanten Einfluss auf die Korrosionsgeschwindigkeit des eingebetteten Betonstahls.

Epoxidharz (EP)

Instandsetzungsprodukt mit reaktivem Polymerbindemittel, bestehend aus Epoxidkomponente und Aminhärter.

Erhärtung (Härtung)

„Alle Vorgänge beim Übergang eines flüssigen Beschichtungsstoffes in den festen Zustand“ (ISO 23529).

Farbstoff

„Im Anwendungsmedium lösliches Farbmittel“ (ISO 23529).

Feinspachtel (Ausgleichs- bzw. Kratzspachtel)

Material zum Verschließen von Poren und Lunkern, zum Ausgleich von Rauigkeiten oder zum vollflächigen Auftragen von dünnen Mörtelschichten.

Feinstzement

Besonders fein aufgemahlener Zement zur Herstellung von z. B. Zementsuspensionen.

Festkörpergehalt (siehe nichtflüchtiger Anteil nFA)

Festlegungen für den Hersteller

Zusammenstellung von Anforderungen an Instandsetzungsprodukte und -systeme.

Feuchtezustand von Rissen, Hohlräumen und Fehlstellen

Feuchtebedingungen im Riss werden in Tabelle 2 definiert, sie werden qualitativ ausgedrückt durch

- trocken (dry): DY,
- feucht (damp): DP,
- nass (wet): WT,
- fließendes Wasser (waterflow): WF.

Filmbildung

„Übergang eines aufgetragenen Beschichtungsstoffes vom flüssigen in den festen Zustand.“ (DIN EN ISO 4618).

ANMERKUNG Die Filmbildung erfolgt durch Trocknung und/oder Härtung. Beide Vorgänge können gleichzeitig ablaufen.

Füllart

Beim Füllen von Rissen und Hohlräumen werden folgende Füllarten unterschieden:

- **Injektion**
Rissfüllstoffe werden mit Hilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit und ohne Verdämmung injiziert (vgl. Instandsetzungsverfahren 1.5a; 2.6; 4.5a; 7.6a).
- **Einkomponentige Injektion**
Der aus den Komponenten fertiggemischte Rissfüllstoff wird vom Injektionsgerät unter Druck zum Packer gefördert.
- **Mehrkomponentige Injektion**
Die Einzelkomponenten werden vom Injektionsgerät unter Druck getrennt zum Mischkopf transportiert, gemischt und zum Packer weiter gefördert.
- **Vergießen**
Rissfüllstoffe werden drucklos durch Gravitation oder kapillares Saugen an gesäuberten, vorbereiteten Rissen unter ständig gefülltem Füllstoffreservoir vergossen. Die erforderliche Fülltiefe wird vorab festgelegt und kontrolliert (vgl. Instandsetzungsverfahren 1.5b; 4.5b, 7.6b).
- **Tränken**
Füllen von gesäuberten, oberflächennahen Rissen ohne Druck durch Aufbringen von Rissfüllstoffen im Überschuss ohne Füllstoffreservoir mit geringen Anforderungen an den Füllgrad.

ANMERKUNG Tränken ist kein eigenständiges Instandsetzungsverfahren; gegebenenfalls geeignet als vorbereitende Maßnahme für den nachfolgenden Auftrag von Oberflächenschutzsystemen.

Füllziele

Beim Füllen von Rissen und Hohlräumen werden folgende Füllziele definiert:

– Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen)

Hemmen oder Verhindern des Zutritts von korrosionsfördernden (beton- und stahlangreifenden) Stoffen in Betonbauteile durch Risse.

ANMERKUNG Ein erneutes Aufreißen von Rissen nach dem Füllen kann als unbedenklich angenommen werden, wenn z. B. bei Verfahren 7.6 als Orientierung die zulässige rechnerische Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1 eingehalten wird.

– Abdichten

Beseitigen von riss- und hohlraumbedingten Undichtheiten eines Betonbauteils durch Füllen mit Rissfüllstoffen.

ANMERKUNG Das Abdichten stellt eine Besonderheit bei den Zielen von Instandsetzungsmaßnahmen dar. In der WU-Richtlinie wird das Abdichten als alleiniges Instandsetzungsziel mit Verweis auf die DAfStb RL-SIB definiert. Es wird bei Wassereinwirkung erforderlich bei Trennrissen, bei Biegerissen in Kombination mit einer wasserdurchlässigen Betondruckzone oder bei hohlraumreichem Beton.

– Kraftschlüssiges Füllen

Füllen von Rissen und Hohlräumen zum Herstellen einer druck-, schub- und zugfesten Verbindung der Riss- bzw. Betonflanken mit Festigkeitseigenschaften, die von der Art des Instandsetzungsstoffes und des Instandsetzungsverfahrens abhängen.

– Dehnbares Füllen

Füllen von Rissen und Hohlräumen zum Herstellen einer (begrenzt) dehnbaren Verbindung der Riss- bzw. Betonflanken mit füllstoffspezifischen Festigkeitseigenschaften.

Die Füllziele sind den Instandsetzungszielen untergeordnet, eine Ausnahme bildet das Abdichten von Rissen und Hohlräumen.

Das kraftschlüssige und das dehnbare Verbinden von Riss- bzw. Betonflanken bei Hohlräumen sind auch nicht direkt den Instandsetzungszielen zum Schutz vor Beton- oder Stahlkorrosion zugeordnet, sie beeinflussen das Tragverhalten des Bauteils nach dem Füllen. Mit dem kraftschlüssigen Verbinden soll der Zustand I in Bauteilen dauerhaft wiedergewonnen werden. Bei dem dehnbaren Verbinden von Rissflanken bleiben die Steifigkeitsverhältnisse des gerissenen Zustands II erhalten. Rissbreitenänderungen werden gedämpft oder mitgetragen.

Das Füllziel „Begrenzen der Rissbreite durch Füllen“ und „Abdichten von Rissen“ sind in dem Füllziel „kraftschlüssiges Verbinden“ und „dehnbares Verbinden“ von Rissflanken enthalten.

Grundierung

Die erste Lage eines Beschichtungssystems auf einem mineralischen Substrat. Sie besteht in der Regel aus einem ungefüllten, farblosen, dünnflüssigen Bindemittel und verbessert die Haftung des gesamten Beschichtungssystems am Untergrund.

Haftbrücke

Bestandteil eines Instandsetzungssystems, das angewendet wird, damit händisch aufgebraachte Betonersatzsysteme auf einer Betonunterlage so haften, dass ein dauerhafter Verbund erreicht wird, der bei der Einwirkung von Feuchtigkeit und starken Alkalien nicht beeinflusst wird.

Haftzugfestigkeit (siehe Abreißversuch)

Härtung (siehe Erhärtung)

Hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht (hwO)

Für die Funktion des Oberflächenschutzsystems maßgebende Schicht.

Hilfsstoff

“Substanz, die einem Beschichtungsstoff in kleinen Mengen zugesetzt wird, um eine oder mehrere Eigenschaft(en) zu verbessern oder anders zu modifizieren“ (DIN EN ISO 4618).

Hohlraum

Kleinere Fehlstelle oder Gefügestörung im Betonbauteil, verursacht durch mangelhafte Verdichtung, Entmischung (Grobkornanreicherungen) oder Auswaschungen („Nester“), die mit Rissfüllstoffen gefüllt werden kann. Verfüllbare Hohlräume, die je nach Zugänglichkeit, Größe und Beschaffenheit mit Vergussmörtel oder Vergussbeton drucklos oder bei geringem Druck bis 1,0 MPa gefüllt werden kann.

Hydrophobierung

Behandlung von Beton zur Herstellung einer wasserabweisenden Oberfläche. Die Poren und Kapillaren werden innen beschichtet, jedoch nicht gefüllt. Es gibt keinen Film auf der Betonoberfläche und wenig oder keine Änderung des Erscheinungsbildes.

ANMERKUNG Aktive Mischungen können z. B. Silane oder Siloxane sein.

DIN EN 1504 verwendet den Begriff „Hydrophobierende Imprägnierung“.

Injektion (siehe Füllart)

Injektionsdruck

Nennwert des Förderdrucks, mit dem der Rissfüllstoff zum Packer gefördert wird. Es wird unterschieden zwischen dem Injektionsdruck am Injektionsgerät und am Packer.

Injizierbarkeit

Fähigkeit eines Rissfüllstoffes, in einen Riss einzudringen; sie wird durch die niedrigste nachgewiesene Rissbreite, in die der Rissfüllstoff injiziert werden kann, angegeben.

Injektionsgerät

Das Injektionsgerät für die einkomponentige Injektion besteht aus Druckerzeuger, Materialbehälter, Transport-schlauch und Anschlussstück zum Packer. Bei dem Injektionsgerät für die zweikomponentige Injektion kommen Dosiereinrichtung und Mischeinrichtung hinzu.

Injektionsschlauch

Mit Austrittsöffnungen versehener Schlauch in einer Arbeitsfuge, der der Förderung und Injektion von Rissfüllstoffen dient.

Injektionsverfahren

Besteht aus Injektionsgerät, ggf. Anlage(n) zur Herstellung des Gemisches eines Rissfüllstoffes, Packer, ggf. Injektionsschlauch, ggf. Verdämmung. Den Einsatz des Injektionsverfahrens regeln die Angaben zur Ausführung.

Inspektion

Geplante Handlung zur frühzeitigen Erkennung von Abweichungen zum erwarteten Zustand eines Bauwerkes gemäß Instandhaltungsplan.

Instandhaltungskonzept

Kombinationen aller technischen und administrativen Maßnahmen während der geplanten Nutzungsdauer eines Bauwerkes bzw. Bauteiles, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung seines funktionsfähigen Zustandes dienen, ggf. in mehreren Varianten, mit dem Ziel, eine technisch und wirtschaftlich begründete Instandhaltung zu ermöglichen.

Instandhaltungsmaßnahme

Umsetzung eines Instandhaltungsplans am Bauwerk, durch z. B. Wartung, Inspektion oder Instandsetzung eines Betonbauteils.

Instandhaltungsplan

Die strukturierte und dokumentierte Gesamtheit der Aufgaben, welche die Tätigkeiten, Verfahren, Hilfsmittel und Zeitplanung einschließen, die zur Durchführung der Instandhaltung notwendig sind.

Instandsetzen

Wiederherstellen des Sollzustandes oder der vollen Gebrauchsfähigkeit eines Bauwerks oder Bauteils in einer Ausführung, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht, ohne verbessernden Charakter.

Instandsetzungskonzept

Eine oder eine Kombination von möglichen Instandsetzungsmaßnahmen, ggf. in mehreren Varianten, mit dem Ziel, eine technisch und wirtschaftlich begründete Instandsetzung zu finden.

Instandsetzungsmaßnahme

Ausführung von Arbeiten am Bauwerk gemäß einem Instandsetzungsplan.

Instandsetzungsplan

Die strukturierte und dokumentierte Gesamtheit der Aufgaben, welche die Tätigkeiten, Verfahren, Hilfsmittel und Zeitplanung einschließen, die zur Durchführung der Instandsetzung notwendig sind.

Instandsetzungsprinzip

Übergeordnete Handlungsweise zum Erreichen eines Bauteil- oder Bauwerkzustandes mit einem für die geplante Nutzungsdauer ausreichenden Abnutzungsvorrat.

Instandsetzungssystem

Ein oder mehrere aufeinander und auf den Untergrund abgestimmte Komponenten, die gleichzeitig oder nacheinander verwendet werden, um ein bestimmtes Instandsetzungsziel am Bauteil zu erreichen.

ANMERKUNG Zu den Instandsetzungssystemen gehören: Betonersatzsysteme, Oberflächenschutzsysteme, Systeme für die Riss- und Hohlraumfüllung sowie KKS-Systeme und deren Kombinationen.

Instandsetzungsverfahren

Verfahren zum Erreichen des durch das Instandsetzungsprinzip festgelegten Ziels.

Instandsetzungsziel

Sicherstellung einer planmäßigen Nutzung des Bauwerks durch Anwendung von Instandsetzungsprinzipien und zugehörigen Verfahren.

Ist-Zustand

Der aus den vorhandenen Einwirkungen und entsprechenden Widerständen resultierende Zustand eines Bauteils oder Bauwerks zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Kapillare Wasseraufnahme

Fähigkeit des für Instandsetzungsmaßnahmen vorgesehenen Produkts oder Systems, Wasser zu absorbieren, ohne dass ein hydrostatischer Druck wirkt.

Kapillarporen

Porensystem, das Flüssigkeiten aufgrund von stoffspezifischen Oberflächenkräften auch gegen die Wirkung der Schwerkraft transportiert.

Kathode

Negativ geladene Elektrode; der kathodische Teilprozess einer Metallkorrosion gibt Elektronen an den Elektrolyten ab; es tritt kein Substanzverlust ein.

Kathodischer Korrosionsschutz

Absenkung des Potenzials an der Bewehrung, z. B. durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen einer inerten Anode und der Bewehrung oder einer galvanischen Anode und der Bewehrung, so dass die Korrosionsgeschwindigkeit der Bewehrung auf ein unschädliches Maß reduziert wird.

Kontaminierung

Vorhandensein von Fremdstoffen im Beton, auf der Betonoberfläche oder an Rissflanken.

Korrosion

„Durch Umwelteinflüsse oder ein Medium hervorgerufene (messbare) Verschlechterung von Materialeigenschaften durch chemische, elektrochemische oder mikrobiell verursachte Reaktionen.“ (DIN EN ISO 4618).

Kraftschluss

Übertragung von Schnittkräften, ohne dabei merkliche Freiheitsgrade zu gewähren.

Kraftschlüssiges Füllen durch Rissfüllstoffe (siehe Füllziele)

Kunststoffdispersion

In Wasser feinstverteilte Kunststoffteilchen, die bei Verdunsten des Wassers untereinander verkleben und Filme bilden können.

Lage

In einem Arbeitsgang hergestellter Teil einer Beschichtung, eines Mörtels bzw. Betons. Eine oder mehrere Lagen gleicher Zusammensetzung bilden eine Schicht.

Lösemittel

„Flüssigkeit aus einer oder mehreren Komponenten, die das Bindemittel im jeweiligen Beschichtungsstoff löst und sich unter festgelegten Trocknungs-/Härtungsbedingungen verflüchtigt“ (DIN EN ISO 4618).

Migration

Durch das Anlegen einer elektrischen Spannung hervorgerufener Transport von Ionen.

Migrationsapparat

Versuchsbehälter mit Migrationszellenhalterung, Migrationszelle, Prüflösungen, Elektroden und Elektronik.

Migrationszelle

Ein über die Grundflächen mit zwei unterschiedlichen Lösungen beaufschlagter zylindrischer Probekörper mit seitlicher Abdichtung aus nichtleitendem Material.

Mindestaushärtetemperatur

Niedrigste Temperatur, bei der Systeme auf Basis von Reaktionsharzen angewandt und verarbeitet werden dürfen sowie noch aushärten können.

Mindest-Sollzustand

Der Zustand des Bauwerks bei dem bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während der Restnutzungsdauer die Mindestanforderungen des Bauherrn, in jedem Fall jedoch die gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind.

Nichtflüchtiger Anteil nfA

„Massenrückstand, der nach Verdunsten unter festgelegten Bedingungen erhalten wird“ (DIN EN ISO 4618).

ANMERKUNG Anstelle des Fachausdruckes „nichtflüchtiger Anteil“ werden unterschiedliche Benennungen wie Festkörper, Trockenrückstand, Einbrennrückstand, zusammen mit den entsprechenden Abkürzungen verwendet. Anstelle dieser Benennungen sollte ausschließlich der Fachausdruck „nichtflüchtiger Anteil“, wie er auch in ISO 3251 verwendet wird, zusammen mit der Abkürzung „nfA“ verwendet werden.

Niedrigste Anwendungstemperatur

Niedrigste Temperatur, bei der Stoffe und Stoffgemische angewandt und verarbeitet werden dürfen (siehe auch Mindestaushärtetemperatur).

Nutzungsdauer

Zeitspanne zwischen Beginn und Ende der Nutzung eines Bauwerkes, eines Bauteils oder einer Bauteilkomponente.

Nutzbarkeitsdauer

Zeitspanne nach Inbetriebnahme, während der ein Bauwerk, ein Bauteil oder eine Komponente gestellte Qualitätsanforderungen erfüllt oder übertrifft.

Oberflächennaher Beton

Betonrandzone bis zur Bewehrungslage (Betondeckung).

Oberflächenschutz

Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung oder Beschichtung. Durch den Auftrag eines Systems auf die Betonoberfläche kann je nach Prinzip auch die Bewehrung geschützt werden.

Oberflächenschutzsystem

Besteht aus den Stoffen der einzelnen Schichten des Oberflächenschutzes.

Oberflächenvorbereitung

„Säubern des Untergrundes von Staub und losen Teilen.“ (DIN 18550-1) Umfasst z. B. alle Maßnahmen zur Erzielung eines geeigneten Bewehrungszustandes.

Oberflächenzugfestigkeit (siehe Abreißversuch).

Packer

Übergangsstück zwischen Injektionsgerät und Bauteil, befestigt auf der Bauteiloberfläche (Klebepacker) oder in Bohrlöchern (Bohrpacker), im Regelfall mit Ventil versehen.

Physikalische Trocknung

Filmbildung eines Beschichtungstoffes ohne chemische Reaktion, ausschließlich bewirkt durch Verdunstung eines Löse- oder Dispergiermittels.

pH-Wert

Negativ dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in einem wässrigen Medium und damit ein Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung.

Pigment (siehe Farbstoff)

Polyurethanharz (PUR)

Instandsetzungsprodukt mit reaktivem Polymerbindemittel, bestehend aus Polyolkomponente und Isocyanathärter.

PRM (Polymer Repair Mortar) und PRC (Polymer Repair Concrete)

„Mischungen von reaktiven Polymerbindemitteln und abgestuften Gesteinskörnungen, die durch eine chemische Reaktion, z. B. Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation verfestigen“ (DIN EN 1504-1).

Querschnittsergänzung

Aufbringen von Betonersatz über die ursprünglichen Bauteilkonturen hinausgehend (siehe auch Reprofilierung).

Rauheit

Abweichen der Oberfläche eines definierten Messbereichs von einer gedachten Ebene.

Rautiefe

Kennwert für die Rauheit einer Oberfläche in mm, bestimmt nach dem Sandverfahren nach DIN EN 1766.

Reaktionsharz

Mit reaktivem Polymerbindemittel hergestelltes Stoffgemisch, das durch chemische Reaktion erhärtet.

Realkalisieren

Eindringen des basischen Porenwassers eines alkalischen Mörtels, im Regelfall zementgebunden, in einen Bereich im Altbeton, dessen Alkalität durch Carbonatisierung stark vermindert wurde.

RC (Repair Concrete)

Beton als Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren mit oder ohne Kunststoffmodifizierung.

RM (Repair Mortar)

Mörtel als Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren mit oder ohne Kunststoffmodifizierung.

Repassivierung

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes von Betonstahl durch alkalische, im Regelfall zementgebundene Mörtel oder Betone.

Reprofilierung

Aufbringen von Betonersatz bis zu den ursprünglichen Bauteilkonturen (siehe auch Querschnittsergänzung).

Restnutzungsdauer

Zeitspanne, während der ein Betonbauwerk oder ein Betonbauteil bei planmäßiger Instandhaltung die gestellten Anforderungen (Mindest-Sollzustand) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erfüllt oder übertrifft.

Riss, Rissarten

Trennung im Betongefüge, auch im Bereich von Scheinfugen oder Arbeitsfugen. Es wird zwischen oberflächigen Rissen, oberflächennahen Rissen, Biegerissen und Trennrissen unterschieden:

- oberflächige Risse, netzartig oder gerichtet ausgebildet, sie sind wenige Millimeter tief;
- oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile bis max. Unterkante der äußeren Bewehrungslage und sind häufig netzartig oder gerichtet ausgebildet;
- Biegerisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts, wobei eine ungerissene Betondruckzone verbleibt;
- Trennrisse erfassen den Gesamtquerschnitt.

Rissbandage

Lokale, in der Regel lineare Beschichtungsmaßnahmen, die Einzelrisse oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit dauerhaft vor dem Eindringen schädlicher Substanzen schützen.

Rissbreite

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

Rissbreitenänderung

Veränderung der Rissbreite in Abhängigkeit von der Zeit und den Einwirkungen auf das Bauwerk.

Es werden drei Arten von Rissbreitenänderungen Δw [mm] unterschieden, vgl. Tabelle 2:

- zyklisch niedrigfrequent (low frequent): Δw LFR
- zyklisch hochfrequent (high frequent): Δw HFR
- kontinuierliche Veränderung (continuous): Δw CON

Rissflanken

Betonbegrenzungsflächen des Risses.

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 (force transmitting: F)

Rissfüllstoff für 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 (begrenzt) Rissbreitenänderungen aufzunehmen (ductile: D)

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)

Rissufer

Die Schnittlinie von Bauteiloberfläche und Rissflanke.

Schichtdicke

Stärke einer Schicht, bestehend aus einer oder mehreren Lagen bei Betonersatz. Bei Oberflächenschutzsystemen wird wie folgt unterschieden:

Systemspezifische Mindestschichtdicke ($d_{min,s}$)

mindestens erforderliche Dicke der trockenen oder ausgehärteten, für die Funktion hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) des Oberflächenschutzsystems nach Teil 1, Tabelle 12, die auf produktübergreifenden Erfahrungswerten basiert.

Produktspezifische Mindestschichtdicke ($d_{min,p}$)

für ein bestimmtes Produkt mindestens erforderliche Dicke der trockenen oder ausgehärteten hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) nach der Ausführung zur Sicherstellung der Anforderungen an die Funktionstüchtigkeit.

ANMERKUNG Um die Mindestschichtdicke in der Praxis sicher zu erreichen, sind für Untergrundrauheit, Materialeigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Verarbeitungsbedingungen Materialzuschläge notwendig. Diese Zuschläge sind den Angaben zur Ausführung des Herstellers zu entnehmen.

Produktspezifische Maximalschichtdicke ($d_{max,p}$)

für ein bestimmtes Produkt höchstzulässige Dicke der trockenen oder ausgehärteten Beschichtung nach der Ausführung zur Sicherstellung der Anforderungen an die Funktionstüchtigkeit für ein bestimmtes Produkt.

ANMERKUNG Die maßgebenden Werte für $d_{min,p}$ und $d_{max,p}$ sind in den Angaben zur Ausführung angegeben. Maßgebend für diese Schichtdicken sind u. a. die geforderten CO_2 -Diffusionseigenschaften, die Rissüberbrückungseigenschaften oder die geforderten H_2O -Diffusionseigenschaften sowie Anforderungen an das Brandverhalten.

Schließen von Rissen und Hohlräumen durch Rissfüllstoffe (siehe Füllziel)

Schnellschäumendes Polyurethan (SPUR)

Instandsetzungsprodukt mit reaktivem Bindemittel, bestehend aus Isocyanatkomponente und Katalysator.

Sollzustand

Planmäßiger Zustand eines Bauteils zum Zeitpunkt t unter den erwarteten Einwirkungen und Widerständen.

SRC (Sprayable Repair Concrete)

Spritzbarer Beton als Betonersatz mit oder ohne Kunststoffmodifizierung.

SRM (Sprayable Repair Mortar)

Spritzbarer Mörtel als Betonersatz mit oder ohne Kunststoffmodifizierung.

Spritzbeton

Spritzbeton ist Beton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 mit Gesteinskörnung für Beton mit einem Größtkorndurchmesser > 4 mm, der in einer geschlossenen Schlauch- oder Rohrleitung zur Einbaustelle gefördert und dort durch Spritzen aufgetragen und verdichtet wird (siehe auch Spritzmörtel).

Spritzmörtel

Zementmörtel (werkgemischte Trockenmischung) mit Gesteinskörnung für Beton ≤ 4 mm, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 hergestellt, überwacht und verarbeitet wird (siehe auch Spritzbeton).

System

„Ein oder mehrere Produkte, die gleichzeitig oder nacheinander verwendet werden, um Instandsetzungs- oder Schutzmaßnahmen für Betontragwerke durchzuführen“ (DIN EN 1504-9).

Taupunkttemperatur

Temperatur, bei der die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Bei Abkühlung der Luft auf die Taupunkt-Temperatur und darunter tritt Kondensation von Wasserdampf ein, zum Beispiel bei Beaufschlagung kalter Bauteile mit warmer Luft.

Temperaturdehnung, Temperaturkontraktion

Volumenänderung eines Körpers infolge Temperaturänderung.

Temperaturwechselbeständigkeit

Eigenschaft eines für Instandsetzungsmaßnahmen vorgesehenen Produkts oder Systems, einer Temperaturwechselbeanspruchung standzuhalten, wenn es einen Verbund mit einer vorbereiteten Unterlage aus Beton eingegangen ist.

Tränken (siehe Füllart)

Trennmittel

Stoffe, die das Ausschalen von Bauteilen erleichtern.

Trockenmörtel

Trockenmörtel ist das Gemenge aus Zement, Gesteinskörnung und Zusätzen. Trockenmörtel kann Kunststoff (Polymeranteil) in Form von Pulver enthalten.

Trockenschichtdicke

Dicke einer Beschichtung nach Trocknung oder Erhärtung.

Untergrundvorbereitung

„Maßnahmen auf Untergründen mittels Geräten, Maschinen, Werkzeugen, z. B. Entfernen von Ausblühungen und nicht tragfähigen Beschichtungen sowie Putzen, Ausschäumungen, Hochdruckreinigen, Verschluss von Fehlstellen und Fugen, Aufbringen von Grundierungen, Haftbrücken, Putzfestigern“ (DIN 18550-1).

Untergrundvorbehandlung

Zusätzliche Maßnahmen im Anschluss an die Untergrundvorbereitung unter Zuhilfenahme von Stoffen zur Schaffung eines für die Applikation des Instandsetzungssystems erforderlichen Untergrundes.

BEISPIELE: Aufbringen einer Kratzspachtelung, Aufbringen einer Verfestigung.

Verarbeitbarkeitsdauer

Zeit, während der der angemischte Stoff in den verwendeten Gebinden bzw. Mengen und innerhalb der Anwendungsgrenzen verarbeitbar bleibt.

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Die Verarbeitbarkeitsdauer wird vom Hersteller angegeben.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Die Verarbeitbarkeitsdauer hängt von der Temperatur, der Luftfeuchte, dem Volumen des gemischten Rissfüllstoffes (A + B), der Reaktionsfähigkeit des Rissfüllstoffes und der Injektionstechnologie ab. Die Reaktionsfähigkeit des Rissfüllstoffes und das Volumen des gemischten Rissfüllstoffes sollten entsprechend diesen Parametern sowie entsprechend der Zeitspanne, die voraussichtlich zum Injizieren in das Betontragwerk erforderlich ist, ausgewählt werden.

Verbesserung

Anheben des ursprünglichen Sollzustands zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Nutzungsdauer, um die Standsicherheit oder die Gebrauchstauglichkeit gegenüber den bisherigen Vorgaben zu steigern (siehe auch Instandsetzung, z. B. Verstärkung zur Erhöhung der Tragfähigkeit).

Verdämmung

Temporäre Abdichtung an der Bauteiloberfläche im Riss- und Hohlrumbereich, die während des Füllens das Austreten des Rissfüllstoffes verhindert.

Vergießen

Rissfüllstoffe: siehe Füllart,

Betonersatz: siehe Betonieren.

Vergussbeton/Vergussmörtel

Vergussbeton (Größtkorn > 4 mm) / Vergussmörtel (Größtkorn ≤ 4 mm) besteht aus einem trockenen Gemisch aus Zement, mineralischer Gesteinskörnung und gegebenenfalls Betonzusatzmitteln und/oder Betonzusatzstoffen. Vergussbeton/Vergussmörtel wird werkmäßig hergestellt und nach einer bestimmten Wasserzugabe an der Einbaustelle nach einer gesonderten Arbeitsanweisung hergestellt und in fließfähiger Konsistenz verarbeitet.

Verschleiß

Abnutzung durch mechanische Beanspruchung.

Viskosität

Auf der inneren Reibung beruhende Zähigkeit einer Flüssigkeit.

Wasserzementwert

Das Verhältnis w/z (in Masseteilen), in dem Wasser w und Zement z im Frischbeton enthalten sind.

Wartung

„Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates“ (DIN 31051:2019-06). Wartungsarbeiten dienen lediglich der Aufrechterhaltung der Funktionalität eines Bauteils und beinhalten keine Instandsetzungs- oder Verbesserungsmaßnahmen.

Zementleim (ZL)

Instandsetzungsprodukt mit hydraulisch härtendem Bindemittel, bestehend aus Wasser und Zement (einschließlich Zusatzmitteln und Zusatzstoffen).

Zementsuspension (ZS)

Instandsetzungsprodukt mit hydraulisch härtendem Bindemittel, bestehend aus Wasser und ggf. Zusatzmitteln sowie Feinstzement und ggf. Zusatzstoffen.

10.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung der Teile 1 und 2 der Technischen Regel gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen:

10.2.1 Abkürzungen

<i>1-K</i> <i>bzw.</i> <i>2-K</i>	Einkomponentig bzw. zweikomponentig
<i>CIF</i>	Kapillares Saugen, innere Schädigung und Frost-Tau-Wechsel-Versuch
<i>CDF</i>	Kapillares Saugen von Taumittellösungen und Frost-Tau-Wechsel-Versuch
<i>D</i>	Dehnbar (ductile)
<i>DY</i>	Feuchtezustand: trocken (dry)
<i>DP</i>	Feuchtezustand: feucht (damp)
<i>D-I(P)</i>	Polymerer Rissfüllstoff, welcher über Injektion appliziert wird und zu einem dehnfähigen Verbund führt
<i>EP</i>	Epoxidharz
<i>F</i>	Kraftschlüssig (force transmitting)
<i>F-I(H)</i>	Hydraulisch erhärtender Rissfüllstoff, welcher über Injektion appliziert wird und zu einem kraftschlüssigen Verbund führt
<i>F-I(P)</i>	Polymerer Rissfüllstoff, welcher über Injektion appliziert wird und zu einem kraftschlüssigen Verbund führt
<i>F-V(H)</i>	Hydraulisch erhärtender Rissfüllstoff, welcher über Vergießen appliziert wird und zu einem kraftschlüssigen Verbund führt
<i>F-V(P)</i>	Polymerer Rissfüllstoff, welcher über Vergießen appliziert wird und zu einem kraftschlüssigen Verbund führt
<i>GT</i>	Gewichtsteile
<i>H</i>	Rissfüllstoff mit hydraulisch erhärtendem Bindemittel
<i>HFR</i>	Zyklisch hochfrequent (High Frequent)
<i>hwO</i>	Hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht
<i>I</i>	Injektion
<i>KKS</i>	Kathodischer Korrosionsschutz
<i>LFR</i>	Zyklisch niederfrequent (Low Frequent)
<i>MBO</i>	Musterbauordnung
<i>nfA</i>	Nichtflüchtiger Anteil
<i>P</i>	Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel
<i>PRC</i>	Beton als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung mit reaktivem Polymerbindemittel hergestellt (Polymer Repair Concrete), $D > 4$ mm

<i>PRM</i>	Mörtel als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung mit reaktivem Polymerbindemittel hergestellt (Polymer Repair Mortar), $D \leq 4$ mm
<i>PUR</i>	Polyurethan
<i>RC</i>	Beton als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung im Handauftrag/Betonierverfahren (Repair Concrete), $D > 4$ mm
<i>RM</i>	Mörtel als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung im Handauftrag/Betonierverfahren (Repair Mortar), $D \leq 4$ mm
<i>SKP</i>	Sachkundiger Planer bzw. Sachkundige Planerin
<i>SPUR</i>	Schnell schäumendes Polyurethan
<i>SRC</i>	Beton als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung im Spritzauftrag (Sprayable Repair Concrete), $D > 4$ mm
<i>SRM</i>	Mörtel als Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung im Spritzauftrag (Sprayable Repair Mortar), $D \leq 4$ mm
<i>V</i>	Vergießen
<i>WT</i>	Feuchtezustand: nass (wet)
<i>WF</i>	Feuchtezustand: fließendes Wasser (waterflow)
<i>ZL</i>	Zementleim
<i>ZL-I</i>	Zementleim, welcher mittels Injektion appliziert wird
<i>ZL-V</i>	Zementleim, welcher mittels Vergießens appliziert wird
<i>ZS</i>	Zementsuspension
<i>ZS-I</i>	Zementsuspension, welche mittels Injektion appliziert wird
<i>ZS-V</i>	Zementsuspension, welche mittels Vergießens appliziert wird

10.2.2 Formelzeichen

$\alpha_t(-20^\circ\text{C}/+40^\circ\text{C})$	Wärmeausdehnungskoeffizient	[K ⁻¹]
D	Größtkorn	[mm]
D_{Cl}	Chloridmigrationskoeffizient	[m ² /s]
$d_{E,d}$	Bemessungswert der Schichtdicke bei Betonersatz	[mm]
$d_{E,min}$	minimale Schichtdicke; 5 %-Quantil der gemessenen oder berechneten Schichtdicke bei Betonersatz	[mm]
$d_{E,nom}$	nominale Schichtdicke; mittlere Schichtdicke; charakteristischer Wert der Schichtdicke bei Betonersatz	[mm]
Δd_E	Vorhaltemaß der Schichtdicke, abhängig von der erzielten Rautiefe bei Betonersatz	[mm]
$d_{ist,max}$	Schichtdicke, größter Einzelwert einer Prüfserie bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
$d_{ist,min}$	Schichtdicke, kleinster Einzelwert einer Prüfserie bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
$d_{ist,m}$	mittlere Schichtdicke einer Prüfserie bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
$d_{k,90}$	Carbonatisierungstiefe nach 90 d	[mm]
$d_{max,P}$	Produktspezifische Maximalschichtdicke bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
$d_{min,P}$	Produktspezifische Mindestschichtdicke bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
$d_{min,S}$	Systemspezifische Mindestschichtdicke bei Oberflächenschutzsystemen	[µm]
ε_Q	Quellmaß	[‰]
ε_S	Schwindmaß	[‰]
E_{28d}	Elastizitätsmodul nach 28-tägiger Lagerung	[GPa]
$f_{BZ,28}$	Biegezugfestigkeit nach 28-tägiger Lagerung bei OS und Betonersatz (äquivalent zu anderen Lagerungsdauern, z.B. 1, 2, 7, 90 Tage)	[MPa]
$f_{BZ,90} (MWW)$	Biegezugfestigkeit nach 90-tägiger Lagerung bei Wasserwechselbeanspruchung	[MPa]
$f_{BZ,56} (\text{Lag. Ca(OH)}_2)$	Biegezugfestigkeit nach 28-tägiger Lagerung B und anschließender 28-tägiger Lagerung in Calciumhydroxydlösung	[MPa]
$f_{BZ,90} (\text{Lag. Ca(OH)}_2)$	Biegezugfestigkeit nach 28-tägiger Lagerung B, anschließender 28-tägiger Lagerung in Calciumhydroxydlösung und 34-tägiger Lagerung B	[MPa]
$f_{D,28}$	Druckfestigkeit nach 28-tägiger Lagerung bei OS und Betonersatz (äquivalent zu anderen Lagerungsdauern, z.B. 1, 2, 7, 90 Tage)	[MPa]
$f_{c,7d}$	Druckfestigkeit nach 7-tägiger Lagerung bei Rissfüllstoffen	[MPa]
f_{ct}	Haftzugfestigkeit bei Rissfüllstoffen	[MPa]
f_{HZ}	Haftzugfestigkeit bei Betonersatz	[MPa]

FV	Anteil Festkörpervolumen des Beschichtungsstoffes	[-]
m_{28}	Abwitterung nach 28 Zyklen im CIF-/CDF-Test	[g/m ²]
$m_{min,P}$	Materialverbrauch bei Oberflächenschutzsystemen	[kg/m ²]
m_s	Applikationsmenge bei Oberflächenschutzsystemen	[kg/m ²]
m_z	Mengenzuschlag zur Sicherstellung der Mindestschichtdicke bei Oberflächenschutzsystemen	[kg/m ²]
$Q_{m_{28}}$	95%-Quantil der Abwitterung nach 28 Zyklen im CIF-/CDF-Test	[g/m ²]
$R_{u,n}$	Quotient des relativen dynamischen E-Moduls nach und vor dem CIF-/CDF-Test	[-]
s_D	Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	[m]
T_{min}	Temperatur minimal	[° C]
T_{norm}	Temperatur normal	[° C]
T_{max}	Temperatur maximal	[° C]
w	Rissbreite	[mm]
Δw	Rissbreitenänderung	[mm]
w	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit	[kg/(m ² ·h ^{0,5})]
W_{24}	kapillare Wasseraufnahme nach 24-stündiger Prüfdauer	[kg/(m ² ·h ^{0,5})]