

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

- Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze**
- Teil 2: Bauprodukte und Anwendung**
- Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung**
- Teil 4: Prüfverfahren**

Ausgabe Oktober 2001

Ersatz für

Ausgabe August 1990 (Teile 1 und 2); bisherige Vertriebsnummer 65014

Ausgabe Februar 1991 (Teil 3); bisherige Vertriebsnummer 65015

Ausgabe November 1992 (Teil 4); bisherige Vertriebsnummer 65016

Herausgeber:

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb

im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin

Tel.: (0 30) 26 01-20 39 Fax: (0 30) 26 01-17 23

dafstb@din.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Berichtigungen zur DAfStb-Richtlinie

"Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" (Instandsetzungs-Richtlinie)

Ausgabe Oktober 2001

Zu Teil 1: "Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze"

Abschnitt 1, Fußnote 1: Der Ausdruck in Klammern muss heißen: *"Ausgabe 1988 und frühere Ausgaben"*

Zu Teil 2: "Bauprodukte und Anwendung"

Abschnitt 5.2 (8): Ersetzen im 1. Satz: *„darf in der Praxis nicht unterschritten werden“* durch *„ d_{min} der hwO ist auf 95 % der zu bearbeitenden Fläche zu erreichen. 5 % der Fläche darf Minderdicken bis zu $0,7 \cdot d_{min}$ aufweisen. Mehrdicken werden mit höchstens 20 % berücksichtigt.“*

Tabelle 5.1, Blatt 3, Spalte 9, Zeile 2 (Anwendungsbereiche OS 11 (OS F)): Es ist zu ergänzen: *„Bei befahrenen Freidecks darf nur Aufbau OS 11a (OS F a) eingesetzt werden.“*

Tabelle 5.1, Blatt 3, Spalte 9, Zeile 5 (Regelaufbau OS 11 (OS F)): Es muß heißen: *„Nicht vorgefüllte elastische Oberflächenschutzschicht...“*

Tabelle 5.2, Zeile 2, Fußnote*: Es muss heißen: *„* Gesamtschichtdicke incl. Grundierung und Deckversiegelung.“*

Tabelle 5.3, Blatt 3, Spalte 3, Zeile 24: Beim 1. Spiegelstrich ergänzen: *„bei OS 11 a (OS F a)“,* dahinter neue Zeile einfügen: *„- Oberflächige Anrisse bei OS 11 b (OS F b) $\leq 50 \mu m$.“;* die folgenden 2 Spiegelstrich bleiben unverändert

Tabelle 6.5, Spalte 2, Zeilen 1 bis 11: Die Abschnittsverweise müssen heißen: *6.1.2 (Zeile 1) bis 6.1.12 (Zeile 11) sowie 6.2.4 (Zeile 12) und 6.2.5 (Zeile 13)*

Tabelle 6.6, Blätter 1 und 2, Spalte 2, Zeilen 1 bis 13: Die Abschnittsverweise müssen heißen: *6.3.2 (Zeile 1) bis 6.3.14 (Zeile 13) sowie 6.4.4 (Zeile 14) bis 6.4.6 (Zeile 16)*

Tabelle 6.7, Blatt 1, Spalte 2, Zeilen 20 und 21: Die Abschnittsverweise müssen heißen: *6.6.9 und 6.6.10*

Tabelle 6.7, Blatt 2, Spalte 2, Zeile 5: Der Abschnittsverweis muss heißen: *6.5.5*

Zu Teil 3: "Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung"

Abschnitt 3.5 (7): Der Klammerausdruck muss heißen: *„...(der kleinere Wert ist maßgebend)...“*

Anhang A: Zeile 34 ist zu streichen.

Zu Teil 4: "Prüfverfahren"

Inhaltsverzeichnis: Es fehlt Abschnitt 6.5.9 *"Sedimentationsverhalten"*

Abschnitt 2.5.9, Fußnote 2: Es muss heißen: *"Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsgrundsätze), DIBt, in der jeweils gültigen Fassung (derzeit: Mai 2000)"*

Abschnitt 2.6.2 (2): Es muss heißen: *"Der Beton muss der Festigkeitsklasse C 50/55 nach DIN EN 206-1 entsprechen."*

Abschnitt 6.3.10 (4): Es muss heißen: *"...gemäß Tabelle 21..."*

Abschnitt 6.4.1 (2), dritter Spiegelstrich: Es muss heißen: *"- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken gemäß Teil 2, Tabelle 6.2"*

Abschnitt 6.5.10 (1): Es muss heißen: *"Die Ermittlung der Druckfestigkeit erfolgt im Probenalter von 2, 7 und 28 Tagen an je 3 ZL-/ZS-Prismen 40 mm x 40 mm x 160 mm."*

Abschnitt 6.5.12 (1): Es muss heißen: *"Die elektrochemische Prüfung erfolgt an zylindrischen Probekörpern aus ZL/ZLS mit eingebettetem Rundstabstahl gemäß den Grundsätzen für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsgrundsätze) des DIBt."*

Tabelle 9, Spalte 1: Die Zeilennummern 22 - 27 jeweils einzeln ersetzen durch 23 - 28

Tabelle 9, Zeile 22 (neu): Nach Zeile 21 einfügen: *"22, Quellen, Prüfung nach 3.6.3.2"*, ansonsten wie Schwinden (Zeile 23 neu)

Tabelle 19, Spalte 2, Zeile 5: Es muss heißen: *"Prüfung nach Abschnitt 6.3.6"*

Tabelle 19, Spalte 2, Zeile 6: Es muss heißen: *"Prüfungen nach den Abschnitten 6.3.7, 6.3.8 und 6.3.9"*

2. Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie

„Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie)

Ausgabe Oktober 2001

Vorwort zur 2. Berichtigung:

Bei der Überarbeitung des Teils 2 der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe August 1990, wurde davon ausgegangen, dass das Oberflächenschutzsystem OS 8 zukünftig über eine europäische Norm für Fußbodenbeschichtungssysteme geregelt wird. Diese europäische Norm lag zum Zeitpunkt der Herausgabe des neuen Teils 2 der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe Oktober 2001, noch nicht veröffentlicht vor. Entgegen der Planung wurden schließlich in DIN EN 13813:2003-01 „Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen – Eigenschaften und Anforderungen“ nur Estrichmörtel für Fußbodenkonstruktionen in Innenräumen aufgenommen, so dass ein Oberflächenschutzsystem, entsprechend dem Anwendungsprofil von OS 8, nicht mehr geregelt war. Die 2. Berichtigung enthält daher die aus der 1990er-Richtlinie übernommenen und den neuen Entwicklungen angepassten Anforderungen an das OS 8-System.

Zu Teil 2: „Bauprodukte und Anwendung“

Tabelle 2.3:

Zeile 6 wird eingefügt:

- Spalte 1: OS 8
- Spalte 2: 2,0
- Spalte 3: 1,5

Tabelle 5.1, Blatt 2:

Es wird eine neue Spalte 6a zwischen den Spalten 6 und 7 eingefügt:

- *Spaltenkopf: OS 8*
- Zeile 1: *Starre Beschichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen*
- Zeile 2: *Alle mechanisch und chemisch beanspruchten Betonflächen, z.B. Fahrbahnen, Rampen, Industrieböden*
- Zeile 3:
 - gefordert
 - *Verhinderung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen*
 - *Verbesserung der Chemikalienbeständigkeit*
 - *Verbesserung des Verschleißwiderstandes*
 - *Verbesserung des Frost- oder Frost-Tausalz widerstandes*
 - *Verbesserung der Griffbarkeit*
 - *Erhöhung der Schlagfestigkeit*
 - nicht gefordert
 - *Verhinderung der Kohlendioxid diffusion*
 - *Starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion*
- Zeile 4: *Epoxidharz*
- Zeile 5:
 - 1. Grundierung*
 - 2. verschleißfeste, ggf. vorgefüllte Oberflächenschutzschicht abgestreut, ggf. mehrlagig*
 - 3. ggf. Deckversiegelung*
- Zeile 6: *wie Zeile 6, Spalten 5, 6 und 7*
- Zeile 7: *–*

Tabelle 5.2:

Eine neue Zeile wird zwischen den vorhandenen Zeilen für OS 5b und OS 9 eingefügt:

- Spalte 1: OS 8
- Spalte 2: 2500*, 1500**
- Spalte 3: 0,5
1,0
- Spalte 4: 750
1200

Unter Tabelle 5.2 wird eine Fußnote ergänzt:

**** Gesamtschichtdicke incl. Grundierung und Deckversiegelung bei reinen Schutzmaßnahmen im Sinne von DIN EN 13813**

Tabelle 5.3, Blatt 2, Zeile 19, Spalte 3:

Eine neue Zeile wird eingefügt: OS 8 2,0 1,5

Tabelle 5.3, Blatt 2, Zeile 20 (obere Tabelle), Spalte 3:

Eine neue Zeile wird eingefügt: OS 8 2,0 1,5

Tabelle 5.3, Blatt 2, Zeile 20 (untere Tabelle), Spalte 3:

Eine neue Zeile wird eingefügt: OS 8 2,0 1,5

Tabelle 5.3, Blatt 3, Zeile 26, Spalte 3:

Es wird zweimal OS 13 durch OS 8, OS 13 ersetzt.

Tabelle 5.3, Blatt 3, Zeile 28, Spalte 3:

Es wird OS 13 durch OS 8, OS 13 ersetzt.

Tabelle 5.4, Blatt 1:

Es wird eine neue Spalte 9a zwischen den Spalten 9 und 10 eingefügt:

Spaltenkopf: *Epoxidharz, OS 8*

– Prüfungen *x* bzw. (*x*) wie in Spalte 19

Tabelle 5.4, Blatt 2:

Es wird eine neue Spalte 9a zwischen den Spalten 9 und 10 eingefügt:

Spaltenkopf: „Epoxidharz, OS 8“

– Zeile 20 oben: *x*⁶⁾

– Zeile 20 unten: *x*⁷⁾

– Zeile 26: *x*

– Zeile 27: *x*

– Zeile 28: *x*

– Zeile 29: *x*

Unter Tabelle 5.4, Blatt 2, werden zwei Fußnoten ergänzt:

⁶⁾ für Anwendung im Außenbereich

⁷⁾ für Anwendung im Innenbereich

Tabelle 5.5

Es wird eine neue Spalte 9a zwischen den Spalten 9 und 10 eingefügt:

Spaltenkopf: *Epoxidharz, OS 8*

– Prüfungen *xo, o* bzw. (*xo*) wie in Spalte 19

Zu Teil 4: „Prüfverfahren“

Abschnitt 5.4.2 (1):

Es wird (OS 9, OS 11, OS 13 und Feinspachtel) durch (OS 8, OS 9, OS 11, OS 13 und Feinspachtel) ersetzt.

Abschnitt 5.5.10.2 Überschrift:

Es wird *nur* OS 13 durch *nur* OS 8 und OS 13 ersetzt.

Abschnitt 5.5.11 (3):

Es wird OS 2 und OS 4 durch OS 2, OS 4 und OS 8 ersetzt.

3. Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

(Instandsetzungs-Richtlinie)

Ausgabe Oktober 2001

Vertriebs-Nr. 65030

Ausgabe der 3. Berichtigung: September 2014

Vorwort zur 3. Berichtigung:

In der Fassung der DIN 18551:2010-02 *Spritzbeton – Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen* wurde der Spritzmörtel gemäß Definition in Abschnitt 3.1.6 als eigenständiges Produkt mit einem Größtkorn bis 4 mm bzw. bis 5 mm bei Splitt definiert. Darüber hinaus wird in DIN 18551:2010-02, Abschnitt 1, 3. Absatz festgelegt, dass die DIN auch für Spritzmörtel gilt, sofern dieser wie Spritzbeton im Sinne der Definition nach DIN EN 14487-1 verwendet wird. Aus dem Querbezug zur DIN EN 14487-1, die auch die Instandsetzung mit Spritzbeton vorsieht, wurde abgeleitet, dass Spritzmörtel nun auch für die Instandsetzung von Betonbauteilen verwendet werden darf. Die DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Ausgabe 2001 (RL-SIB), lässt nur die Instandsetzung von Betonbauteilen mit Spritzbeton nach DIN 18551 zu. Der Einsatz von Spritzmörtel für die Instandsetzung ist nicht vorgesehen. Im damaligen Geltungsbereich der zur RL-SIB gehörigen Ausgabe der DIN 18551:1992-03 durfte Spritzmörtel lediglich für die Herstellung von tragenden Bauteilen verwendet werden. Auch in DIN 18551:2005-01 war diese Einschränkung noch enthalten.

Spritzmörtel darf derzeit nach der RL-SIB für die Instandsetzung von Betonbauteilen nur in Form von SPCC verwendet werden. Voraussetzung hierfür sind zusätzliche Leistungsmerkmale im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit und das Verbundverhalten, die beim Spritzmörtel nach DIN 18551 fehlen. Um zeitnah Klarheit hinsichtlich der Normensituation zu schaffen und dem Wunsch der Praxis nachzukommen, den Einsatz von Spritzmörtel, der nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 zusammengesetzt ist, in der Instandsetzung unter gewissen einschränkenden Randbedingungen zu ermöglichen, hat der DAfStb beschlossen, Regelungen in diese 3. Berichtigung zur RL-SIB (Ausgabe 2001) aufzunehmen. Ergänzend wird die Anwendung des Spritzmörtels in der geplanten Neuausgabe der DIN 18551, die im Jahr 2014 erscheinen soll, neu definiert und gegenüber dem Bereich der Instandsetzung abgegrenzt.

Weiterhin wurde seitens der Produkthersteller und Anwender der Wunsch geäußert, die Anwendung von Vergussbeton nach der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel (Vergussbetonrichtlinie)“ für die Instandsetzung von Betonbauteilen zu ermöglichen. Die genannte Richtlinie wurde für den „klassischen Verguss“, z. B. für das Ausfüllen von Fugen oder das Einbetonieren von Stützen in Köcherfundamente, entwickelt. Sie erlaubt den Einsatz von Vergussbeton oder Vergussmörtel als Betonersatz im Sinne der DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen lediglich für das Unter- bzw. Vergießen von Bauteilen bzw. das Vergießen kleinformatiger Fehlstellen, Spalten und Hohlräume. Dagegen schließt die Richtlinie die Verwendung von Vergussbeton oder Vergussmörtel als Instandsetzungsbeton/Instandsetzungsmörtel nach RL-SIB für den großformatigen Betonersatz aus. Diese Berichtigung legt nun Anforderungen an Vergussbeton und Vergussmörtel fest, unter denen diese in der Instandsetzung eingesetzt werden können.

Zu Teil 1 der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe Oktober 2001: „Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze“

Definitionen im Anhang „Begriffe“ zum Teil 1 werden ergänzt:

Spritzmörtel

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

Vergussbeton

Vergussbeton besteht aus einem trockenen Gemisch aus Zement, mineralischer Gesteinskörnung und gegebenenfalls Betonzusatzmitteln und/oder Betonzusatzstoffen. Vergussbeton wird werkmäßig hergestellt, trocken und witterungsgeschützt gelagert und nach einer bestimmten Wasserzugabe an der Einbaustelle nach einer gesonderten Arbeitsanweisung hergestellt und in fließfähiger Konsistenz verarbeitet. Vergussbeton wird definiert durch eine Gesteinskörnung mit einem Größtkorn > 4 mm.

Vergussmörtel

Vergussmörtel besteht aus einem trockenen Gemisch aus Zement, mineralischer Gesteinskörnung und gegebenenfalls Betonzusatzmitteln und/oder Betonzusatzstoffen. Vergussmörtel wird werkmäßig hergestellt, trocken und witterungsgeschützt gelagert und nach einer bestimmten Wasserzugabe an der Einbaustelle nach einer gesonderten Arbeitsanweisung hergestellt und in fließfähiger Konsistenz verarbeitet. Vergussmörtel wird definiert durch eine Gesteinskörnung mit einem Größtkorn ≤ 4 mm.

Zu 1 Anwendungsbereich, Absatz (3) wird ersetzt durch:

(3) Die Richtlinie gilt für Stoffe, Stoffsysteme und Ausführungsverfahren (s. Teil 2),

- deren grundsätzliche Eignung durch Grundprüfungen (siehe Teile 2 und 4) nachgewiesen ist oder
- die den Regelungen der Normenreihe DIN EN 206-1 und DIN 1045 entsprechen oder
- die den Regelungen der Normenreihe DIN 4227 oder
- die den Regelungen von DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 entsprechen oder
- die den Regelungen der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ entsprechen.

Zu 3 Planung

Zu 3.1 Allgemeines, Absätze (6) bis (12) werden hinzugefügt:

(6) Spritzmörtel, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 hergestellt und gemäß den Anforderungen der Überwachungskategorien 2 oder 3 (nur Instandhaltung) überwacht sowie entsprechend den dort geregelten Anforderungen an eine Ausführung für die Instandsetzung verarbeitet wird, darf bei der Instandsetzung von Betonbauteilen für folgende Anwendungen eingesetzt werden:

- a) Erhöhung/Herstellung der Betondeckung für Bauteile in den Expositionsclassen X0, XC1 und XC2 in Schichtdicken bis höchstens 30 mm ohne zusätzliche Prüfungen;
- b) Erhöhung/Herstellung der Betondeckung für Bauteile in den Expositionsclassen XC3, XC4 und XF1 in Schichtdicken bis höchstens 30 mm mit zusätzlichen Prüfungen gemäß Teil 2, Tabelle 4.7, Zeilen 26 (bei Verzicht auf Zeile 26 zusätzlicher Oberflächenschutz erforderlich), 30 (senkrecht und über Kopf), 33, 35;
- c) Erhöhung/Herstellung der Betondeckung für Bauteile in allen anderen Expositionsclassen in Schichtdicken bis höchstens 30 mm mit zusätzlichen Prüfungen gemäß Teil 2, Tabellen 4.4 und 4.7, außer Zeilen 3 bis 11, 13, 14, 17, 18, 22, 27, 34, 37 und 38.

(7) Sofern der Hersteller diese zusätzlichen Prüfungen nicht selbst durchführen kann, sind geeignete Prüfstellen zu beauftragen. Die Prüfergebnisse sind im Rahmen der Zertifizierung des Spritzmörtels zu bewerten.

(8) Vergussbetone gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ der Schwindklasse SKVB 0 und SKVB I dürfen zur Reprofilierung von Betonbauteilen wie Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 eingesetzt werden.

(9) Vergussbeton gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ darf bei der Instandsetzung von Betonbauteilen wie Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 eingesetzt werden. Der Vergussbeton muss zur Sicherstellung des Verbundes bewehrt und über Verankerungselemente mit dem Betonuntergrund verbunden werden. Verankerung und Bewehrung müssen hinsichtlich Verbund und gegebenenfalls hinsichtlich Zwang nachgewiesen werden.

(10) Bei der Verwendung von Vergussbeton zur Reprofilierung druckbeanspruchter Stützen ist in der Regel eine Umschnürungsbewehrung erforderlich. Der Einfluss der Verformungseigenschaften des Vergussbetons (E-Modul, Kriechen, Schwinden) auf die Spannungsverteilung im Stützenquerschnitt ist zu beachten.

(11) Vergussmörtel gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ der Schwindklassen SKVM 0, SKVM I und SKVM II dürfen nur zum Verfüllen von größeren Hohlräumen in Betonbauteilen eingesetzt werden, sofern die Zugänglichkeit zu der Hohlstelle sichergestellt ist. Die Anwendung erfolgt analog der Verwendung von Zementleim oder Feinstzementsuspension. Die Verwendung von Vergussmörteln der Schwindklasse SKVM III ist nicht zulässig.

(12) In den zuvor genannten Anwendungsfällen für Vergussmörtel und Vergussbeton sind keine Grundprüfungen im Sinne dieser Richtlinie erforderlich.

(13) Applikation und Erhärtung von Spritzmörtel, Vergussmörtel und Vergussbeton unter dynamischer Beanspruchung sind nicht zulässig. Eine dynamische Beanspruchung darf frühestens dann aufgebracht werden, wenn der Betonersatz eine Druckfestigkeit von mindestens 50 % der Nennfestigkeit erreicht hat.

Zu 4 Ausführung, Absatz (3) wird ersetzt durch:

(3) Die verwendeten Baustoffe müssen den Anforderungen gemäß Teil 2 genügen. Die grundsätzliche Eignung der Baustoffe und ihre Verträglichkeit untereinander sind im Rahmen von Grundprüfungen nachzuweisen; Anforderungen enthält Teil 2, Prüfverfahren enthält Teil 4. Für

- Beton nach der Normenreihe DIN 1045 in Verbindung mit DIN EN 206-1,
- Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551,
- Spritzmörtel, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 hergestellt und gemäß Abschnitt 3.1 (6) a) dieser Berichtigung verwendet wird sowie für
- Vergussbeton und Vergussmörtel gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“

sind Grundprüfungen nach der Instandsetzungs-Richtlinie nicht erforderlich, wenn die in den genannten Regelwerken aufgeführten Anwendungsbedingungen eingehalten werden.

Zu Teil 2 der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe Oktober 2001: „Bauprodukte und Anwendung“

Zu 2.3 Anforderungen

Zu 2.3.1 Allgemeines, Absatz (3) wird ersetzt durch:

(3) Bei Spritzbeton sind die Anforderungen von DIN EN 14887-1 in Verbindung DIN 18551, Abschnitte 1 bis 4, zu beachten. DIN 18551 gilt nicht für SPCC.

(4) Bei Spritzmörtel, der wie Spritzbeton hergestellt wird, sind die Anforderungen von DIN EN 14887-1 in Verbindung DIN 18551, Abschnitte 1 bis 4 sowie die Anforderungen gemäß 3. Berichtigung zur Instandsetzungs-Richtlinie, Teil 1, Abschnitt 3.1, Absätze (6), (7) und (12) sowie Abschnitt 4 (3) zu beachten.

(5) Bei Vergussbeton und Vergussmörtel nach der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ sind die Anforderungen gemäß 3. Berichtigung zur Instandsetzungs-Richtlinie, Teil 1, Abschnitt 3.1, Absätze (8) bis (12) und Abschnitt 4 (3) sowie alle anderen Anforderungen einzuhalten.

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

Zu 4 Instandsetzungsbetone und -mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten

Zu 4.1 Anwendungsbereich, Absatz (1) wird ersetzt durch:

(1) Die folgenden Regelungen betreffen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Teil 1 unter Verwendung von

- Beton nach der Normenreihe DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045;
- Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551, Abschnitte 1 bis 4;
- Spritzmörtel, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551, Abschnitte 1 bis 4, hergestellt wird;
- Vergussbeton oder Vergussmörtel nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“;
- Zementmörtel;
- kunststoffmodifiziertem Instandsetzungsbeton/-mörtel (PCC) mit zugehörigen Systemkomponenten;
- im Spritzverfahren aufzubringendem kunststoffmodifiziertem Instandsetzungsbeton/-mörtel(SPCC) mit zugehörigen Systemkomponenten;
- reaktionsharzgebundenem Instandsetzungsbeton/-mörtel (PC) mit zugehörigen Systemkomponenten.

Zu 4.3 Zementgebundene Betone und Mörtel

Abschnitt 4.3.1 wird ersetzt durch:

4.3.1 Beton, Spritzbeton und Spritzmörtel sowie Vergussbeton und Vergussmörtel

(1) Die Betonzusammensetzung und die Wahl der Ausgangsstoffe müssen den Anforderungen der Normenreihe DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045 unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen des instandzusetzenden Bauteils und der Art der äußeren Einwirkungen genügen. Dies gilt insbesondere, wenn erhöhte Anforderungen an das Bauteil gestellt werden oder besondere Betoneigenschaften gefordert sind. Für Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 sowie für Vergussbeton oder Vergussmörtel gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ gilt sinngemäß das gleiche.

(2) Für Spritzmörtel, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 hergestellt wird, sind hinsichtlich Betonzusammensetzung und Wahl der Ausgangsstoffe die Anforderungen der Normenreihe DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045 für die jeweiligen Expositionsklassen zu beachten.

(3) Die Anforderungen an das Brandverhalten können durch Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045, Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551, Spritzmörtel, der wie Spritzbeton hergestellt wird oder durch Vergussbeton bzw. Vergussmörtel erfüllt werden.

Zu 4.5 Anwendung

Abschnitte 4.5.2 und 4.5.3 werden ersetzt durch:

4.5.2 Beton, Spritzbeton und Spritzmörtel sowie Vergussbeton und Vergussmörtel

Beton und Spritzbeton sind entsprechend den Normen herzustellen, zu verarbeiten und einzubauen (siehe auch Abschnitt 4.3.1). Dies gilt auch für Spritzmörtel, der den Anforderungen der DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 sowie für Vergussbeton oder Vergussmörtel, der den Anforderungen der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ entspricht.

4.5.3 Zementmörtel/Trockenbeton

(1) Zusätzlich zu Abschnitt 4.3.2 gelten für Zementmörtel die Angaben von Abschnitt 4.5.2 sinngemäß.

(2) Für Trockenbeton und Trockenmörtel sind die Anforderungen der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton“ einzuhalten.

Zu Tabelle 4.2

Zeilen 2c) und 2d) werden ergänzt:

	Beton- bzw. Mörtelart	Größtkorn- durchmesser [mm]	Schichtdicke [mm]	
			min.	max.
	1	2	3	4
2c	Spritzmörtel, der den Anforderungen der DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551, Abschnitte 1 bis 4 entspricht	≤ 4	15	30
2d	Vergussbeton, der den Anforderungen gemäß Teil 1 dieser Richtlinie und gemäß DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ entspricht	> 4	60 ¹	25 x Größtkorn ²
¹ ANMERKUNG: Sicherstellung einer ausreichenden Betondeckung. ² Bei Schichtdicken ≥ 100 mm darf Vergussbeton der Frühfestigkeitsklassen A und B nicht verwendet werden.				

Neuer Abschnitt wird hinzugefügt:

6.6.3 Füllen von Hohlräumen

Zum Füllen größerer Hohlräume in Betonbauteilen dürfen auch Vergussmörtel nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ verwendet werden, wenn die Zugänglichkeit der Hohlstelle gegeben ist.

Zu 6.6.2.2 Ausführung, Absatz (2) wird ersetzt durch:

(2) Bei Verwendung von Zementleimen, Zementsuspensionen und Vergussmörtel sind trockene Rissflanken grundsätzlich gemäß den Angaben zur Ausführung vorzunässen.

Zu 6.8 Kraftschlüssiges Verbinden

Zu 6.8.1 Planung, neuer Absatz wird hinzugefügt:

(6) Für das Füllen von größeren Hohlräumen zur Übertragung von Druckkräften dürfen auch Vergussmörtel nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ mit Ausnahme der Schwindklasse SKVM III im Sinne der dort festgelegten Regelungen verwendet werden.

Zu Teil 3 der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe Oktober 2001: „Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung“

Zu 3.3.1 Allgemeines, erster Absatz wird ersetzt durch:

Bei Instandsetzungsmaßnahmen unter Verwendung von werksgemischten Stoffen sind zusätzlich zu den in den Anhängen A und B angegebenen Prüfungen im Rahmen der Ausführung zusätzliche Prüfungen nur in begründeten Ausnahmefällen erforderlich. Zusätzliche Prüfungen sind in Anlehnung an DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN EN 197-1, DIN 1164, DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551, DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ sowie Teil 2, Abschnitt 4 und Teil 4 dieser Richtlinie durchzuführen. Sie sind vom sachkundigen Planer vorzugeben.

Zu Anhang A (normativ) – Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen

Die Überschriften der Spalten 3 und 4 der Tabelle werden ersetzt durch:

Spalte 3: Beton¹/Vergussbeton und Vergussmörtel⁸ ÜK 2 (früher B II)

Spalte 4: Spritzbeton²/Spritzmörtel² Überwachungskategorie 2 bzw. 3 nach DIN EN 14487-1

Fußnote 2 wird ersetzt durch:

² Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DIN EN 14487 bzw. DIN 18551

Neue Fußnote 8 wird zur Tabelle hinzugefügt:

⁸ Bei Vergussbeton und Vergussmörtel Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze

Ausgabe Oktober 2001

Ersatz für
Ausgabe August 1990 (Teile 1 und 2);
bisherige Vertriebsnummer 65014

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. Nr. L 204 vom 21.07.1998, S. 37) sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin
Tel.: (0 30) 26 01-20 39 Fax: (0 30) 26 01-17 23
dafstb@din.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	4	6.4.3.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem	11
2 Begriffe	4	6.4.4 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C)	12
3 Planung	4	6.4.4.1 Grundsatzlösung C	12
3.1 Allgemeines	4	6.4.4.2 Anforderungen an den Betonausbruch	12
3.2 Beurteilung der Standsicherheit	4	6.4.4.3 Anforderungen an den Instandsetzungsbeton und das Oberflächenschutzsystem	12
3.3 Instandhaltung	5	6.5 Grundsatzlösungen bei Korrosion durch Chlorideinwirkung	12
4 Ausführung	5	6.5.1 Allgemeines	12
5 Grundsätze für Schutz und Instandsetzung des Betons	5	6.5.2 Vorbereitende Arbeiten	12
5.1 Ziele	5	6.5.3 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)	14
5.2 Vorbereitende Maßnahmen	5	6.5.3.1 Grundsatzlösung R1-CI: Dickbeschichtung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel	14
5.3 Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen	6	6.5.3.2 Grundsatzlösung R2-CI: Örtliche Ausbesserung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel	14
5.3.1 Allgemeines	6	6.5.4 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes (Instandsetzungsprinzip W-CI)	14
5.3.2 Aufgaben der Einzelmaßnahmen	6	6.5.4.1 Grundsatzlösung W-CI	14
5.3.2.1 Füllen von Rissen und Hohlräumen	6	6.5.4.2 Anforderungen an den Betonausbruch	14
5.3.2.2 Ausfüllen örtlich begrenzter Fehlstellen	6	6.5.4.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem	14
5.3.2.3 Großflächiges Auftragen von Mörtel und Beton	6	6.5.5 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C-CI)	14
5.3.2.4 Auftragen von Hydrophobierungen	7	6.5.5.1 Grundsatzlösung C-CI	14
5.3.2.5 Auftragen von Imprägnierungen (Grundierungen)	7	6.5.5.2 Anforderungen an den Betonausbruch	14
5.3.2.6 Auftragen von Beschichtungen	7	6.5.5.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem	14
5.3.3 Anforderungen an die Einzelmaßnahmen	7	6.5.6 Maßnahmen zur Chloridextraktion	14
6 Grundsätze für den Korrosionsschutz der Bewehrung	8	6.6 Kathodischer Korrosionsschutz	16
6.1 Allgemeines	8	6.6.1 Allgemeine Angaben	16
6.2 Instandsetzungsprinzipien	9	6.6.2 Bautechnische Ausführung	16
6.2.1 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)	9	7 Arbeitssicherheit und Umweltschutz	16
6.2.2 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (Instandsetzungsprinzip W)	9	Normen und weiteres Schrifttum	17
6.2.3 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C)	9	Anhang: Begriffe	18
6.2.4 Kathodischer Korrosionsschutz (Instandsetzungsprinzip K)	9		
6.3 Vorbeugender Korrosionsschutz	9		
6.3.1 Kriterien	9		
6.3.2 Maßnahmen	9		
6.4 Grundsatzlösungen bei Korrosion als Folge einer Karbonatisierung des Betons	9		
6.4.1 Vorbereitende Arbeiten	9		
6.4.2 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)	9		
6.4.2.1 Allgemeines	9		
6.4.2.2 Grundsatzlösung R1: Realkalisierung durch flächigen Auftrag von alkalischem Beton bzw. Mörtel	9		
6.4.2.3 Grundsatzlösung R2: Örtliche Ausbesserung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel	11		
6.4.3 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (Instandsetzungsprinzip W)	11		
6.4.3.1 Grundsatzlösung W	11		
6.4.3.2 Anforderungen an den Betonausbruch	11		

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Richtlinie regelt die Planung, Durchführung und Überwachung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen für Bauwerke und Bauteile aus Beton und Stahlbeton nach der Normenreihe DIN 1045¹, unabhängig davon, ob die Standsicherheit betroffen ist oder nicht². Für andere Betonbauwerke und Betonbauteile kann die Richtlinie sinngemäß angewandt werden, z. B. für Spannbetonbauwerke gemäß DIN 4227 und für Betonbauwerke außerhalb des Geltungsbereiches der Normenreihe DIN 1045. Diese Richtlinie enthält keine Regeln für den Nachweis der Standsicherheit.

(2) Die in dieser Richtlinie geregelten Schutz- und Instandsetzungsarbeiten sind:

- Herstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes der Bewehrung bei unzureichender Betondeckung
- 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.

(3) Die Richtlinie gilt für Stoffe, Stoffsysteme und Ausführungsverfahren (s. Teil 2),

- deren grundsätzliche Eignung durch Grundprüfungen (siehe Teile 2 und 4) nachgewiesen ist oder
- die den Regelungen der Normenreihe DIN 1045 entsprechen oder
- die den Regelungen der Normenreihe DIN 4227 entsprechen oder
- die den Regelungen von DIN 18551 entsprechen.

(4) Nicht geregelt wird der Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen; hierzu gilt die Normenreihe DIN 28052.

2 Begriffe

Die Begriffsbestimmungen gelten für alle Teile der Richtlinie; sie sind im Anhang zusammengestellt.

¹ Entweder DIN 1045 (Ausgabe 1988) oder DIN 1045-1, DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3 und DIN 1045-4 (Ausgabe 2001)

² Eine Gefährdung der Standsicherheit liegt nicht nur bei einem entsprechenden Schaden vor. Sie liegt auch dann vor, wenn ein Schaden mit großer Wahrscheinlichkeit künftig zu erwarten ist.

3 Planung

3.1 Allgemeines

(1) Mit der Beurteilung und Planung von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten muss ein sachkundiger Planer beauftragt werden, der die erforderlichen besonderen Kenntnisse auf dem Gebiet von Schutz und Instandsetzung bei Betonbauwerken hat.

(2) Vor der Ausführung sind der Istzustand des Bauteils zu ermitteln und dessen Sollzustand festzulegen. Dabei stellt der Istzustand die Summe der vorhandenen Eigenschaften und Beanspruchungen eines Bauwerks oder Bauteils vor Schutz und Instandsetzung dar, soweit diese zur Ermittlung der Ursache eines Mangels oder Schadens oder zur Festlegung des Sollzustandes festgestellt und angegeben werden müssen. Der Sollzustand stellt die Summe der verlangten Gebrauchseigenschaften eines Bauwerks oder Bauteils unter den voraussehbaren Beanspruchungen nach der Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme dar.

(3) Anhand einer Beurteilung des Istzustandes sind die Ursachen von Mängeln oder Schäden vom sachkundigen Planer schriftlich anzugeben. Aus den Ermittlungen des Ist- und Sollzustandes ist das Instandsetzungskonzept zu entwickeln. Auf dieser Basis ist ein Instandsetzungsplan aufzustellen.

(4) Für jedes Instandsetzungsvorhaben ist ein Instandsetzungsplan (gegebenenfalls einschließlich Leistungsverzeichnis) aufzustellen und zu beachten, der die Grundsätze für die Instandsetzung (Abschnitte 5 und 6), die Anforderungen an die Ausführung (Abschnitt 4) und erforderlichenfalls Fragen des Brandschutzes berücksichtigt. Dabei ist zu überprüfen, ob die Grundprüfungen die Verhältnisse des vorliegenden Falles grundsätzlich abdecken.

(5) Leistungen, die im Zusammenhang mit der Betoninstandsetzung stehen und die die Dauerhaftigkeit einer Betoninstandsetzungsmaßnahme wesentlich beeinflussen, z. B. Abdichtungen, sind im Instandsetzungskonzept zu berücksichtigen. Ebenso sind besondere Belastungen zu beschreiben, z. B. außergewöhnliche mechanische Belastungen oder chemische Angriffe.

3.2 Beurteilung der Standsicherheit

(1) Der sachkundige Planer legt fest, ob die geplante Maßnahme für die Erhaltung der Standsicherheit erforderlich ist und welche Maßnahmen zur Überwachung der Ausführung (s. Teil 3) zu treffen sind. Diese Angaben sind in die Ausschreibungsunterlagen aufzunehmen³.

³ z. B. Standardleistungsbuch für das Bauwesen; LB 081 – Betonerhaltungsarbeiten

(2) Für Instandsetzungsarbeiten nach dieser Richtlinie muss in jeder Phase, auch während der Ausführung, festgelegt sein, wer die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und wer die dazu erforderlichen Maßnahmen plant und ausführt. Nur in Verbindung damit dürfen die im Anwendungsbereich angeführten Arbeiten, auch wenn sie die Standsicherheit nicht direkt betreffen, ausgeführt werden.

3.3 Instandhaltung

Vom sachkundigen Planer ist für die gewählte Ausführung ein Instandhaltungsplan zu erstellen, der planmäßige Inspektionen und Angaben zu Wartung und Instandhaltungsmaßnahmen enthält.

4 Ausführung

(1) Die Arbeiten sind gemäß dem vom sachkundigen Planer aufgestellten Schutz- oder Instandsetzungsplan auszuführen. Die qualifizierte Führungskraft (siehe Teil 3, Abschnitt 1.2) hat einen detaillierten Arbeitsplan aufzustellen. Abweichungen vom Schutz- und Instandsetzungsplan müssen vom sachkundigen Planer festgelegt oder genehmigt und schriftlich festgehalten werden.

(2) Die Vorbehandlung des Betonuntergrundes ist so vorzunehmen, dass die in Teil 2, Abschnitte 1 und 2, angegebenen Anforderungen erfüllt werden.⁴

(3) Die verwendeten Baustoffe müssen den Anforderungen gemäß Teil 2 genügen. Die grundsätzliche Eignung der Baustoffe und ihre Verträglichkeit untereinander sind im Rahmen von Grundprüfungen nachzuweisen; Anforderungen enthält Teil 2, Prüfverfahren enthält Teil 4. Für Beton nach der Normenreihe DIN 1045 und für Spritzbeton nach DIN 18551 sind Grundprüfungen nicht erforderlich, wenn die in den genannten Normen aufgeführten Anwendungsbedingungen eingehalten werden.

(4) In den Teilen 2, 3 und 4 nicht erwähnte bzw. nicht mit Prüfungen belegte Stoffe und Verfahren dürfen nur angewandt werden, wenn ihre grundsätzliche Eignung in vergleichbaren Grundprüfungen nachgewiesen wurde und wenn für die Erfüllung der festgelegten Anforderungen Regelungen getroffen wurden.

(5) Die Herstellung der Baustoffe unterliegt einer werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und – soweit gefordert – der Überwachung durch eine hierfür anerkannte Stelle (Fremdüberwachung) gemäß Teil 2. Prüfverfahren enthält Teil 4.

(6) Sofern in dieser Richtlinie keine Forderungen gestellt werden, sind die vom Produkthersteller bereitzustellenden „Angaben zur Ausführung“ (bisher: Ausführungsanweisung) zu beachten.

(7) Personal und Geräte für die Ausführung müssen den Anforderungen in Teil 3 entsprechen.

(8) Für die Überwachung während der Ausführung gelten die Anforderungen von Teil 3.

(9) Für die Anforderungen an den Schutz von Personen und Umwelt während der Ausführung gilt Abschnitt 7.

5 Grundsätze für Schutz und Instandsetzung des Betons

5.1 Ziele

(1) Das Ziel von Schutzmaßnahmen ist die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Betonbauteilen gegen das Eindringen von betonangreifenden oder korrosionsfördernden Stoffen oder gegen mechanische Einwirkungen auf oberflächennahe Bereiche.

(2) Instandsetzungsmaßnahmen haben den dauerhaften Ersatz von zerstörtem oder abgetragenen Beton durch Beton oder Mörtel zum Ziel sowie erforderlichenfalls den dauerhaften Schutz der Instand zu setzenden Betonbauteile.

(3) Soweit korrodierender Bewehrungsstahl als Ursache für Schäden am Beton in Betracht kommt, z. B. wegen unzureichender Dicke oder Dichtigkeit der Betondeckung, können die Maßnahmen auch den dauerhaften Korrosionsschutz der Bewehrung betreffen. Grundsätze dafür werden in Abschnitt 6 angegeben.

(4) Zu den Instandsetzungsmaßnahmen zählt auch das Füllen von Rissen und Hohlräumen zur Erhaltung oder Wiederherstellung von Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit.

5.2 Vorbereitende Maßnahmen

(1) Bei schadhafte Bauteilen ist zunächst die Standsicherheit zu beurteilen. Alle erforderlichen Sicherungsmaßnahmen sind umgehend durchzuführen. Die Wiederherstellung der erforderlichen Standsicherheit ist unter Beachtung der Anforderungen dieser Richtlinie vor der Ausführung gesondert zu klären. Auch bei Arbeiten, die nicht die Standsicherheit eines Bauteils betreffen, müssen bei Ersatz von Beton und bei Auftrag von Beschichtungen, soweit nach Teil 2, Abschnitte 2, 4 oder 5 erforderlich, Festigkeitsprüfungen im Randbereich des Betonbauteils durchgeführt werden, vorzugsweise Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit und der Haftzugfestigkeit. Der Umfang der Prüfungen ist so zu wählen, dass Lage und

⁴ Falls dies nicht erreichbar ist, ist festzustellen, dass ein Schutz oder eine Instandsetzung gemäß dieser Richtlinie nicht ausführbar ist.

Ausdehnung der Bereiche mit den geringsten Festigkeitswerten erkennbar werden. Dies gilt vor allem für den Zustand nach Ausschöpfung der planmäßigen Maßnahmen zur Steigerung der Oberflächenzugfestigkeit (siehe Teil 2, Abschnitt 2).

(2) Stehen Schäden an den Bauteilen in Zusammenhang mit Bewehrungskorrosion, so sind die Karbonatisierung und der Chloridgehalt des Betons gemäß Abschnitten 6.4.1 und 6.5.2 zu bestimmen.

(3) Weist der Beton Schäden infolge eines chemischen Angriffs von außen auf, so sind die Tiefe der Einwirkung und die Verteilung eventuell vorhandener Fremdstoffe zu ermitteln und die erforderliche Vorgehensweise (z. B. in Bezug auf den Abtrag des schadhaften Betons) festzulegen. Bei chemischen Reaktionen innerhalb des Betons (z. B. Alkalitreiben) sind eingehende Untersuchungen über Art, Umfang, Ursache und mögliche Auswirkungen erforderlich.

5.3 Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen

5.3.1 Allgemeines

(1) Für Schutz und Instandsetzung des Betons kommen nach einer ausreichenden Vorbereitung des Betonuntergrundes (der Betonunterlage) grundsätzlich folgende Maßnahmen in Betracht:

- Füllen von Rissen und Hohlräumen mit Reaktionsharz, Zementleim oder Zementsuspension,
- Ausfüllen örtlich begrenzter Fehlstellen mit Mörtel oder Beton,
- großflächiges Auftragen von Mörtel oder Beton,
- Auftragen von Hydrophobierungen,
- Auftragen von Imprägnierungen,
- Auftragen von Beschichtungen.

(2) Die Bilder 5.1 bis 5.6 zeigen symbolische Darstellungen für die grundlegenden Maßnahmen. Sie können einzeln oder kombiniert angewandt werden, je nach dem Ziel der Schutz- bzw. Instandsetzungsmaßnahme.

5.3.2 Aufgaben der Einzelmaßnahmen

5.3.2.1 Füllen von Rissen und Hohlräumen

Das Füllen von Rissen und Hohlräumen dient je nach geplantem Sollzustand der Abdichtung durchlässiger Bauteile, der Verhinderung des Eindringens korrosionsfördernder Stoffe, der Wiederherstellung eines monolithischen Bauteilverhaltens oder in Sonderfällen dem Korrosionsschutz der Bewehrung (siehe Teil 2, Abschnitt 6).



Bild 5.1: Füllen von Rissen und Hohlräumen mit Reaktionsharzen, Zementleimen oder Zementsuspensionen

5.3.2.2 Ausfüllen örtlich begrenzter Fehlstellen

Diese Maßnahme dient der Wiederherstellung der ursprünglichen Bauteiloberfläche (Reprofilierung). Sie kann i. d. R. nur dann allein ausreichend sein, wenn der Schaden nicht durch korrodierende Bewehrung hervorgerufen wurde. Der Auftrag erfolgt von Hand, bei großen Mengen auch im Spritzverfahren oder auch in Schalung. Es kommen zementgebundene Mörtel und Betone ohne oder mit Kunststoffmodifizierung sowie reaktionsharzgebundene Mörtel und Betone in Frage (siehe Teil 2, Abschnitt 4).



Bild 5.2: Ausfüllen von örtlichen Fehlstellen mit Mörtel oder Beton

5.3.2.3 Großflächiges Auftragen von Mörtel und Beton

Diese Maßnahme dient z. B. zur Vergrößerung der Betondeckung der Bewehrung, zur Herstellung eines neuen Oberflächenprofils oder zur Verstärkung des Betonquerschnitts. Der Auftrag erfolgt in der Regel als „Ortbeton“ (bei nicht-horizontalen Flächen in Schalung) oder im Spritzverfahren (z. B. an Wänden, Stützen und Untersichten). Es kommen zementgebundene Mörtel oder Betone ohne oder mit Kunststoffmodifizierung in Frage (s. Teil 2, Abschnitt 4).

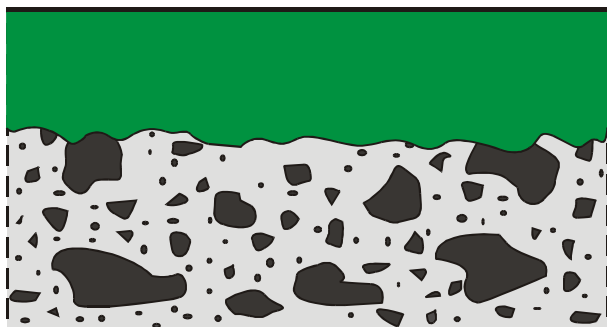


Bild 5.3: Großflächiges Auftragen von Mörtel oder Beton

5.3.2.4 Auftragen von Hydrophobierungen

Hydrophobierungen werden im Rahmen von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten an Betonbauten eingesetzt, um die langfristige Haftung von filmbildenden Beschichtungen am Untergrund zu verbessern. Als selbständige Maßnahme behindern sie (zeitlich begrenzt) das kapillare Einsaugen von Wasser einschließlich der transportierten Schadstoffe (siehe Teil 2, Abschnitt 5).



Bild 5.4: Hydrophobierung

Imprägnierende Behandlung des Betons zur Herstellung einer wasserabweisenden Oberfläche. Die Poren und Kapillaren sind nicht gefüllt, sondern nur ausgekleidet. Es bildet sich kein Film. Die Betonoberfläche wird optisch nicht verändert.

5.3.2.5 Auftragen von Imprägnierungen (Grundierungen)

Diese Maßnahme dient dazu, das Eindringen flüssiger oder gasförmiger Stoffe in den Beton weitgehend zu verhindern. Sie kann auch als Grundierung dienen, z. B. mit dem Ziel, die Festigkeit des Untergrundes oder die Haftung zur nächsten Schicht zu verbessern (siehe Teil 2, Abschnitt 5).

5.3.2.6 Auftragen von Beschichtungen

Diese Maßnahme verhindert das Eindringen flüssiger und behindert das Eindringen gasförmiger Stoffe in den Beton. Sie kann die Betonoberfläche vor mechanischen und chemischen Beanspruchungen schützen und ggf. Risse überbrücken (siehe Teil 2, Abschnitt 5).



Bild 5.5: Imprägnierung

Versiegelnde Behandlung des Betons zur Reduzierung der Oberflächenporosität. Die Poren und Kapillaren sind weitgehend gefüllt. Auf der Betonoberfläche entsteht ein ungleichmäßiger dünner Film.

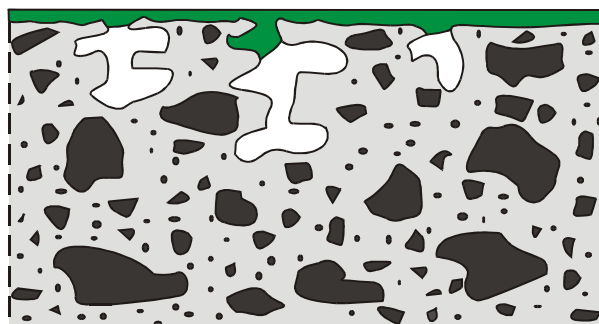


Bild 5.6: Beschichtung

Schichtbildende Behandlung des Betons zur Herstellung einer geschlossenen Schutzschicht auf der Betonoberfläche

5.3.3 Anforderungen an die Einzelmaßnahmen

(1) In der Planungsphase sind die in Abschnitt 5.1 angegebenen Ziele in Anforderungen an die vorgesehenen Stoffe und Verfahren umzusetzen. Das sind z. B. Anforderungen an:

- Festigkeit (Druck, Zug)
- Verformungsverhalten in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchte
 - unter Last (Kurzzeit, Langzeit)
 - lastfrei (Schwinden, Quellen, Temperaturdehnung)
- Durchlässigkeit gegenüber
 - Wasser
 - Wasserdampf
 - anderen Flüssigkeiten, Gasen, Ionen
- Widerstand gegen
 - Frost oder ggf. Frost und Tausalz
 - Feuchtigkeit
 - von außen einwirkende Schadstoffe in wässriger oder organischer Lösung
 - Alkalität des Zementsteines
 - UV-Strahlung
 - Temperatur
- Haftung am Beton und zwischen einzelnen Schichten
- Dauerhaftigkeit der o. g. Eigenschaften.

(2) Für die vorgesehenen Stoffe und Stoffsysteme ist die grundsätzliche Eignung nachzuweisen (siehe Teil 2, Abschnitt 1 und Abschnitte 3 bis 6). Diese Prüfungen umfassen auch das Zusammenwirken der vorgesehenen verschiedenen Lagen und Schichten der Instandsetzungsbaustoffe im System untereinander und mit dem Untergrund. Die grundsätzliche Eignung umfasst insbesondere folgende Forderungen:

- Die verwendeten Baustoffe und die geschützten bzw. instand gesetzten Bauteile müssen den Einwirkungen aus Umwelt und Gebrauch innerhalb einer geplanten Nutzungsdauer widerstehen. Die Auslösung eines Angriffs in tieferen Schichten (z. B. infolge Unterwanderung) muss verhindert werden.
- Die Haftung der Schutz- oder Instandsetzungsbaustoffe am Beton bzw. am Stahl des Bauteils und die Haftung der verschiedenen Schichten untereinander muss ausreichend groß und dauerhaft sein. Sie darf z. B. durch die Alkalität des Betons oder durch den Einfluss von Feuchtigkeit im Laufe der Zeit nicht wesentlich gemindert werden.
- Die Schutz- bzw. Instandsetzungsbaustoffe dürfen auf den Untergrund infolge Temperaturdehnung, Schwinden oder Quellen keine Zwangsspannungen ausüben, die zur Ablösung oder zu schädlichen Rissen führen.
- Die Schutz- bzw. Instandsetzungsbaustoffe dürfen den Korrosionsschutz von Bewehrungsstahl nicht beeinträchtigen.

(3) Bei der Planung und bei der Ausführung ist Folgendes zu beachten:

- Durch eine Beschichtung oder eine andere Instandsetzungsmaßnahme dürfen im Beton der zu schützenden bzw. instand zu setzenden Bauteile keine bauphysikalisch und chemisch ungünstigen Verhältnisse geschaffen werden, die Folgeschäden verursachen können.
- Die vorgesehenen Baustoffe und Ausführungsverfahren sind auf die Eigenschaften des Untergrundes abzustimmen. Die geplante Vorbehandlung ist zu berücksichtigen. Die erforderlichen Oberflächenzugfestigkeiten hängen vom Einsatzbereich ab.
- Vor Beginn umfangreicher Instandsetzungsarbeiten muss am Objekt überprüft werden, ob alle Anforderungen des Instandsetzungsplanes unter den vorliegenden Ausführungsbedingungen sicher erreicht werden können.
- Schutz- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur ausgeführt werden, wenn die Temperaturen und die Feuchte des Bauteils sowie die Witterungsbedingungen bestimmte Grenzwerte einhalten, siehe Teil 2, Abschnitt 2.

6 Grundsätze für den Korrosionsschutz der Bewehrung

6.1 Allgemeines

(1) Der Korrosionsschutz muss unter Berücksichtigung der elektrochemischen Korrosionsvorgänge an der Stahloberfläche und der chemischen und physikalischen Zustände und Vorgänge im umgebenden Beton geplant werden. In Abhängigkeit vom jeweiligen Istzustand ist die Anwendung unterschiedlicher Korrosionsschutzprinzipien und daraus abgeleiteter Grundsatzlösungen möglich, um den Sollzustand zu erreichen. Diese Prinzipien und Lösungen werden im Folgenden dargestellt. Sie sind als Grundlage für den Instandsetzungsplan zu verwenden. Kombinationen unterschiedlicher Grundsatzlösungen sind nur dann zulässig, wenn dabei wenigstens ein Instandsetzungsprinzip vollständig befolgt wird.

(2) In Bereichen eines Bauteils mit gleicher Schadensursache, gleichem Schadensbild und gleicher Beanspruchung sind im gesamten Bereich durchweg einheitliche Maßnahmen zu ergreifen.

(3) Die Grundsatzlösungen beziehen sich auf die Planung des Korrosionsschutzes von nicht vorgespannter Bewehrung im Rahmen von Instandsetzungsarbeiten. Für stählerne Einbauteile können sie sinngemäß angewandt werden.

(4) Die Querschnittsminderung des Stahles infolge Korrosionsabtrag und die Kerbwirkung infolge Lochfraßkorrosion sind vom sachkundigen Planer zu beurteilen. Er hat auch die Instandsetzungsbedürftigkeit von gerissenen Betonbauteilen zu beurteilen.

(5) Instandsetzungsmaßnahmen sind im Regelfall nicht erforderlich, wenn die Kriterien der Rissbreitenbeschränkung nach einschlägigen Normen und die dort festgelegten Anforderungen an die Qualität der Betondeckungsschicht eingehalten sind.

(6) Wenn die Anforderungen der geltenden Normen an die Qualität (Dicke und Dichtheit) der Betondeckung nicht eingehalten sind, muss eine Korrosionsschutzmaßnahme nur dann durchgeführt werden, wenn Korrosion vorliegt oder zu erwarten ist.

(7) Wenn die Betondeckungen nach der Instandsetzung kleiner sind als die Mindestwerte nach der Normenreihe DIN 1045, müssen die Auswirkungen auf die Standsicherheit, insbesondere auf die Verankerung der Bewehrung, vom sachkundigen Planer nachgewiesen werden.

6.2 Instandsetzungsprinzipien

6.2.1 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)

Das Prinzip beruht auf der erneuten Bildung einer Passivschicht auf der Stahloberfläche (Repassivierung) durch Auftragen zementgebundener Instandsetzungsstoffe. Eine Beschichtung der Stahloberfläche, die eine Repassivierung verhindert, darf nicht aufgebracht werden.

6.2.2 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (Instandsetzungsprinzip W)

Das Prinzip beruht auf einer Absenkung des Wassergehaltes im Beton, die die elektrolytische Leitfähigkeit so stark reduziert, dass die Korrosionsgeschwindigkeit auf praktisch vernachlässigbare Werte gesenkt wird.

6.2.3 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C)

Das Prinzip beruht auf einer Verhinderung der anodischen Eisenauflösung durch Anordnung einer geeigneten Beschichtung auf der Stahloberfläche.

6.2.4 Kathodischer Korrosionsschutz (Instandsetzungsprinzip K)

Durch gezielte Beaufschlagung der Bewehrung mit Fremdstrom über Inertanoden oder die Anordnung von Opferanoden wird erreicht, dass die gesamte Bewehrung kathodisch wirkt und ihre Korrosion auf diese Weise verhindert wird.

6.3 Vorbeugender Korrosionsschutz

6.3.1 Kriterien

Vorbeugende Maßnahmen sollen getroffen werden, wenn sonst eine Korrosion der Bewehrung innerhalb der angestrebten Nutzungsdauer des Bauteils zu erwarten wäre. Damit muss gerechnet werden, wenn der Beton ausreichend feucht ist und entweder die Karbonatisierung die Stahloberfläche erreicht oder in der Umgebung des Stahles ein kritischer, korrosionsauslösender Chloridgehalt überschritten wird. In ungeschützten Außenbauteilen ist stets von einer ausreichenden Feuchtigkeit auszugehen.

6.3.2 Maßnahmen

(1) Die Maßnahmen richten sich nach der zu erwartenden Korrosionsursache. Das weitere Eindringen von CO_2 bzw. Cl^- ist durch geeignete Maßnahmen zur Erhöhung des Karbonatisierungs- bzw. Chlorideindringwiderstandes bis auf ein unschädliches Maß zu verlangsamen. In bestimmten Fällen kann ein teilweises Abtragen geschädigter Betonschichten erforderlich sein.

(2) Besondere Beanspruchungen, z. B. Chloridbeaufschlagung bei PVC-Bränden, erfordern Son-

dermaßnahmen, die auf den jeweiligen Einzelfall abzustimmen sind. Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen ist nachzuweisen.

6.4 Grundsatzlösungen bei Korrosion als Folge einer Karbonatisierung des Betons

6.4.1 Vorbereitende Arbeiten

Die zur Depassivierung führende Karbonatisierung ist mit Hilfe des Phenolphthalein-Tests oder durch Bestimmung des pH-Wertes des Betonporenwassers festzustellen. Dabei ist die Verteilung der Karbonatisierungstiefe über die Bauteiloberfläche zu ermitteln.

6.4.2 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)

6.4.2.1 Allgemeines

Die Instandsetzung muss so geplant werden, dass über die angestrebte Restnutzungsdauer eine erneute Depassivierung der Stahloberfläche ausgeschlossen bleibt.

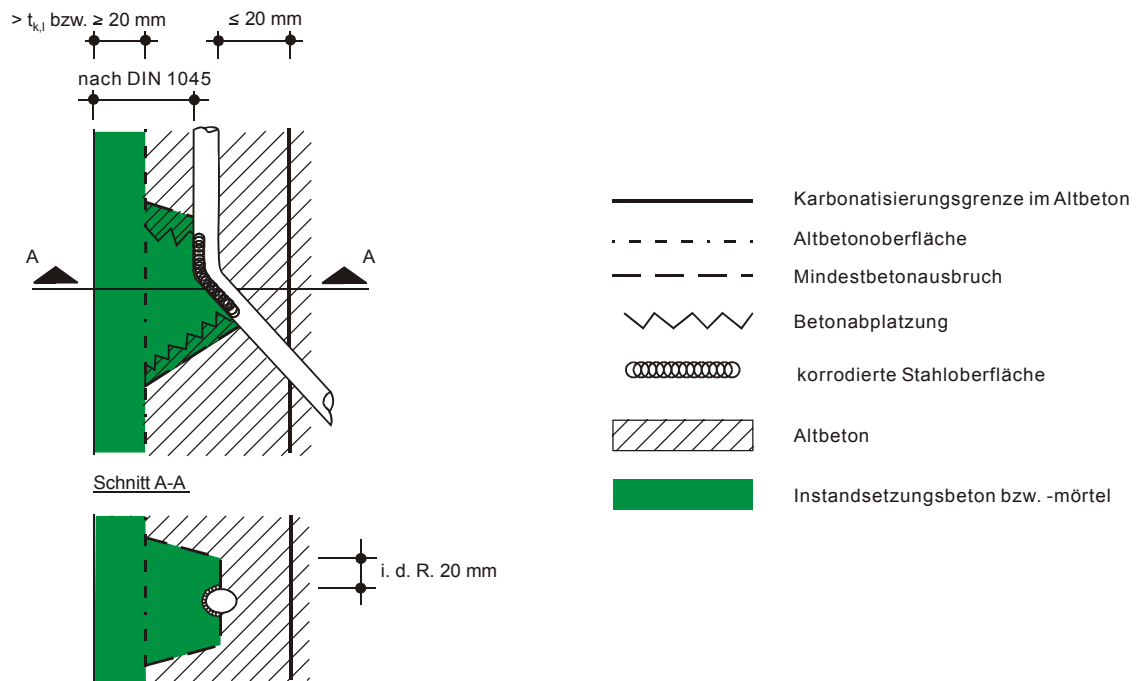
6.4.2.2 Grundsatzlösung R1: Realkalisierung durch flächigen Auftrag von alkalischem Beton bzw. Mörtel

(1) Bei diesem Verfahren ist die Schutzwirkung dadurch herzustellen, dass über die auszubessernden Bereiche und die gesamte Betonoberfläche eine Beschichtung aus zementgebundenem Beton oder Mörtel aufgebracht wird (s. Bild 6.1). Die Beschichtung kann sowohl auf die ursprüngliche Betonoberfläche als auch auf großflächig abgetragene Bereiche aufgebracht werden.

(2) Der Instandsetzungsmörtel bzw. -beton muss einen ausreichenden Karbonatisierungswiderstand haben, um sicherzustellen, dass eine dauerhafte Repassivierung der Bewehrung erreicht wird und dass außerdem die Karbonatisierungstiefe im Instandsetzungsmörtel bzw. -beton am Ende der angestrebten Restnutzungsdauer kleiner bleibt als die Beschichtungsdicke.

(3) Die günstige Wirkung von zusätzlichen Oberflächenschutzmaßnahmen darf nicht in Rechnung gestellt werden. Wenn diese Bedingungen eingehalten werden, kann als sichergestellt gelten, dass karbonatisierte Bereiche des Altbetons durch Diffusionsvorgänge dauerhaft realkalisiert werden und dann für die Bewehrung wieder einen sicheren Korrosionsschutz bieten können.

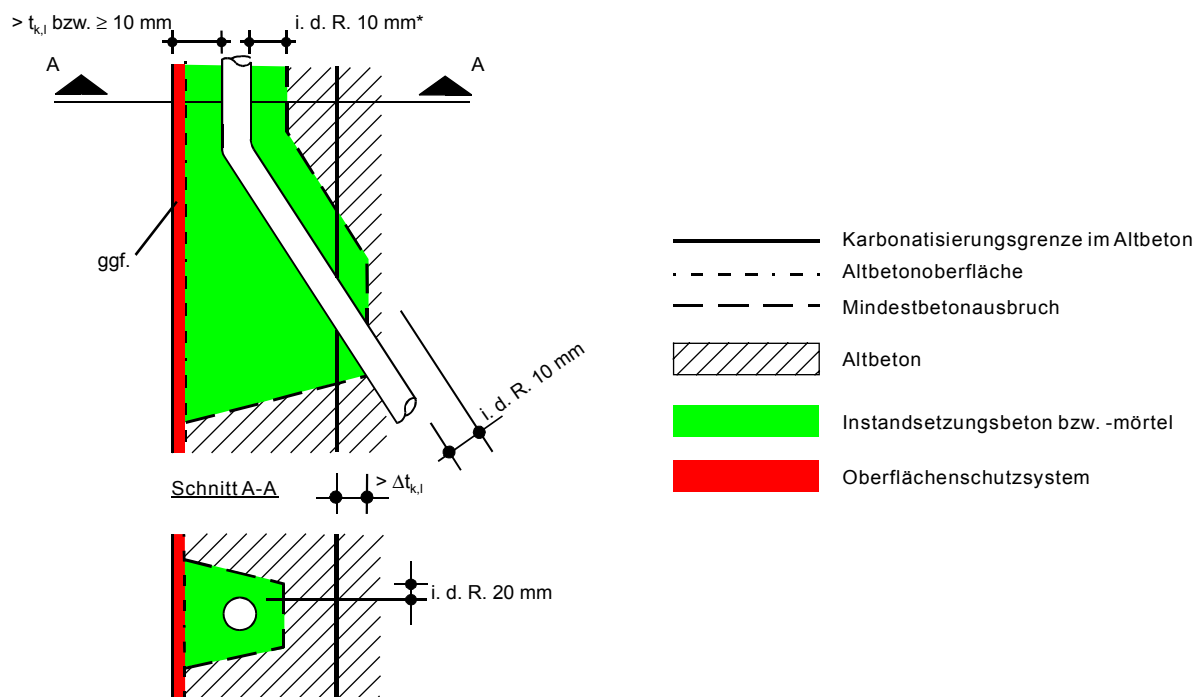
(4) Der Beton muss nur so weit abgetragen werden, wie er infolge Korrosion der Bewehrung gerissen bzw. gelockert ist. Der neben dem Betonstahl zu entfernende Altbeton soll ein hohlstellenfreies Einbringen des Instandsetzungsmörtels bzw. -betons ermöglichen.



$t_{k,l}$ = maximale Karbonatisierungstiefe im Instandsetzungsmörtel
 am Ende der angestrebten Restnutzungsdauer

Rili 3-1.cdr

Bild 6.1: Grundsatzlösung R1 (Schema)



$t_{k,l}$ = maximale Karbonatisierungstiefe im Instandsetzungsmörtel
 $\Delta t_{k,l}$ = maximale zusätzliche Karbonatisierungstiefe des Altbetons

* kann 0 sein, wenn Betondeckung nach der Instandsetzung ≥ 20 mm

Bild 6.2: Grundsatzlösung R2 (Schema)

(5) Das Verfahren darf nur angewandt werden, wenn die mittlere Karbonisierungstiefe um nicht mehr als 20 mm hinter die Bewehrung vorgedrungen ist.

(6) In Bereichen, in denen die mittlere Karbonisierungstiefe um mehr als 20 mm hinter die oberflächennächste Bewehrungslage vorgedrungen ist, ist der Beton bis zur Oberfläche der äußeren Bewehrungslage zu entfernen. Die Bewehrung ist gemäß Teil 2, Abschnitt 3, von Rostprodukten zu befreien.

(7) Als Zement für Instandsetzungsmörtel bzw. -beton soll Portlandzement (CEM I nach DIN EN 197-1) verwendet werden.

6.4.2.3 Grundsatzlösung R2: Örtliche Ausbesserung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel

(1) Bei diesem Verfahren wird eine Ausbesserung nur lokal vorgenommen (s. Bild 6.2). Es kommt in erster Linie zur Anwendung, wenn in örtlich eng begrenzten Bereichen Korrosion aufgetreten ist, z. B. bei nur örtlich großen Karbonisierungstiefen bzw. kleinen Betondeckungen. Der Stahl neben der örtlichen Korrosionsstelle, der im karbonisierten Bereich liegt, muss unabhängig von seinem Korrosionszustand freigelegt werden. Der Instandsetzungsmörtel bzw. -beton muss eine ausreichende Alkalität aufweisen sowie ausreichend dicht und dick sein, um eine dauerhafte Repassivierung sicherzustellen.

(2) In der Regel ist zur Verbesserung des Karbonisierungswiderstandes die gesamte Betonoberfläche zu beschichten. Die begrenzte Dauerhaftigkeit dieser Maßnahme ist im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen. Auf diese Maßnahme kann verzichtet werden, wenn nach der Instandsetzung auch außerhalb der örtlichen Instandsetzungsstelle ohne zusätzliche Oberflächenschutzmaßnahme die Betondeckung größer als die Karbonisierungstiefe ($t_{k,l}$) im Instandsetzungsmörtel am Ende der angestrebten Restnutzungsdauer ist (s. Bild 6.2).

(3) Das Verfahren R2 darf nur angewandt werden, wenn die Betondeckung nach der Instandsetzung mindestens 10 mm ist. Bei kleineren Betondeckungen ist die Grundsatzlösung C anzuwenden.

(4) Der hinter und neben den Stählen zu entfernende Altbeton soll ein hohlstellenfreies Einbringen des Instandsetzungsbetons ermöglichen. Bei Betonstählen mit Durchmesser $d_s \geq 16$ mm sind hinter den Betonstählen mindestens 15 mm Altbeton zu entfernen. Bei der Festlegung des Betonausbruches sind Auswirkungen auf die Tragfähigkeit zu beachten.

(5) Als Zement für Instandsetzungsmörtel bzw. -beton soll Portlandzement (CEM I nach DIN EN 197-1) verwendet werden.

6.4.3 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (Instandsetzungsprinzip W)

6.4.3.1 Grundsatzlösung W

Bei diesem Verfahren werden die Absenkung und Vergleichmäßigung des Wassergehaltes und damit verbunden die weitgehende Unterdrückung des elektrolytischen Teilprozesses bei der Korrosion der Bewehrung ausgenutzt. Gesicherte Grenzwerte eines kritischen Wassergehaltes im Beton können zwar derzeit nicht angegeben werden; aufgrund der praktischen Erfahrung darf jedoch angenommen werden, dass weitere Korrosionsschäden nicht auftreten, wenn die Wasseraufnahme des Betons über die Betonoberfläche durch geeignete Oberflächenschutzmaßnahmen weitgehend verhindert wird und eine Wasseraufnahme von anderen Quellen (z. B. aufsteigende Bodenfeuchte, Wasserdampfdiffusion aus Innenräumen) ausgeschlossen ist. Die Grundsatzlösung W ist im Bild 6.3 schematisch dargestellt.

6.4.3.2 Anforderungen an den Betonausbruch

(1) Der Beton ist im Bereich von Fehlstellen und darüber hinaus bis zum korrosionsfreien Bereich des Stahles zu entfernen. Wenn Korrosion nur an der der Betonoberfläche zugewandten Umfangshälfte der Bewehrung aufgetreten ist, braucht der Altbeton nur seitlich in ausreichendem Umfang entfernt zu werden.

(2) Ist der Stahlstab weiter korrodiert, ist auch hinter ihm der Altbeton zu entfernen. Bei Betonstählen mit Durchmesser $d_s < 16$ mm reichen hierfür im Regelfall 10 mm, bei größeren Durchmessern ist dieser Sicherheitszuschlag auf 15 mm zu vergrößern, sofern dies für ein sicheres und vollständiges Einbringen des Instandsetzungsmörtels bzw. -betons erforderlich ist. Auswirkungen auf die Tragsicherheit sind zu beachten.

6.4.3.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem

(1) Es dürfen alle in Teil 2, Abschnitt 4, aufgeführten Instandsetzungsmörtel bzw. -betone verwendet werden.

(2) Der Erfolg des Verfahrens hängt von der Wirksamkeit der Oberflächenschutzmaßnahme ab. Es dürfen nur Beschichtungssysteme verwendet werden, die in Teil 2, Abschnitt 5, als geeignet für dieses Verfahren bezeichnet werden. Zur regelmäßigen Überprüfung der Oberflächenbehandlung und ggf. Erneuerung müssen im Instandhaltungsplan Angaben gemacht werden.

6.4.4 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C)

6.4.4.1 Grundsatzlösung C

(1) Wenn der Instandsetzungsmörtel bzw. -beton bei dem Prinzip R keine dauerhafte Repassivierung sicherstellen kann oder wenn bei der Grundsatzlösung R2 die Betondeckung nach der Instandsetzung kleiner als 10 mm ist oder wenn das Prinzip W nicht gegeben oder anwendbar ist, muss die Bewehrung in all jenen Bereichen, die während der vorgesehenen Restnutzungsdauer depassiviert werden können, dauerhaft vor Korrosion nach den Prinzipien des Stahlbaues geschützt werden.

(2) Das Verfahren kann ohne Kombination mit dem Verfahren W nur dann angewandt werden, wenn der Beton, wie im Bild 6.4 gezeigt, so weit abgetragen werden kann, dass im nicht instandgesetzten Bereich während der Restnutzungsdauer eine Depassivierung ausgeschlossen bleibt.

(3) Im Regelfall wird die gesamte Betonoberfläche zusätzlich mit einem Oberflächenschutzsystem zur Verbesserung des Karbonatisierungswiderstandes beschichtet. Darauf darf nur verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, dass der Korrosionsschaden nur auf eine örtliche Unterschreitung der Betondeckung zurückzuführen war. Die günstige Wirkung einer solchen Oberflächenschutzmaßnahme darf berücksichtigt werden.

(4) Bereits kleinste Fehlstellen in der Beschichtung (z. B. in Kreuzungsbereichen von Bewehrungsstäben, an der Rückseite von Doppelstäben) können zu örtlich sehr hoher Korrosionsaktivität führen. Der sachkundige Planer muss hierauf im Instandsetzungsplan hinweisen.

6.4.4.2 Anforderungen an den Betonausbruch

Abschnitt 6.4.3.2 gilt sinngemäß.

6.4.4.3 Anforderungen an den Instandsetzungsbeton und das Oberflächenschutzsystem

(1) Es dürfen alle in Teil 2, Abschnitt 4, aufgeführten Instandsetzungsmörtel bzw. -betone verwendet werden. Korrosionsschutzsysteme für den Bewehrungsstahl müssen Teil 2, Abschnitt 3, entsprechen.

(2) Die Bewehrung ist bis zu einer Tiefe $\geq \Delta t_{k,l}$ (maximale zusätzliche Karbonatisierungstiefe des Altbetons) hinter die Karbonatisierungsfront im Altbeton mit Korrosionsschutz zu versehen. Zur Einhaltung dieser Anforderung kann eine Oberflächenschutzmaßnahme des Betons nach Teil 2, Abschnitt 5, erforderlich sein. In diesen Fällen

müssen zur regelmäßigen Überprüfung und ggf. Erneuerung im Instandhaltungsplan Angaben gemacht werden.

6.5 Grundsatzlösungen bei Korrosion durch Chlorideinwirkung

6.5.1 Allgemeines

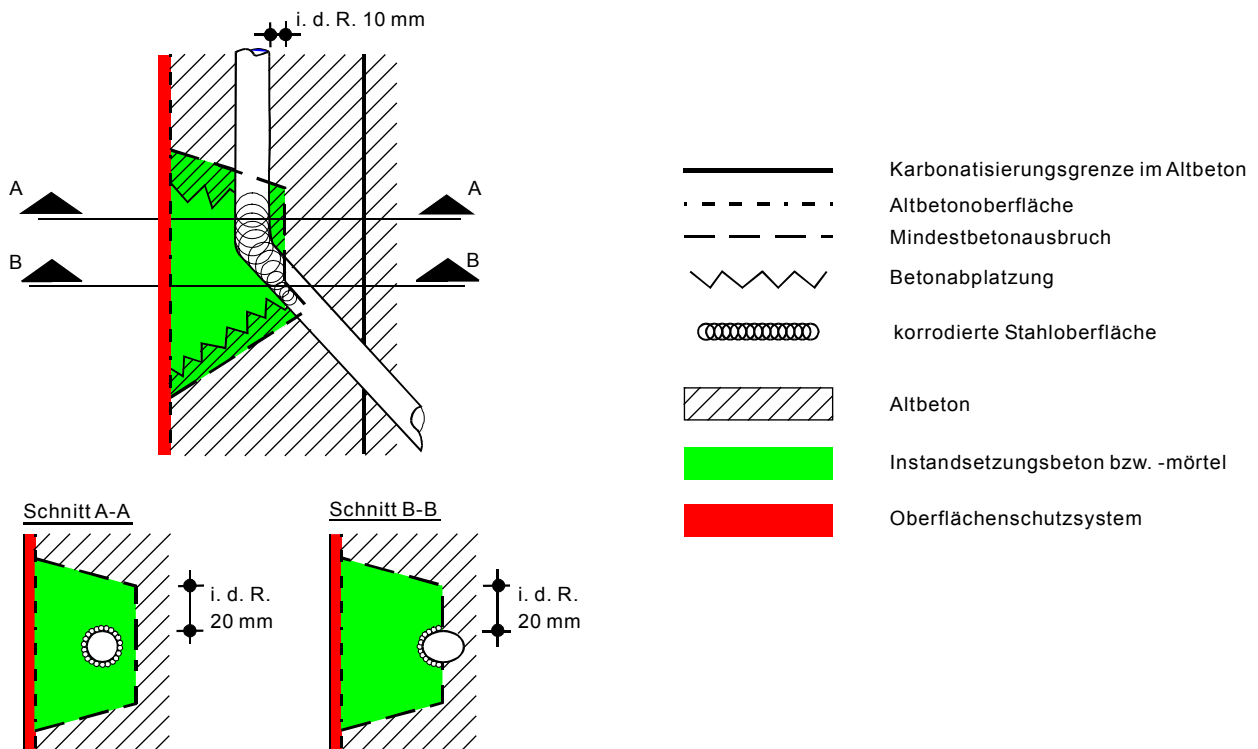
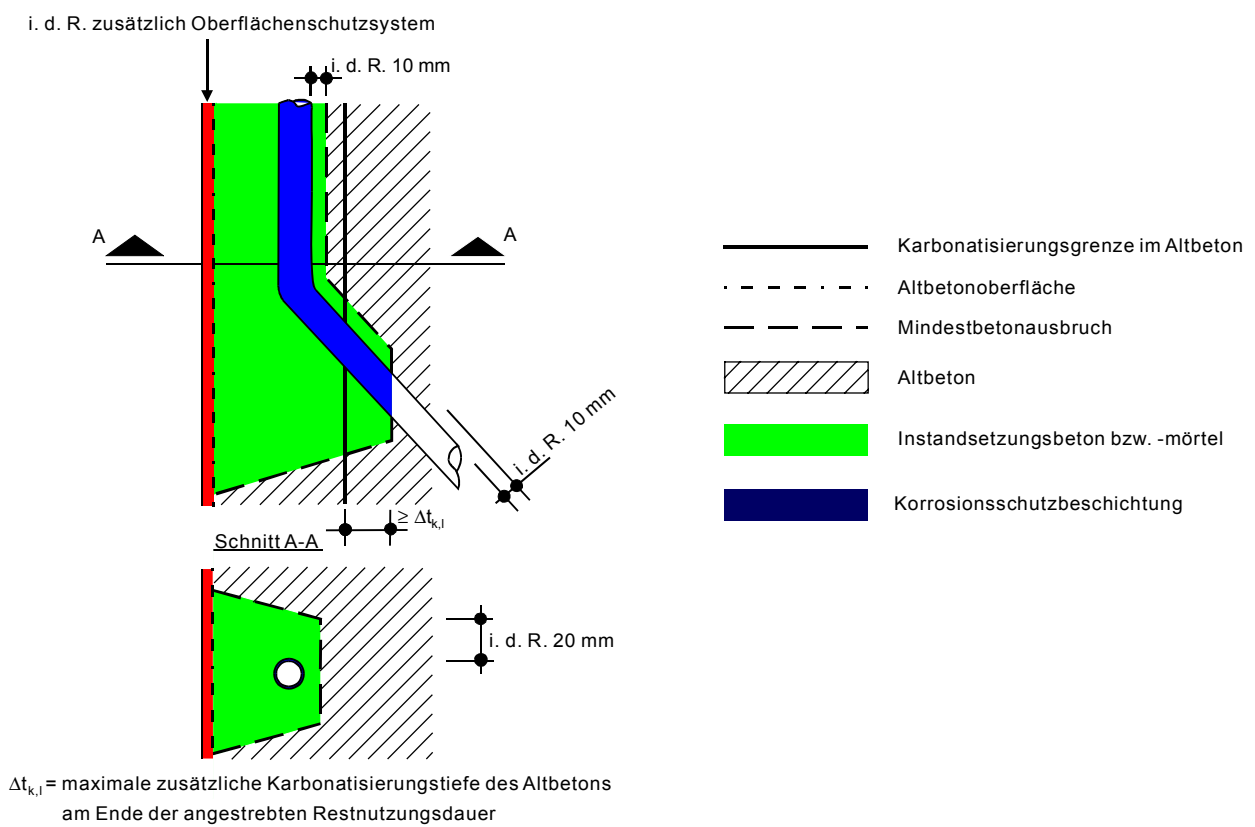
(1) Gegenüber der Korrosion infolge Karbonatisierung sind bei der Chloridkorrosion einige Besonderheiten zu beachten, die die Wahl und Durchführung der Instandsetzungsmaßnahmen beeinflussen und Zusatzmaßnahmen erfordern. In der Regel sollte bei gleichzeitigem Vorliegen der Bedingungen für beide Korrosionsarten an einem Bauteil das gleiche Instandsetzungsprinzip (R, W oder C) angewandt werden.

(2) Der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt im Beton hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren ab und muss daher im jeweiligen Einzelfall bei Überschreitung der in Abschnitt 6.5.2 genannten Grenzwerte durch den sachkundigen Planer beurteilt werden. Hierbei sind außer dem Chloridgehalt auch die Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Diese Beurteilung betrifft auch die Festlegung der abzutragenden Betonbereiche. Die nachfolgenden Angaben in den einzelnen Grundsatzlösungen sind deshalb nur als Richtwerte zu verstehen.

6.5.2 Vorbereitende Arbeiten

(1) Wenn erhöhte Chloridgehalte nicht ausgeschlossen werden können, sind sie im Bereich der Betondeckung der Bewehrung zunächst überschläglich zu prüfen. Werden hierbei Chloridgehalte über 0,2 % der Zementmasse oder über 0,03 % der Betonmasse festgestellt, so sind die Konzentrationsverteilungen über die Bauteildicke im Bereich der mit Chlorid beaufschlagten Bauteiloberflächen zu ermitteln.

(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 zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen der sachkundige Planer einzuschalten. 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.

**Bild 6.3:** Grundsatzlösung W (Schema)**Bild 6.4:** Grundsatzlösung C (Schema)

6.5.3 Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus (Instandsetzungsprinzip R)

6.5.3.1 Grundsatzlösung R1-CI: Dickbeschichtung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel

(1) Eine Repassivierung depassivierter oder korrodierender Stahloberflächen mit Hilfe alkalischer Dickbeschichtungen ist nicht möglich, wenn die Depassivierung auf die Einwirkung von Chloriden zurückzuführen ist. Eine direkte Übertragung der Grundsatzlösung R1 entsprechend Abschnitt 6.4.2.2 (Korrosion infolge Karbonatisierung des Betons) ist deshalb nicht zulässig.

(2) Der Beton muss entsprechend Bild 6.5 unabhängig von Korrosionserscheinungen an der Bewehrung überall dort bis zur Bewehrung, bzw. um einen Sicherheitszuschlag darüber hinaus, abgetragen werden, wo der für den jeweiligen Einzelfall maßgebende korrosionsauslösende Chloridgehalt überschritten wird. Der Sicherheitszuschlag deckt Schwankungen der Chlorideindringtiefe ab und sollte bei stark unterschiedlichen Chlorideindringtiefen größer als der in Bild 6.5 angegebene Regelwert sein.

(3) Die Beschichtung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel (ggf. einschließlich Oberflächenschutzmaßnahme) muss sicherstellen, dass während der geplanten Restnutzungsdauer kein weiteres Chlorid in den Altbeton eindringt. Dazu muss in der Regel eine zusätzliche, gegen das Eindringen von Chloriden dichte filmbildende Beschichtung auf die Betonoberfläche aufgebracht werden.

(4) Die Zusammensetzung des Instandsetzungsmörtels bzw. -betons muss sicherstellen, dass auch nach einer Umverteilung von Chloriden aus dem Altbeton der korrosionsauslösende Chloridgehalt im instand gesetzten Bereich nicht erreicht wird.

6.5.3.2 Grundsatzlösung R2-CI: Örtliche Ausbesserung mit alkalischem Beton bzw. Mörtel

Grundsätzlich gelten die in Abschnitt 6.4.2.3 genannten Anforderungen und Bedingungen. Die Karbonatisierungsgrenze in Bild 6.2 ist zu ersetzen durch die Grenze mit dem korrosionsauslösenden Chloridgehalt. Das Oberflächenschutzsystem muss ein weiteres Eindringen von Chloridionen verhindern.

6.5.4 Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes (Instandsetzungsprinzip W-CI)

6.5.4.1 Grundsatzlösung W-CI

(1) Chloride im Beton erhöhen die elektrolytische Leitfähigkeit des Betons. Die Wirksamkeit von Oberflächenschutzmaßnahmen zur Absenkung und Vergleichmäßigung des Wassergehaltes

muss deshalb größer sein als bei Korrosion durch Karbonatisierung.

(2) Das Verfahren sollte nur angewandt werden, wenn durch Probeinstandsetzungen an Referenzflächen bzw. -bauteilen vor Ausführung der Instandsetzungsmaßnahme die Auswirkung der Maßnahme auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung, z. B. durch Einbau geeigneter Korrosionsstrommessvorrichtungen, vom einen sachkundigen Planer überprüft worden ist.

6.5.4.2 Anforderungen an den Betonausbruch

Im Regelfall gelten die in Abschnitt 6.4.3.2 genannten Anforderungen und Bedingungen. Die Karbonatisierungsgrenze in Bild 6.3 ist zu ersetzen durch die Grenze mit dem korrosionsauslösenden Chloridgehalt.

6.5.4.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem

Es dürfen alle in Teil 2, Abschnitt 4, aufgeführten Instandsetzungsmörtel bzw. -betone verwendet werden. Das Oberflächenschutzsystem muss Teil 2, Abschnitt 5, entsprechen und ein weiteres Eindringen von Chloridionen verhindern.

6.5.5 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip C-CI)

6.5.5.1 Grundsatzlösung C-CI

Grundsätzlich gelten die in Abschnitt 6.4.4 genannten Anforderungen.

6.5.5.2 Anforderungen an den Betonausbruch

Die Karbonatisierungsgrenze in Bild 6.4 ist durch die Grenze des korrosionsauslösenden Chloridgehaltes zu ersetzen.

6.5.5.3 Anforderungen an den Instandsetzungsmörtel bzw. -beton und das Oberflächenschutzsystem

Es dürfen alle in Teil 2, Abschnitt 4, aufgeführten Instandsetzungsmörtel bzw. -betone und Korrosionsschutzsysteme nach Abschnitt 3 für den Stahl verwendet werden. Eine zusätzliche Oberflächenschutzmaßnahme gemäß Teil 2, Abschnitt 5, ist erforderlich, um ein weiteres Eindringen von Chloriden von außen auszuschließen.

6.5.6 Maßnahmen zur Chloridextraktion

(1) Wenn Maßnahmen zur Chloridextraktion ergriffen werden, muss im Einzelfall nachgewiesen werden, dass das Chlorid sicher extrahiert wird und dass Alkalität und Wassergehalt des Betons im Hinblick auf Korrosion langfristig nicht ungünstig verändert werden. Außerdem muss vom sachkundigen Planer überprüft werden, ob die Maßnahmen nicht zu Sekundärschäden am Zementsteingefüge führen.

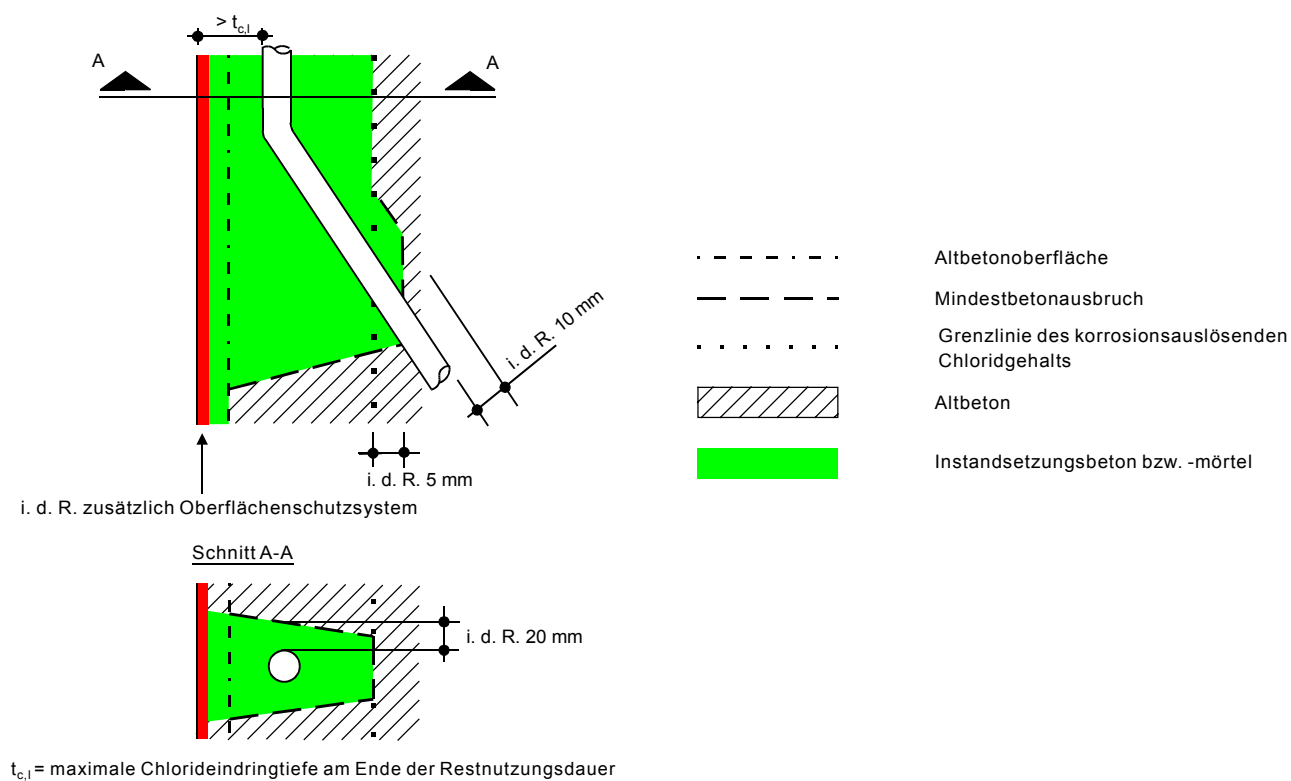


Bild 6.5: Grundsatzlösung R1-Cl (Schema)

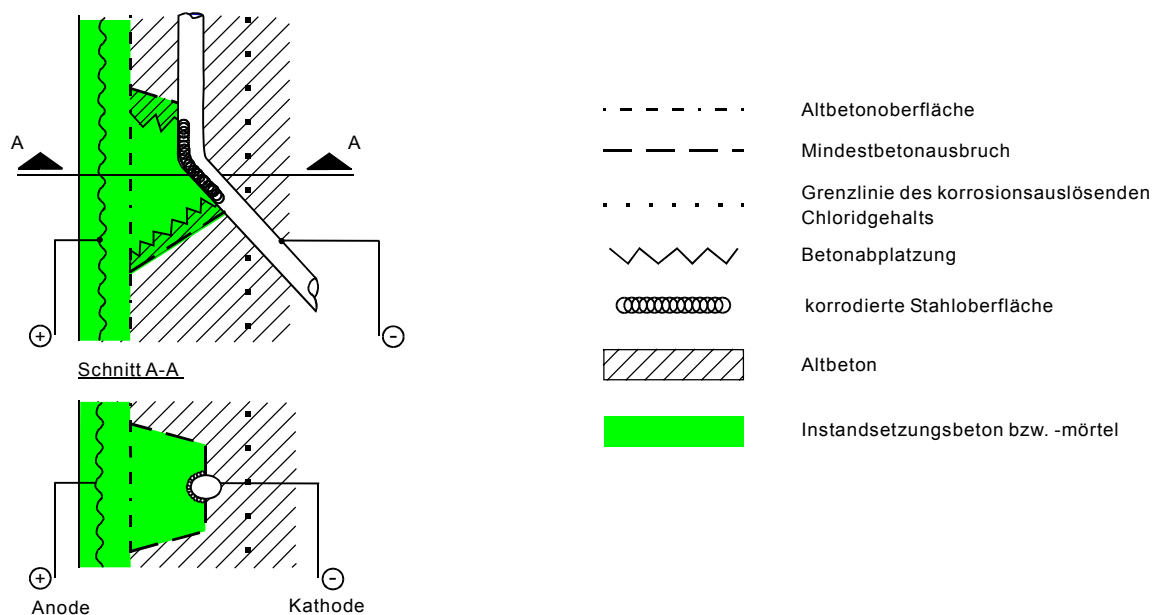


Bild 6.6: Grundsatzlösung Kathodischer Korrosionsschutz (Schema)

(2) Wegen der Gefahr der Verschleppung von Chlorid in größere Tiefen muss nach der Maßnahme ein Chloridverteilungsprofil bis mindestens 50 mm hinter die Bewehrung ermittelt werden.

6.6 Kathodischer Korrosionsschutz

6.6.1 Allgemeine Angaben

(1) Haupteinsatzgebiet des kathodischen Schutzes sind Stahlbetonbauteile, die bis zur ersten Bewehrungslage oder auch in tiefer liegenden Zonen korrosionsauslösende Chloridgehalte enthalten. Der Korrosionsschutz erfolgt durch fremdstrominduzierte Polarisierung mit inerten Anoden.

(2) Die Wirksamkeit des kathodischen Schutzes ist an die Dauerhaftigkeit der Anoden während der Nutzungsdauer des Bauwerkes und die elektrolytische Leitfähigkeit des Betons gebunden. Die verwendeten Anodensysteme müssen über die Nutzungsdauer des Bauwerkes den Stromübergang gewährleisten und eine hinreichende bautechnische Robustheit aufweisen. Außerdem dürfen sie sowohl nach dem Aufbringen des Instandsetzungsbetons als auch im Betrieb die Verbundwirkung zwischen Alt- und Neubeton nicht beeinträchtigen.

(3) Die bautechnische Eignung und Dauerhaftigkeit der Anodensysteme sind durch bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

6.6.2 Bautechnische Ausführung

(1) Vor der Durchführung einer Instandsetzungsmaßnahme mit kathodischem Schutz müssen von einem für dieses Verfahren sachkundigen Planer detaillierte Angaben zu folgenden Arbeitsschritten gemacht werden:

- Schadensdiagnose einschließlich ggf. erforderlicher Potentialfeldmessungen mit zusätzlicher anodischer Polarisierung
 - Widerstandsmessungen innerhalb der Bewehrung
 - Vorbereitung der Betonoberfläche zum Aufbringen der Instandsetzungsbetonschale
 - Befestigung der Anoden einschließlich Einbettung in geeignete Reparaturmaterialien
 - Inbetriebnahme der Schutzanlage durch Einschaltmessungen.
- (2) Der prinzipielle Aufbau ist in Bild 6.6 dargestellt.

7 Arbeitssicherheit und Umweltschutz

(1) Lösemittel, Monomere, Laugen und Säuren in Reinigungsmitteln, Betonen und Mörteln sowie in Beschichtungsstoffen können bei der Verarbeitung gesundheitlich schädigend wirken. Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und Richtlinien der gewerblichen Berufsgenossenschaften sind zu beachten. Benachbarte Bauteile, Pflanzen und Böden müssen gegebenenfalls geschützt werden.

(2) Die staatlichen Regelungen zum Schutz der Umwelt unterliegen einer ständigen Verschärfung auch im Bereich der in dieser Richtlinie angesprochenen Materialien. Hieraus können sich in Einzelfällen Anwendungseinschränkungen ergeben, die in dieser Richtlinie nicht aufgeführt sind.

Normen

DIN	1045	Beton und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung (Ausgabe 07.88)
DIN	1045-1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion (Ausgabe 07.01)
DIN	1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (Ausgabe 07.01)
DIN	4227-1	Spannbetonbau; Teil 1: Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung
DIN V	4227-2	Spannbetonbau; Teil 2: Bauteile mit teilweiser Vorspannung
DIN	4227-4	Spannbetonbau; Teil 4: Bauteile aus Spannleichtbeton
DIN	18 551	Spritzbeton; Herstellung und Güteüberwachung
DIN	28052-1	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 1: Begriffe, Auswahlkriterien
DIN	28052-2	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 2: Anforderungen an den Untergrund
DIN	28052-3	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 3: Beschichtungen mit organischen Bindemitteln
DIN	28052-4	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 4: Auskleidungen
DIN	28052-5	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 5: Kombinierte Beläge
E DIN	28052-6	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 6: Eignungsnachweis und Prüfungen
DIN EN	197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN	206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Anhang (informativ)

Begriffe

Anmerkung:

Die Begriffsbestimmungen legen die in dieser Richtlinie geltende Bedeutung der Begriffe fest, die nicht allgemein oder aus mitgeltenden Regelwerken bekannt sind. Sie vermeiden dabei alle Gesichtspunkte, die außerhalb einer direkten Anwendung bei Arbeiten zu Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen liegen. Soweit möglich, wurden sie in eine anwendergerechte Sprache übersetzt.

Abmehlen (siehe Sanden)

Abreißversuch

Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit des Betonuntergrundes (der Betonunterlage) bzw. der Haftzugfestigkeit einer Beschichtung darauf durch Zugbeanspruchung normal zur Oberfläche.

Abstreuen

Breitwürfiger Auftrag von getrockneten Mineralstoffen auf eine frische organische Beschichtung, wobei das Korn fest in die Oberfläche eingebunden wird.

Adhäsion

Zusammenhalt von zwei Stoffen, die sich eng berühren.

Adhäsionsbruch

Bruch zwischen zwei Schichten, üblicherweise zwischen Beschichtung und Beton.

Alkalität

Stark basische Wirkung des Porenwassers im Zementstein, die sich durch Lösung von Calciumhydroxid und Alkalien einstellt (siehe auch pH-Wert).

Alkalitätsreserve

Von Zementart und Zementmenge abhängige Fähigkeit eines Betons, das durch Karbonatisierung aufgebrauchte Calciumhydroxid im Porenwasser des Zementsteins zu ersetzen.

Alterung

Nicht umkehrbare, von Umweltfaktoren bestimmte Änderung der Gebrauchseigenschaften eines Baustoffs.

Angaben zur Ausführung (Ausführungsanweisung)

Verbindliche Anweisung für die Ausführung der Arbeiten, deren Inhalt und Anerkennung die Technischen Lieferbedingungen regeln, soweit diese vorliegen.

Anode

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

Arbeitsabschnitt

In einem Arbeitsabschnitt wird eine gleichartige Arbeit von einer Kolonne nach gleicher Vorgehensweise ohne nennenswerte Unterbrechung durchgeführt.

Arbeitsfuge

Ansatzstelle im Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem infolge einer Arbeitsunterbrechung.

Ausblühung

Verfärbung der Bauteiloberfläche durch auffällige Ablagerung von Salzen, die mit Hilfe von Wasser an die Oberfläche transportiert werden (und dort eventuell chemisch verändert werden können).

Ausbruchufer

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

Ausgleichsfeuchte

Stoffspezifische Feuchte eines porösen Baustoffs, die mit der Luftfeuchte der Umgebung im Gleichgewicht steht.

Ausgleichsschicht

Schicht zur Herstellung einer ebenen und profilgerechten Oberfläche.

Begrenzt dehnfähig

Verformungseigenschaft eines Rissfüllstoffes im Riss. Die Bruchdehnung des Rissfüllstoffes selbst liegt mehrere Größenordnungen über der des Füllstoffes im Bauteil.

Belag (siehe Beschichtung)

Betonkorrosion

Nachteilige Veränderung eines Betons durch chemische und physikalische Einwirkungen.

Beschichtung

Schutzschicht auf einer Beton- oder Stahloberfläche.

Beschichtungsstoff

Flüssiges bis pastenförmiges Stoffgemisch, das aus Bindemitteln sowie ggf. zusätzlich aus Feststoffen und sonstigen Zusätzen besteht und das nach der Verarbeitung durch Trocknung oder chemische Reaktion in den festen Zustand übergeht.

Betonersatz

Ersatz von fehlendem oder geschädigtem Beton in oberflächennahen Bereichen.

Betonersatzsystem

Zement- oder kunststoffgebundener Beton oder Mörtel mit zugehöriger Haftbrücke sowie ggf. Korrosionsschutz und Ausgleichs- bzw. Kratzspachtel.

Betonuntergrund (Betonunterlage)

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

Bindemittel

Nichtflüchtiger Anteil (Zementleim, Reaktionsharz) eines Betons, Mörtels oder Beschichtungsstoffes, der eingemischte Feststoffe (Zuschläge, Pigmente, Füllstoffe) durch chemische Erhärtung untereinander und mit dem Betonuntergrund fest verbindet.

Charge

Stoffmenge eines einzelnen Mischvorganges oder, bei stetiger Herstellung, einer festgelegten Zeitspanne.

Chlorid-Extraktion

Entfernung von Chloridionen durch physikalische oder elektrochemische Verfahren.

Dehnfähiges Verbinden

Gewährung von Freiheitsgraden, ohne dabei merkliche Schnittgrößen zu übertragen (siehe auch begrenzt dehnfähig und Kraftschluss).

Depassivierung

Verlust des Korrosionsschutzes von Stahleinlagen in Betonbauteilen, bedingt durch Karbonatisierung der Betondeckung oder Beaufschlagung der Stahloberfläche mit Chloridionen.

Diffusion

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

Diffusionswiderstandszahl

Die Diffusionswiderstandszahl gibt an, wievielfach größer der Durchlasswiderstand eines Stoffes gegenüber Wasserdampf oder anderen Gasen ist als der einer gleich dicken ruhenden Luftschicht gleicher Temperatur.

Dispersion

Feinste Verteilung eines Stoffes in einem anderen, wobei beide Stoffe ineinander schwer löslich oder unlöslich sind und voneinander unterschiedliche Zustandsformen (fest, flüssig, gasförmig) einnehmen können.

Eigenfeuchte

Feuchte eines porösen Baustoffes infolge kapillarer Aufnahme von flüssigem Wasser bzw. infolge Sorption von Wasserdampf.

Einbauten

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

Einbürsten

Verfahren zur Beschichtung eines rauen bzw. staubbelegten Untergrundes, auf den der Beschichtungsstoff zur besseren Benetzung durch kräftiges Bürsten aufgetragen wird.

Einkomponentige Injektion

Der aus den Komponenten fertig gemischte Rissfüllstoff wird vom Injektionsgerät unter Druck zum Packer gefördert.

Elektrode

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

Elektrolyt

Durch Anwesenheit von Ionen elektrisch leitfähige Flüssigkeit, z. B. wässrige Lösung, die auch im Porensystem von Festkörpern (Erdboden, Beton) adsorbiert sein kann.

Emulsion

Feinste Verteilung einer Flüssigkeit in einer Flüssigkeit, wobei beide Stoffe ineinander schwer oder unlöslich sind (Sonderform der Dispersion).

Erhärtung

Übergang eines Bindemittels vom flüssigen in den festen Zustand durch chemische Reaktionen.

Farbstoff

Organisches Farbmittel, das im Gegensatz zu den Pigmenten in Lösemitteln und/oder Bindemitteln löslich ist.

Feinspachtel (Ausgleichs- bzw. Kratzspachtel)

Stoff zum Porenschluss eines Untergrundes und Glätten der Oberfläche.

Festkörpergehalt (-volumen)

Massen- oder volumenbezogener Anteil eines Beschichtungsstoffes, der nach Trocknen unter festgelegten Bedingungen als Rückstand verbleibt.

Feinstzement

Zement mit 95 M.-% Korngrößenanteilen $\leq 16 \mu\text{m}$.

Feuchte

Absolute Luftfeuchte: Masse dampfförmigen Wassers bezogen auf Volumen feuchter Luft; relative Luftfeuchte: absolute Luftfeuchte bezogen auf größtmögliche Luftfeuchte bei gleicher Temperatur; Stofffeuchte: Masse flüssigen Wassers, bezogen auf Masse getrockneten Festkörpers.

Filmbildung

Übergang einer organischen Beschichtung vom flüssigen in den festen Zustand durch z. B. chemische Härtung oder physikalische Trocknung (Abgabe von Lösemittel) unter Ausbildung einer zusammenhängenden Schicht.

Filmdicke (siehe Schichtdicke)**Fluten**

Beschichtungsverfahren für kapillarporige Oberflächen, bei dem der aufzutragende Stoff zeitweise im Überschuss angeboten wird.

Füllart

Verfahren bei der Riss- und Hohlraumfüllung; es wird unterschieden nach Injektion und Tränkung.

Füller/Füllstoff

Pulver- oder faserförmiger, chemisch inerte Zusatz in Beschichtungsstoffen, der deren technische Eigenschaften verändert und dabei im jeweiligen Bindemittel praktisch unlöslich ist.

Grundierung (siehe Haftbrücke)**Haftbrücke**

Grundbeschichtung zur Verbesserung der Adhäsion, die teilweise in die Poren des Untergrundes eindringt und meist im noch frischen Zustand mit einer Deckbeschichtung zumeist höherer Viskosität überarbeitet wird.

Haftzugfestigkeit (siehe Abreißversuch)**Härtung** (siehe Erhärtung)**Hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht (hwO)**

Für die Funktion des Oberflächenschutzsystems maßgebende Schicht.

Hilfsstoff

Substanz, die einem Beschichtungsstoff in geringer Menge zugesetzt wird, um besondere Eigenschaften zu erzielen, z. B. Netzmittel, Entschäumer, Beschleuniger.

Hohlräume

Haufwerksporigkeit, verursacht durch mangelhafte Verdichtung, Entmischung (Grobkornanreicherungen) und Auswaschungen im Betongefüge („Nester“).

Hydrolyse

Chemische Zersetzung eines Stoffes unter Wassereinwirkung (siehe auch Verseifen).

Hydrophobierung

Imprägnierende Behandlung des Betons zur Herstellung einer wasserabweisenden Oberfläche. Die getränkten, oberflächennahen Poren und Kapillaren sind nicht gefüllt, sondern nur ausgekleidet. Es bildet sich kein Film. Die Betonoberfläche wird optisch nicht verändert.

Imprägnierung

Versiegelnde Behandlung des Betons zur Reduzierung der Oberflächenporosität. Die oberflächennahen Poren und Kapillaren sind weitgehend gefüllt. Im Regelfall entsteht auf der Betonoberfläche ein ungleichmäßiger, dünner Film.

Inertanode

Einbauteil zum kathodischen Korrosionsschutz der Bewehrung, an dem eine fremde Spannungsquelle angelegt wird, die dem Potential der Korrosion entgegenwirkt.

Injektion

Füllen von Rissen und Hohlräumen unter Druck über Packer.

Injektionsdruck

Nennwert des Förderdrucks, mit dem der Rissfüllstoff zum Packer gefördert wird.

Injektionsgerät

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

Injektionsschlauch

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

Injektionsverfahren

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

Instandsetzen

Wiederherstellen des Sollzustandes oder der vollen Gebrauchsfähigkeit eines Bauwerks oder Bauteils in einer Ausführung, die dem gegenwärtigen Stand der Technik entspricht, ohne verbessernden Charakter.

Instandsetzungsplan

Der Instandsetzungsplan ist sinngemäß ein Ausführungsplan, wie er für Neubauten üblich ist. Diese Richtlinie definiert ihn spezieller: Er ist auf Basis des vom sachverständigen Planer erarbeiteten Instandsetzungskonzeptes aufzustellen. Dieses wiederum ergibt sich als Planungsleistung aus den Ermittlungen des Ist- und Sollzustandes des Bauwerkes. Der Instandsetzungsplan wird üblicherweise durch ein Leistungsverzeichnis ergänzt.

Kapillarporen

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

Karbonatisierung

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

Kathode

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

Kohäsion

Zusammenhalt innerhalb eines Stoffes.

Kohäsionsbruch

Bruch innerhalb eines Stoffes.

Kontaminierung

Belag (Verschmutzung) aus Fremdstoffen auf einer Bauteiloberfläche; meist wird der Begriff gebraucht für einen Belag mit adhäsionsmindernden Produkten.

Korrosion

Chemische Reaktion eines Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Stoffes bewirkt und zu einem Schaden führen kann (siehe auch Betonkorrosion).

Korrosionsschutzbeschichtung der Bewehrung

Besteht aus mindestens zwei Grundbeschichtungen und schützt die Bewehrung vor Korrosion, wenn die Betondeckung durch den Betonersatz nicht ausreichend ist oder durch die stoffliche Zusammensetzung des Betonersatzes kein Korrosionsschutz erreicht wird.

Kraftschluss

Übertragung von Schnittgrößen, ohne dabei merkliche Freiheitsgrade zu gewähren (siehe auch Dehnfähigkeit).

Kraftschlüssiges Verbinden

Eine druck-, schub- und zugfeste Verbindung mit Festigkeitseigenschaften, die von der Art des Riss-Injektionssystems abhängen.

Kunststoffmodifizierter Mörtel/Beton

Zementmörtel/Beton, dem zur Beeinflussung der Frisch- und Festeigenschaften organische Stoffe (Kunststoffdispersionen, wasserdispergierbare Kunststoffpulver, wasseremulgierbare Reaktionsharze) bis zu 5 % seiner Gesamttrockenmasse zugesetzt werden.

Kunststoffdispersion

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

Lage

In einem Arbeitsgang hergestellter Teil einer Beschichtung. Eine oder mehrere Lagen gleicher Zusammensetzung bilden eine Schicht.

Lasur

Dünne Beschichtung, die die Eigenfarbe des Untergrundes durchscheinen lässt.

Lochfraß

Korrosionsform bei Metallen, bei der die Passivschicht örtlich begrenzt durchbrochen wird, was zu tiefen Korrosionskratern führt, während außerhalb davon praktisch kein Flächenabtrag vorliegt.

Lösemittel

Flüssigkeit, die Bindemittel von organischen Beschichtungsstoffen ohne chemische Umsetzung zu lösen (verdünnen) vermag, um sie auf die zur Verarbeitung erforderliche Viskosität einzustellen, und die sich im Regelfall bei der Filmbildung verflüchtigt.

Mindestaushärtetemperatur (T_{\min})

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

Nassfilmdicke (siehe Schichtdicke)

Nichtflüchtiges (siehe Festkörpergehalt)

Niedrigste Anwendungstemperatur (T_{\min})

Temperatur, bei der Stoffe und Stoffgemische angewandt und verarbeitet werden sowie noch aushärten können.

Oberflächennaher Beton

Beton in Bereichen bis unter die Bewehrung, an einzelnen Stellen auch tiefer.

Oberflächenschutz

Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung, Imprägnierung oder Beschichtung.

Oberflächenschutzsystem

Besteht aus den Stoffen der einzelnen Schichten des Oberflächenschutzes.

Oberflächenvorbereitung

Schaffung einer geeigneten Oberfläche des Betonuntergrundes für Betonersatz oder Oberflächenschutz.

Oberflächenzugfestigkeit (siehe Abreißversuch)

Opferanode

Einbauteil zum Korrosionsschutz der Bewehrung, das aufgrund seiner elektrochemischen Eigenschaften den anodischen Teilprozess auf sich konzentriert und dabei verbraucht wird.

Packer

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

PC (Polymer-Concrete)

Mörtel/Beton aus Zuschlagstoffen und Reaktionsharzen als Bindemittel.

PCC (Polymer-Cement-Concrete)

Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz.

Physikalische Trocknung

Filmbildung eines Beschichtungsstoffes ohne chemische Reaktion, ausschließlich bewirkt durch Verdunstung eines Lösemittels.

pH-Wert

Maß für die Konzentration der Wasserstoffionen in einem Elektrolyten. Stoffe mit pH-Werten < 7 sind Säuren, Stoffe mit pH-Werten > 7 sind Basen.

Pigment (siehe Farbstoff)

Rauheit

Abweichen der Oberfläche eines definierten Messbereiches von einer gedachten Ebene.

Rautiefe

Die Rautiefe ist der absolute Wert der Rauheit einer Oberfläche in mm, in dieser Richtlinie im Regelfall bestimmt nach dem Sandflächenverfahren. Die Rautiefe R_t ist definiert als Höhe des gedachten, zylindrischen Körpers mit dem Kreisdurchmesser d und dem Sandvolumen V , der alle Spitzen des Untergrundes einschließt. Beispiele für verschiedene Rauheiten sind nachfolgend genannt:

$R_t = 0,2 \text{ mm}$

- Glatter Betonuntergrund, grundiert und abgestreut mit Quarzsand 0,1 bis 0,3 mm;
- Glatt geschalter, nicht gestrahlter Beton;
- Feinspachtel, der mit Kunststoff- oder Stahltraufel aufgezogen bzw. geglättet ist;
- Nicht abgestreute, elastische Oberflächenschutzschicht z. B. OS 11a (OS Fa).

$R_t = 0,5 \text{ mm}$

- Gestrahlter Betonuntergrund, grundiert und abgestreut mit feuergetrocknetem Quarzsand der Körnung 0,2 bis 0,7 mm;
- Glatt geschalter bzw. abgeriebener Beton, der gesandstrahlt ist;
- Feinspachtel, der an der Oberfläche abgerieben bzw. abgefüllt wurde.

$R_t = 1,0 \text{ mm}$

- Gestrahlter Betonuntergrund, der grundiert und mit Quarzsand der Körnung 0,7 bis 1,2 mm abgestreut ist;
- Rauer, abgewitterter, gestrahlter Beton.

$R_t = 1,5 \text{ mm}$

- Gestrahlter Betonuntergrund, der grundiert und mit Quarzsand der Körnung 1 bis 2 mm abgestreut ist;
- Waschbeton.

Reaktionsharz

Flüssiges Kunstharz, das durch chemische Reaktion im Regelfall ohne Abscheidung von Spaltprodukten erhärtet.

Realkalisieren

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

Repassivierung

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes von Stahleinlagen in Betonbauteilen durch alkalische, im Regelfall zementgebundene Mörtel oder Betone.

Reprofilierung

Wiederherstellung der ursprünglichen geometrischen Form eines Bauteils.

Riss, Rissarten

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

- oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet
- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z. B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt

Rissfüllstoff (Füllgut)

Stoffgemisch zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, im Regelfall bestehend aus:

Epoxidharz (EP)

- | | |
|---------------|--------|
| Komponente A: | Harz |
| Komponente B: | Härter |

Polyurethan (PUR)

- | | |
|---------------|-----------------|
| Komponente A: | polyolhaltig |
| Komponente B: | isocyanathaltig |

Zementleim (ZL)

- | | |
|---------------|---|
| Komponente A: | Zement, Zusatzstoffe |
| Komponente B: | ggf. demineralisiertes Wasser,
ggf. Zusatzmittel |
| Komponente C: | ggf. weitere Zusatzmittel |

Zementsuspension (ZS)

- | | |
|---------------|--|
| Komponente A: | Feinstzement, Zusatzstoffe |
| Komponente B: | ggf. demineralisiertes Wasser, ggf. Zusatzmittel |
| Komponente C: | ggf. weitere Zusatzmittel |

Sanden

Versagen der Haftung des Feinstkorns an der Oberfläche des Betons.

Saugfähigkeit

Aufnahme drucklos benetzender Flüssigkeiten durch Kapillarporen.

Schichtdicke

Dicke einer Beschichtungslage im frischen Zustand (Nass-Schichtdicke) bzw. nach Trocknung oder Härtung (Trockenschichtdicke). Es werden unterschieden:

Mindestschichtdicke (d_{\min})

Sie ergibt sich aus den Anforderungen an die Funktionstüchtigkeit für ein bestimmtes Produkt. Sie wird in der Grundprüfung ermittelt. Maßgebend hierfür sind u. a. die geforderten CO_2 -Diffusionseigenschaften und ggf. die Rissüberbrückungseigenschaften.

Maximalschichtdicke (d_{\max})

Sie ergibt sich aus den Anforderungen an die Funktionstüchtigkeit für ein bestimmtes Produkt.

Sie wird in der Grundprüfung ermittelt. Maßgebend hierfür sind u. a. die geforderten H_2O -Diffusionseigenschaften.

Sollschichtdicke (d_{soll})

Sie ist eine aufgrund von statistischen Annahmen ermittelte Schichtdickenvorgabe, die nach der Ausführung im Mittel auf der maßgeblichen Fläche mindestens erreicht werden muss, damit die Mindestschichtdicke (d_{\min}) mit 95%iger Sicherheit an keiner Stelle unterschritten wird. Maßgebend für den erforderlichen Schichtdickenzuschlag (d_z), um den d_{soll} über d_{\min} liegt, sind die Streuungen der gemessenen Schichtdicke und die Anzahl der durchgeführten Messungen.

Mittlere Schichtdicke (d)

Sie ergibt sich als Mittelwert aller über die maßgebliche Fläche verteilten Einzelmessungen nach Aussonderung von echten Ausreißern. d darf d_{soll} nicht unter- und d_{\max} nicht überschreiten.

Spachtelmasse

Pigmentierter, hochgefüllter Beschichtungsstoff der zieh-, streich- oder spritzbar eingestellt sein kann, vorwiegend zum Ausgleich von Unebenheiten des Untergrundes und zum Schließen von Oberflächenporen.

SPCC (Sprayable Polymer Cement Concrete)

Spritzbarer, kunststoffmodifizierter Zementmörtel.

Spritzbeton

Spritzbeton ist Beton, der in einer geschlossenen Schlauch- oder Rohrleitung zur Einbaustelle gefördert und dort durch Spritzen aufgetragen und verdichtet wird.

Spritzdüse

Die Spritzdüse ist der Endbereich der Förderleitung; dort können über einen Mischkörper Wasser, Anmachflüssigkeit, Luft und Zusätze unter Druck beigegeben werden.

Spritzgemisch

Spritzgemisch ist das Gemisch, das die Spritzdüse verlässt.

Spritzmörtel

Spritzmörtel ist Zementmörtel mit Betonzuschlag bis höchstens 4 mm, bei gebrochenem Zuschlag bis höchstens 5 mm, der wie Spritzbeton hergestellt und verarbeitet wird.

Taupunkt-Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

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

Temperaturdehnzahl

Proportionalitätsfaktor zwischen der linearen Dehnung eines Körpers und der sie verursachenden Temperaturänderung.

Temperaturkontraktion, Temperaturdehnung

Volumenänderung eines Körpers infolge Temperaturänderung.

Thixotropie

Bezeichnung für ein spezielles Fließverhalten bestimmter zweikomponentiger Stoffsysteme. Thixotropie entsteht durch Eintragen von Energie (z. B. Schütteln oder Rühren) und führt zum Aufbau einer räumlichen Struktur innerhalb der Substanz. Dieser Vorgang ist reversibel, klingt also mit der Zeit ab.

Tränken

Füllen von Rissen und Hohlräumen ohne Druck.

Trennmittel

Stoffe, die das Entschalen von Bauteilen erleichtern.

Trockenmörtel

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

Trockenmörtelrohdichte

Die Trockenmörtelrohdichte (kg/dm^3) ist das Verhältnis der Masse des erhärteten, getrockneten Mörtels zu seinem Volumen.

Trockenschichtdicke

Dicke einer Beschichtung nach Trocknung oder Erhärtung.

Trockenspritzverfahren

Beim Trockenspritzverfahren wird trockener oder erdfeuchter Beton bzw. Mörtel durch eine Spritzmaschine im Dünnstromverfahren zur Spritzdüse gefördert, wo das Zugabewasser oder die Anmachflüssigkeit, ggf. mit Betonzusätzen, beigelegt wird.

Überarbeitbarkeit

Möglichkeit zum Auftrag von Beschichtungen auf bereits vorhandene Schichten mit ausreichendem Haftverbund.

Verarbeitbarkeitsdauer

Von Umgebungstemperatur und Ansatzmenge (Gebinde) abhängige Zeitspanne, innerhalb derer ein Beschichtungsstoff oder ein Mörtel gerade noch eine verarbeitungsgerechte Konsistenz bzw. Viskosität aufweist.

Verdämmung

Abdichtung im Rissbereich, die während des Injizierens (Verpressens) das Austreten des Rissfüllstoffes aus dem Riss verhindert.

Vergilben

Farbtonänderung von bestimmten Beschichtungen unter der Einwirkung des Sonnenlichtes.

Verlauf

Eigenschaft eines Beschichtungsstoffs, die bei seinem Auftrag entstandenen Unebenheiten seiner Oberfläche selbständig auszugleichen.

Verseifen

Durch Laugen, Säuren oder Enzyme bewirkte Spaltung eines Polymers.

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. Hohe Wasserzementwerte kennzeichnen wasserreiche bzw. bindemittelarme Mischungen und lassen mindere Betoneigenschaften erwarten. Im Hinblick auf den Korrosionsschutz der Bewehrung begrenzt die Normenreihe DIN 1045 den Wasserzementwert bei Stahlbeton mit Zementen der Festigkeitsklasse 32,5 und höher auf maximal 0,75, für Außenbauteile auf 0,60.

Weichmacher

Organische Substanzen, die in thermoplastische Kunststoffe physikalisch eingebunden werden, um oberen E-Modul zu senken und Bruchdehnung zu steigern. Ein späteres Verspröden infolge von Abwanderung der Weichmacher ist durch Diffusion nicht ausgeschlossen.

Zementleim

Mischung aus Wasser und Zement (einschließlich Zusatzmitteln und Zusatzstoffen).

Zementsuspension

Heterogenes Gemisch aus einer Flüssigkeit (Wasser und ggf. Zusatzmittel) und darin enthaltenen festen, unlöslichen Stoffen (Feinstzement und ggf. Zusatzstoffe); siehe auch Rissfüllstoff.

Zementstein

Das nach Abschluss der hydraulischen Erhärtung vorliegende Endprodukt aus Zement und Wasser. Der Zementstein füllt die Hohlräume im Korngerüst der Zuschläge und verkittet diese miteinander zu Mörtel oder Beton. Für die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Betons ist die Dichtheit des Zementsteins von ausschlaggebender Bedeutung. Sie wird durch niedrige Wasserzementwerte begünstigt.

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

Teil 2: Bauprodukte und Anwendung

Ausgabe Oktober 2001

Ersatz für
Ausgabe August 1990 (Teile 1 und 2);
bisherige Vertriebsnummer 65014

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. Nr. L 204 vom 21.07.1998, S. 37) sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin
Tel.: (0 30) 26 01-20 39 Fax: (0 30) 26 01-17 23
dafstb@din.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Änderungen gegenüber Ausgabe August 1990

Abschnitt 1 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis

Der Abschnitt wurde neu in die Richtlinie aufgenommen. Bei Stoffen, die im Regelwerk für die Bundesfernstraßen (ZTV-SIB) enthalten und mit den gleichen Anforderungen wie in dieser Richtlinie belegt sind, wird die Bezeichnung nach den bisherigen ZTV-SIB in Klammern angefügt. Festlegungen zum Nachweis der Übereinstimmung sind in der Bauregelliste A Teil 2 Nrn. 2.22 bis 2.25 enthalten.

Abschnitt 2 Betonuntergrund und Witterungsbedingungen

Anstelle der bisherigen Tabellen 1.4 und 1.5 wurden die Tabellen 2.5 und 2.1 neu aufgenommen.

Abschnitt 3 Vorbehandlung der Bewehrung

Die Tabelle 2.1 wurde in den Teil 2, Abschnitt 4, mit den zugehörigen Systemkomponenten eingearbeitet.

Abschnitt 4 Instandsetzungsbetone und -mörtel

Die Mörtelsysteme aus den Regelwerken der DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung (August 1990) und den TL und den TP der ZTV-SIB für PCC, SPCC und PC wurden zusammengeführt und teilweise neu beschrieben.

Die Beanspruchbarkeitsklassen der Instandsetzungsbetone und -mörtel mit den zugehörigen Systemkomponenten wurden neu definiert und beschrieben.

Die Richtwerte für die Schichtdicken wurden neu gefasst und harmonisiert (s. Tab. 4.2).

Der Mörtel M 4 ist entfallen; er ist in Teilbereichen durch M 2/PC II bzw. M 2/PC I ersetzbar.

Abschnitt 5 Oberflächenschutzsysteme

Die Regelungen für Oberflächenschutzsysteme wurden mit dem Regelwerk ZTV-SIB harmonisiert. Dadurch entsprechen die Systeme OS 1, 2, 4, 5, 9 und 11 den Systemen OS-A bis OS-F.

Hinsichtlich Lieferung und Prüfung der Produkte OS 7 und OS 10 wird auf die TL/TP-BEL-EP und TL/TP-BEL-B Teil 3 verwiesen.

OS 3 wurde gestrichen, da die Hauptanforderungen

- Steigerung des Verschleißwiderstandes und
- Verfestigung des Betonuntergrundes

nicht reproduzierbar nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse hängen sehr stark vom Referenzbeton ab. Nach wie vor ist jedoch eine Imprägnierung mit dünnflüssigen, füllstofffreien Reaktionsharzsystemen eine sinnvolle Maßnahme zur Verfestigung poröser, mineralischer Untergründe mit ungenügender Festigkeit und zur Verhinderung des Staubens infolge Abrieb.

OS 6 wurde gestrichen, da es sich um eine chemisch hoch widerstandsfähige Beschichtung handelt, die inzwischen in der Normenreihe DIN 28052 geregelt ist.

OS 8 wurde gestrichen, da es sich um Standard-Fußbodenbeschichtungssysteme handelt, die zukünftig in einer EN des CEN/TC 303 „Floor screeds and in situ floorings in buildings“ geregelt werden.

OS 12 wurde als Oberflächenschutzsystem gestrichen. Es wird beim Betonersatz als Reaktionsharzmörtel (M 2/PC I) beschrieben.

OS 13 ist neu aufgenommen. Es erfüllt höhere mechanische und chemische Anforderungen bei eingeschränkter Rissüberbrückungsfähigkeit im Vergleich zu OS 11 (OS F).

Da sich die bisherigen Bezeichnungen OS 1 bis OS 12 eingebürgert haben, wird trotz Wegfalls einiger OS-Systeme die alte Bezeichnungsweise beibehalten.

Abschnitt 6 Füllen von Rissen und Hohlräumen

Dieser Abschnitt wurde vollständig überarbeitet. Die Liefer- und Prüfbedingungen wurden aus den überarbeiteten ZTV-RISS übernommen. Bei der Überarbeitung wurden Erfahrungen aus der Anwendung von Reaktionsharzen berücksichtigt. Zementleime und Zementsuspensionen wurden in Anlehnung an die ZTV-RISS neu geregelt.

Die Anwendungsbereiche wurden um das Füllen von Hohlräumen erweitert.

	Seite		Seite
1 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis	5	4.3.2 Zementmörtel/Trockenbeton	11
1.1 Verwendbarkeitsnachweis (Grundprüfung)	5	4.3.3 Kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PCC, SPCC)	11
1.1.1 Allgemeines	5	4.4 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PC)	12
1.1.2 Grundprüfungen für Zementmörtel und Instandsetzungsmörtel und -beton mit zugehörigen Systemkomponenten (Korrosionsschutz, Haftbrücke, Feinspachtel)	5	4.5. Anwendung	12
1.1.3 Grundprüfungen für Oberflächenschutzsysteme	5	4.5.1 Allgemeines	12
1.1.4 Grundprüfungen für Rissfüllstoffe	6	4.5.2 Beton nach DIN 1045/DIN EN 206-1 und Spritzbeton nach DIN 18551	13
1.2 Angaben zur Ausführung	6	4.5.3 Zementmörtel	13
1.3 Übereinstimmungsnachweis der Stoffe und Stoffsysteme	6	4.5.4 Kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel (PCC und SPCC) mit zugehörigen Systemkomponenten	13
1.3.1 Allgemeines	6	4.5.5 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PC)	13
1.3.2 Bezeichnung	6	4.5.6 Haftbrücken	13
1.3.3 Kennzeichnung	6		
1.3.4 Abweichungen der Produktion von der Grundprüfung	7		
2 Betonuntergrund und Witterungsbedingungen	7	5 Oberflächenschutzsysteme	13
2.1 Grundsätze	7	5.1 Anwendungsbereich	13
2.2 Untersuchung des Ist-Zustandes	7	5.2 Schichtdicken	13
2.3 Anforderungen	7	5.3 Übersicht	14
2.3.1 Allgemeines	7	5.4 Stoffe und Stoffsysteme	14
2.3.2 Oberflächenbeschaffenheit	7		
2.3.3 Mechanische Eigenschaften	7	6 Füllen von Rissen und Hohlräumen	15
2.3.4 Chemische Eigenschaften	7	6.1 Anwendungsbereich	15
2.3.5 Betonfeuchte	8	6.2 Zustandserfassung und -beurteilung	15
2.3.6 Temperaturen	8	6.3 Ziele	15
2.3.7 Witterungsbedingungen	8	6.4 Maßnahmen	15
2.3.8 Erschütterungen	8	6.5 Grundsätze für das Füllen von Rissen und Hohlräumen	16
2.4 Maßnahmen zur Vorbereitung des Betonuntergrundes	8	6.5.1 Allgemeine Anforderungen an die Ausführung	16
2.4.1 Allgemeines	8	6.5.2 Anforderungen an den Rissfüllstoff	16
2.4.2 Verfahren und Maßnahmen	9	6.5.3 Anforderungen an die Injektionsgeräte	17
3 Vorbereitung und Vorbehandlung der Bewehrung	9	6.5.4 Anforderungen an Packer und Verdämmung	17
3.1 Anwendungsbereich	9	6.6 Schließen und Abdichten von Rissen und Hohlräumen	17
3.2 Anforderungen an die Entrostung	9	6.6.1 Schließen durch Tränkung	17
3.2.1 Allgemeines	9	6.6.2 Schließen und Abdichten durch Injektion	18
3.2.2 Instandsetzungsprinzipien R und W	9	6.7 Dehnfähiges Verbinden	18
3.2.3 Instandsetzungsprinzip C	9	6.7.1 Planung	18
3.2.4 Instandsetzungsprinzip K	9	6.7.2 Ausführung	18
3.3 Beschichtung des Stahls	9	6.8 Kraftschlüssiges Verbinden	18
3.3.1 Grundsätzliche Anforderungen	9	6.8.1 Planung	18
3.3.2 Stoffe und Verarbeitung	10	6.8.2 Ausführung	18
3.3.3 Verbundverhalten	10	6.9 Kontrollprüfungen	19
3.4 Nachweise	10		
4 Instandsetzungsbetone und -mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten	10	7 Lieferbedingungen	19
4.1 Anwendungsbereich	10	7.1 Lieferform und Verpackung	19
4.2 Beanspruchbarkeitsklassen	10	7.1.1 Allgemeines	19
4.3 Zementgebundene Betone und Mörtel	11	7.1.2 Instandsetzungsbetone und -mörtel	19
4.3.1 Beton nach der Normenreihe DIN 1045 und Spritzbeton nach DIN 18551	11	7.1.3 Oberflächenschutzsysteme	19
		7.1.4 Riss- und Hohlraumfüllstoffe	19

	Seite
7.2 Angaben auf Verpackung oder Beipackzettel oder im Technischem Merkblatt	19
7.2.1 Allgemeines	19
7.2.2 Instandsetzungsbetone und -mörtel	19
7.2.3 Oberflächenschutzsysteme	20
7.2.4 Riss- und Hohlraumfüllstoffe	20
Normen und weiteres Schrifttum	21
Tabellen- und Bildanhang	22

1 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis

1.1 Verwendbarkeitsnachweis (Grundprüfung)

1.1.1 Allgemeines

(1) Unter Bauprodukte werden die hier verwendeten Stoffe und Systeme verstanden. Sie dürfen für den Schutz und die Instandsetzung baulicher Anlagen nur verwendet werden, wenn durch Grundprüfungen nachgewiesen wird, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt werden.

(2) Zur einwandfreien Prüfung und Identifizierung der Stoffe sind vom Hersteller der Prüfstelle alle dazu erforderlichen Werte und Hinweise anzugeben.

(3) Lässt das Regelwerk alternative Prüfverfahren zu, so vereinbaren Hersteller und Prüfstelle das anzuwendende Verfahren.

1.1.2 Grundprüfungen für Zementmörtel und Instandsetzungsmörtel und -beton mit zugehörigen Systemkomponenten (Korrosionsschutz, Haftbrücke, Feinspachtel)

(1) Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen sind den Tabellen 4.3, 4.4 und 4.5 (Anhang) zu entnehmen.

(2) Werden im Rahmen der Grundprüfung die gleichen Kennwerte an mehreren Mischungen ermittelt, so muss jeder Kennwert (Mittelwert aus einer Mischung) die Anforderungen nach Abschnitt 4, Tabellen 4.6, 4.7 und 4.8, Spalte 3, erfüllen bzw. innerhalb des Toleranzbereiches der Spalte 4, bezogen auf den gemeinsamen Mittelwert aller Mischungen bzw. den gegebenenfalls vom Hersteller vorgegebenen Bezugswerten, liegen.

(3) In Tabelle 1.1 sind die vom Hersteller anzugebenden Werte und Hinweise und/oder bzw. die zusätzlich im Prüfbericht aufzuführenden Angaben zusammengestellt. Die Angaben der Zeilen 1 bis 12 von Tabelle 1.1 sind in jedem Fall zur Verfügung zu stellen, die übrigen Angaben sind freiwillig.

(4) Die für den Anwendungsbereich des Betons bzw. Mörtels vorgesehenen Einbauverfahren sind in der Grundprüfung zu berücksichtigen. Es sind die in den Tabellen 4.3 bis 4.8 aufgeführten Kennwerte zu ermitteln und entsprechende Nachweise zu führen.

(5) Wenn bei einem PCC nach Spalten 7 bzw. 8 der Tabelle 4.3 das Größtkorn des Zuschlags¹ um eine Prüfkorngröße erhöht wird, kann für diesen Mörtel die Grundprüfung nach Spalte 9 durchgeführt werden. Dabei sind die gleichen Stoffe (Zement, Kunst-

stoff und Zuschlagsart) wie beim Bezugsmörtel zu verwenden. Eine geringfügige Änderung der Stoffanteile ist zulässig.

(6) Wenn im Rahmen der Grundprüfung für den SPCC ein zusätzlicher Spritztermin erforderlich wird, ist eine ergänzende Prüfung im Mindestumfang nach Tabelle 4.4, Spalte 7, durchzuführen.

(7) Die verwendete Spritzanlage ist Bestandteil der Grundprüfung. Sie wird im Prüfbericht eindeutig beschrieben und mit Abbildungen dokumentiert.

(8) Der Abstand der Spritzdüse von der Auftragsfläche beträgt mind. 0,50 m. Beim Hinterspritzen von vollständig freigelegter Bewehrung darf der Düsenabstand verringert werden.

(9) Wird bei den Nass-Spritzverfahren vom Hersteller keine andere Schlauchlänge angegeben, erfolgen die Grundprüfung sowie auch die Herstellung der gespritzten Proben mit 40 m Schlauchlänge. Auf der Baustelle können bei Nass-Spritzverfahren auch Schlauchlängen unter 40 m eingesetzt werden. Größere Schlauchlängen müssen in einer neuen Grundprüfung geprüft werden. Zwischenlängen erfordern keine zusätzlichen Prüfungen.

(10) Bei den Trocken-Spritzverfahren erfolgen Grundprüfung sowie Herstellung der gespritzten Proben mit 40 m Schlauchlänge. Kürzere Schlauchlängen sind nicht zugelassen. Größere Schlauchlängen müssen in einer neuen Grundprüfung geprüft werden. Zwischenlängen erfordern keine zusätzlichen Prüfungen. Schlauchlängen größer als 40 m erfordern eine zusätzlich Prüfung nach Tabelle 4.4, Spalte 9. Ausgenommen davon sind die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung (Zeile 37) und die Prüfung zur Feststellung der Spritzleistung des SPCC (Zeile 38).

(11) Für weitere, nicht baugleiche bzw. geänderte Spritzanlagen ist eine Prüfung nach Tabelle 4.4, Spalte 9, durchzuführen.

(12) Bei Schichtdicken, die größer sind als die in der Grundprüfung nachgewiesenen, werden für SPCC ergänzende Prüfungen nach Tabelle 4.4, Spalte 8 erforderlich.

1.1.3 Grundprüfungen für Oberflächenschutzsysteme

(1) Zu den vom Hersteller der Prüfstelle anzugebenden Werten und Hinweisen zählen:

- Systemaufbau nach Tabelle 5.1
- Stoffgruppen der Ausgangsstoffe
- Rissfüllstoffe
- Hilfsstoffe (z. B. Thixotropiermittel)
- Verfahren zum Abtrennen des Bindemittels
- Mischungsverhältnis(se)
- Mindestverarbeitungstemperatur
- Applikationsbedingungen
- Überarbeitungszeiten

¹ Der Begriff „Zuschlag“ nach DIN 4226-1:1983-04 ist gleichbedeutend mit dem Begriff „Gesteinskörnungen“ nach DIN 4226-1:2001-07.

- Angaben zur Ausführung
- gegebenenfalls Sollwerte

(2) Bei OS 5b (OS D I) und Feinspachtel sind außerdem anzugeben:

- Bezeichnung des Zements nach DIN EN 197-1 oder DIN 1164:2000-11
- Zementgehalt

(3) Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen sind der Tabelle 5.4 zu entnehmen.

(4) Die in Tabelle 5.4 aufgeführten Bindemittel gelten für die Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirkenden Schutzschicht (hwO). Die Kennwerte der anderen zum System gehörenden Stoffe mit anderen Bindemitteln (z. B. Grundierung, Verschleißschicht oder Deckversiegelung) sind sinngemäß nach Tabelle 5.4 zu ermitteln.

(5) Die Grundprüfung erfolgt jeweils für das System mit dem Farbton RAL 7032 – kieselgrau. Soll der Feinspachtel im Verbund mit einem PCC verwendet werden, ist zusätzlich die Haftzugfestigkeitsprüfung nach Temperaturwechselbeanspruchung nach Teil 4, Abschnitt 5.5.5, durchzuführen.

1.1.4 Grundprüfungen für Rissfüllstoffe

(1) Für die Füllstoffe zum Füllen von Rissen und Hohlräumen besteht die Prüfung aus der Grundprüfung des Rissfüllstoffes und der Grundprüfung des Rissfüllstoffes mit dem zugehörigen Injektionsverfahren. Für Injektionen geeignete Epoxidharze, Zementleime und Zementsuspensionen können auch durch Tränkung verarbeitet werden.

(2) Zu den vom Hersteller anzugebenden Werten und Hinweisen zählen insbesondere:

- Art des Riss-/Hohlraumfüllstoffes
- Injektionsverfahren
- Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung
- Mischgerät
- Packerart
- Verdämmung
- Hilfsstoffe
- Vorbereitung der Injektionsarbeiten
- Mischungsverhältnisse
- Verarbeitungsbedingungen (Temperatur, Feuchte)
- niedrigste Anwendungstemperatur
- Verarbeitbarkeitsdauer
- zulässige Druckbereiche
- Nachinjektion
- Beseitigung von Undichtheiten
- Wartezeiten
- Besondere Hinweise

(3) Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen sind den Tabellen 6.5, 6.6 bzw. 6.7 zu entnehmen.

1.2 Angaben zur Ausführung

Für jedes Instandsetzungssystem hat der Hersteller „Angaben zur Ausführung“ (früher: Ausführungsanweisung) aufzustellen. Sie müssen alle für die Ausführung erforderlichen Angaben im Sinne eines Verwendbarkeitsnachweises enthalten.

1.3 Übereinstimmungsnachweis der Stoffe und Stoffsysteme

1.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauproduktes mit den Bestimmungen dieser Richtlinie muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat (ÜZ) auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und einer regelmäßigen Fremdüberwachung (FÜ) einschließlich einer Erstprüfung nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

(2) Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikates und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauproduktes eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten. Art und Umfang der Prüfungen für den Übereinstimmungsnachweis sind in den Tabellen zu den Abschnitten 4, 5 und 6 festgelegt.

(3) Für das Verfahren zum Nachweis der Übereinstimmung gilt DIN 18200.

1.3.2 Bezeichnung

Die Bezeichnung der Stoffe erfolgt entsprechend den Beanspruchbarkeitsklassen in den Abschnitten 4, 5 und 6.

Beispiele:

Instandsetzungsbetone und -mörtel: M 1
M 2 / PCC II
M 2 / PC I
M 3

Oberflächenschutzsysteme: OS 4 (OS C)
OS 11 (OS F)
OS 13

Injektionssysteme: EP
PUR
ZL
ZS

1.3.3 Kennzeichnung

(1) Die Stoffe oder die Verpackung der Stoffe oder der Beipackzettel der Stoffe oder der Lieferschein der Stoffe müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder und der Bezeichnung nach 1.3.2 gekennzeichnet werden.

(2) Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach dieser Richtlinie erfüllt sind.

1.3.4 Abweichungen der Produktion von der Grundprüfung

(1) Bei einer Änderung der Herkunft des Zuschlags bei PCC und SPCC darf die Sieblinie nicht geändert werden. Der Gesteinstyp (z. B. Quarz oder Kalkstein) und die Kornform (gebrochenes Korn oder Rundkorn) müssen mit dem grundgeprüften Material übereinstimmen.

(2) Bei neuer oder geänderter Produktionseinrichtung ist keine erneute Grundprüfung erforderlich, wenn eine unveränderte Rezeptur und die gleichen Stoffe verwendet werden.

2 Betonuntergrund und Witterungsbedingungen

2.1 Grundsätze

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

- muss der betreffende Beton an seiner Oberfläche und im oberflächennahen Bereich – dem Betonuntergrund – bestimmte Eigenschaften haben (s. Abschnitte 2.3.2 bis 2.3.5), und
- müssen während des Aufbringens der Schutz- bzw. Instandsetzungsstoffe und im angemessenen Zeitraum danach bestimmte Witterungs- und Umgebungsbedingungen erfüllt sein (s. Abschnitte 2.3.6 bis 2.3.8).

2.2 Untersuchung des Ist-Zustandes

(1) Durch entsprechende Prüfungen (s. Tabelle 2.1) ist der Istzustand festzustellen. Daraus ergibt sich auch, ob grundsätzliche Anforderungen für eine Instandsetzungsmaßnahme gemäß Abschnitt 2.1 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 2.4 erfolgen.

(3) Wenn der Beton über und im Bereich der Bewehrung im Hinblick auf deren Korrosionsschutz nicht den Erfordernissen gemäß Teil 1, Abschnitt 6, entspricht, muss er nach den Regeln dieses Abschnitts entfernt werden.

2.3 Anforderungen

2.3.1 Allgemeines

(1) Die in Abschnitt 2.3.2 genannten Eigenschaften des Betonuntergrundes und die Berücksichtigung der Witterungsbedingungen gemäß Tabelle 2.2 werden

bei Imprägnierungen, örtlichen Ausbesserungen mit Beton bzw. Mörtel und bei flächigen Beschichtungen nach dieser Richtlinie immer gefordert.

(2) Die darüber hinaus in Einzelfällen (vgl. Teil 1, Abschnitt 6, und Teil 2, Abschnitte 4 bis 6) bei bestimmten Maßnahmen, Stoffen und/oder Anwendungsfällen einzuhaltenden oder zugelassenen Eigenschaften bzw. Witterungs- und Umgebungsbedingungen sind in den Abschnitten 2.3.3 bis 2.3.8 angegeben.

(3) Bei Spritzbeton sind die Anforderungen von DIN 18551 zu beachten. DIN 18551 gilt nicht für SPCC.

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

2.3.2 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 Stoff 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 ausarbeiten und auszufüllen (s. Abschnitt 2.4.1, Absatz (5)).

(4) Hinsichtlich senkrecht zur Oberfläche verlaufender Risse siehe Abschnitt 6. Hinsichtlich der Betonfeuchte siehe Abschnitt 2.3.5. Für Hydrophobierungen gelten die vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung.

2.3.3 Mechanische Eigenschaften

Der Betonuntergrund muss die in der Tabelle 2.3 angegebenen Anforderungen erfüllen. Niedrige Werte können ein Hinweis auf mangelnde Standsicherheit sein (siehe hierzu Teil 1, Abschnitte 3.2 und 4).

2.3.4 Chemische Eigenschaften

(1) Nach Feststellung von Lage und Betondeckung der Bewehrung müssen die Tiefe der Karbonatisierungsfront und ihr Abstand von der Bewehrung

gemäß Teil 1, Abschnitt 6.4.1, festgestellt und beurteilt werden (siehe auch Teil 3, Anhang B).

(2) Bei Verdacht auf eingedrungene Schadstoffe, insbesondere Chloride, sind deren Art und Gehalt in einem Tiefenprofil gemäß Teil 1, Abschnitt 6.5, zu ermitteln und zu beurteilen (siehe auch Teil 3, Anhang B).

2.3.5 Betonfeuchte

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

- Die meisten kunsthartzgebundenen Betone bzw. Mörtel (Abschnitt 4.4), Imprägnierungsmittel (Abschnitt 5) und filmbildenden Beschichtungsmittel (Abschnitt 5) erfordern einen trockenen bis höchstens feuchten Betonuntergrund.
- Für das Aufbringen einer zementgebundenen Beschichtung oder Haftbrücke und für die örtliche Ausbesserung mit zementgebundenem Beton oder Mörtel ohne oder mit Kunststoffzusatz (Abschnitt 4.3) sowie für wasserdispergierbare filmbildende Kunststoffbeschichtungen muss bzw. kann der Betonuntergrund feucht sein.
- Wenn die Gefahr einer rückseitigen Durchfeuchtung besteht, sind entsprechende Zusatzanforderungen (Tabelle 5.4, Zeile 27) zu erfüllen².

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

- „**trocken**“: Eine rd. 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., aufgebrachte 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 werden³.
- „**nass**“: Das Porensystem des Betonuntergrundes ist wassergesättigt; die Betonoberfläche wirkt glänzend, weist jedoch keinen tropfbaren Wasserfilm auf.

² Für die Bewertung und Zuordnung ist eine besondere Sachkenntnis notwendig. Das Gleiche gilt für die Beurteilung der Möglichkeit osmotischer Blasenbildung.

³ Der zulässige Wassergehalt hängt u. a. vom Zementgehalt, Wassermenge und Porenvolumen ab. Ein fester Prozentsatz lässt sich nicht angeben. Für Bewertung und Zuordnung ist eine besondere Sachkenntnis erforderlich.

(3) Sofern stoffspezifisch (z. B. vom Hersteller) genauere Werte gefordert werden, sind die vorhandenen zu ermitteln und gegebenenfalls die geforderten herzustellen (s. Abschnitt 2.4).

(4) Die Definitionen der Feuchtezustände von Rissen und Hohlräumen sind der Tabelle 6.2 zu entnehmen.

2.3.6 Temperaturen

(1) Die Temperaturen des Betonuntergrundes und der unmittelbar überlagernden Luftschicht müssen während des Aufbringens und im angemessenen Zeitraum danach in dem für den jeweiligen Schutz- oder Instandsetzungsmittel festgesetzten Bereich liegen. Ohne besonderen Nachweis gelten die Richtwerte der Tabelle 2.4.

(2) Die Oberflächentemperatur des Betons und bei mehrschichtigen 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 Zeitraum danach 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 6.4 zu entnehmen.

2.3.7 Witterungsbedingungen

Für die relative Luftfeuchte, für Niederschlag, Wind und Sonneneinstrahlung sind, sofern für die einzusetzenden Stoffe keine abweichenden Herstellerangaben bestehen, die Grenzen der Tabelle 2.2 einzuhalten.

2.3.8 Erschütterungen

Wenn während des Erhärtens von Ausbesserungsbeton bzw. -mörtel oder Beschichtung Erschütterungen (z. B. aus Baubetrieb oder Verkehr) zu erwarten sind, muss dieser Stoff das ohne Nachteil zulassen, oder die Erschütterungen sind durch Einschränkungen der Ursachen im erforderlichen Maße zu vermindern oder zu vermeiden.

2.4 Maßnahmen zur Vorbereitung des Betonuntergrundes

2.4.1 Allgemeines

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

- den gestellten Anforderungen gemäß Abschnitt 2.3,
- der Beurteilung des vorhandenen Betonuntergrundes und der Witterungsbedingungen gemäß Abschnitten 2.1 und 2.2,

- 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 Wärmeleitung planmäßig zu steuern. Beim Flammstrahlen sind die DIN 32539 und gegebenenfalls für bestimmte Anwendungsbereiche bestehende Sonderforderungen zu beachten.

(4) Chemische Verfahren können große 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 Teil 1, Abschnitt 6) entstehenden Ausbruchufer sind unter etwa 45° zur verbleibenden Bauteiloberfläche herzustellen.

2.4.2 Verfahren und Maßnahmen

Für die Vorbereitung des Betonuntergrundes, Änderung der Witterungseinflüsse, das Ausarbeiten von Hohlstellen, Freilegen von Bewehrung und/oder das Entfernen von geschädigtem Beton sind die in Tabelle 2.5 genannten Verfahren und Maßnahmen je nach Erfordernis, Zulässigkeit und Angemessenheit einzusetzen.

3 Vorbereitung und Vorbehandlung der Bewehrung

3.1 Anwendungsbereich

Die folgenden Regelungen beziehen sich auf Bewehrungen nach der Normenreihe DIN 1045 und Normenreihe DIN 488. Auf stählerne Einbauteile sind sie sinngemäß anzuwenden. Sie gelten nicht für kunststoffbeschichtete oder verzinkte Bewehrungen und nicht für Spannstähle. Schäden und Maßnahmen an derartigen Bewehrungen sind in jedem Einzelfall vom sachkundigen Planer zu beurteilen.

3.2 Anforderungen an die Entrostung

3.2.1 Allgemeines

Zur Entrostung von Bewehrungsstahloberflächen dürfen nur mechanische Verfahren angewandt werden. DIN EN ISO 12944-4 ist sinngemäß zu beachten.

3.2.2 Instandsetzungsprinzipien R und W

(1) Nicht zu beschichtende Stahloberflächen sind so zu behandeln, dass im gesamten freigelegten Bereich mindestens ein Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 erreicht wird. Als Verfahren sind vor allem Strahlentrostung mit trockenem oder feuchtem Strahlmittel und Hochdruckwasserstrahlen ($\geq 60 \text{ N/mm}^2$) geeignet. Die Entrostung mit Hochdruckwasserstrahl ist dem Oberflächenvorbereitungsgrad St 2 gleichwertig, auch wenn das optische Bild nicht den fotografischen Vergleichsmustern in ISO 8501 entspricht.

(2) Wenn zusätzlich zu den Anforderungen an die Grundsatzlösungen gemäß Instandsetzungsprinzip W eine Reaktionsharzbeschichtung der Stahloberfläche erfolgen soll, sind höhere Oberflächenvorbereitungsgrade, mindestens Sa 2½, erforderlich.

3.2.3 Instandsetzungsprinzip C

Zu beschichtende Stahloberflächen müssen nach der Behandlung mindestens den Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ aufweisen. Dazu ist Strahlentrostung mit trockenem oder feuchtem Strahlmittel erforderlich. Bei Feuchtstrahlen gelten die Anforderungen unmittelbar nach dem Absetzen der Strahldüse. Die Reinheitsanforderungen müssen in allen zu beschichtenden Stahlbereichen, auch auf den der Strahlrichtung abgewandten Oberflächenbereichen und im Kreuzungsbereich von Bewehrungsstählen, eingehalten sein. Um dies zu ermöglichen, sind die in Teil 1, Abschnitt 6, genannten Regelanforderungen an den Betonausbruch gegebenenfalls verfahrensspezifisch zu verändern.

3.2.4 Instandsetzungsprinzip K

Eine Entfernung gegebenenfalls vorhandener Rostschichten und anderer Korrosionsprodukte ist nicht erforderlich.

3.3 Beschichtung des Stahls

3.3.1 Grundsätzliche Anforderungen

Eine ausreichende Haftung des Instandsetzungsbetons auf der Korrosionsschutzbeschichtung muss sichergestellt sein. Die Beschichtungsstoffe müssen gegen die Alkalität des Zementsteins beständig sein. Sie müssen in Verbindung mit dem Applikationsverfahren einen dauerhaften Korrosionsschutz sicherstellen.

3.3.2 Stoffe und Verarbeitung

(1) Als Beschichtungsmaterial kommen reaktionshärtende Systeme und kunststoffmodifizierte zementhaltige Systeme in Frage.

(2) Die Verarbeitung muss nach den Angaben zur Ausführung des Herstellers erfolgen. Dort angegebene Grenzwerte für Temperatur und Feuchte dürfen nicht unter- bzw. überschritten werden. Im Übrigen gelten die Angaben in Abschnitt 2.3.

(3) Die Mindestschichtdicke muss bei einschichtigem Auftrag reaktionshärtender Systeme mindestens 300 µm betragen. Wenn ein Besanden vorgesehen ist, muss zweischichtig gearbeitet werden. Die Sandkörner dürfen nur in die zweite Schicht eindringen, die Besandung kann deshalb erst nach ausreichender Erhärtung der ersten aufgebracht werden. Die erste Schicht muss dann mindestens 200 µm dick sein.

(4) Die Schichtdicke bei kunststoffmodifizierten zementhaltigen Systemen muss mindestens 1000 µm betragen. Die Beschichtung ist in wenigstens zwei Arbeitsschritten aufzutragen. Ein Besanden ist nicht erforderlich. Darüber hinausgehende Anforderungen sind den Angaben zur Ausführung des Herstellers zu entnehmen.

(5) Der Übergangszone zwischen dem zu beschichtenden und dem im Untergrundbeton befindlichen Stahl muss besondere Aufmerksamkeit gelten. Alle losen Teile sind besonders sorgfältig zu entfernen.

(6) Die Beschichtung soll einige Millimeter auf den angrenzenden Beton übergreifen. Eine den Verbund beeinträchtigende weitergehende Betonbeschichtung ist zu vermeiden.

(7) Um die erforderliche Fehlstellenfreiheit zu erreichen, muss der sachkundige Planer besondere Maßnahmen vorsehen (z. B. Vergrößerung des Mindestbetonausbruchs, Strahlverfahren, Kontrollen).

3.3.3 Verbundverhalten

(1) Durch die Stahlbeschichtung kann die Verbundwirkung zwischen Stahl und Beton beeinträchtigt werden. Bei Verbundspannungen über 0,2 N/mm² sind nur Beschichtungen zulässig, für die der Nachweis nach Tabelle 4.3, Zeile 39, in Verbindung mit einem Beton bzw. Mörtel der Beanspruchbarkeitsklasse M 3 (s. Abschnitt 4) erbracht wurde.

(2) Hinsichtlich der Beurteilung einer durch das Abplatzen der Betondeckung oder das Freilegen der Bewehrung entstandenen Minderung der Standsicherheit ist Teil 1, Abschnitt 3.2, zu beachten.

3.4 Nachweise

Die erforderlichen Nachweise für die Wirksamkeit der Stahlbeschichtungen sind im Abschnitt 4, Tabellen 4.3 bis 4.5, zusammengestellt.

4 Instandsetzungsbetone und -mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten

4.1 Anwendungsbereich

(1) Die folgenden Regelungen betreffen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Teil 1 unter Verwendung von

- Beton nach der Normenreihe DIN 1045
- Spritzbeton nach DIN 18551
- Zementmörtel
- kunststoffmodifiziertem Instandsetzungsbeton/-mörtel (PCC) mit zugehörigen Systemkomponenten
- im Spritzverfahren aufzubringendem kunststoffmodifiziertem Instandsetzungsbeton/-mörtel (SPCC) mit zugehörigen Systemkomponenten
- reaktionsharzgebundenem Instandsetzungsbeton/-mörtel (PC) mit zugehörigen Systemkomponenten.

(2) Bei der Anwendung der Betone bzw. Mörtel sind entsprechende Beanspruchbarkeitsklassen und Anwendungsfälle zu unterscheiden (Abschnitt 4.2, Tabellen 4.1 und 4.2).

(3) Diese Betone und Mörtel können mit weiteren aufeinander abgestimmten Systemkomponenten zu Instandsetzungssystemen kombiniert werden. Die zusätzlichen Stoffe sind:

- Korrosionsschutzbeschichtung der Bewehrung
- Haftbrücke zum Betonuntergrund
- Feinspachtel (Kratzspachtel, Ausgleichsspachtel) zur Herstellung einer Oberfläche, die zum Aufbringen von Oberflächenschutzsystemen geeignet sind (s. Abschnitt 5).

(4) Instandsetzungsbetone und -mörtel sowie Haftbrücken zum Betonuntergrund dürfen nur in der Zusammensetzung unter Beachtung der zulässigen Toleranzen (siehe Tabelle 4.6) verwendet werden, die bei der Grundprüfung festgestellt wurden.

4.2 Beanspruchbarkeitsklassen

(1) Der sachkundige Planer muss in jedem Instandsetzungsfall für jedes Bauteil die Beanspruchbarkeitsklassen festlegen. Danach sind die zu verwendenden Betone und Mörtel auszuwählen. In den Angaben zur Ausführung ist anzugeben, für welche Oberflächenschutzsysteme (OS) und Applikationsarten der Beton bzw. Mörtel geeignet ist. Stoff- und systembezogene Anforderungen mit Bezug auf die Beanspruchbarkeitsklassen enthalten die Tabellen 4.3 bis 4.8.

(2) Es werden folgende Beanspruchbarkeitsklassen unterschieden (siehe Tabelle 4.1):

Beanspruchbarkeitsklasse M 1:

- Die Betone bzw. Mörtel müssen zum Ausfüllen von Fehlstellen im Betonuntergrund geeignet sein. Sie müssen eine ausreichende Festigkeit als Untergrund für die vorgesehenen Oberflächenschutzsysteme aufweisen (siehe Abschnitte 2 und 5).
- Der Korrosionsschutz der Bewehrung wird durch die in Teil 1 dargestellten Prinzipien W, C oder K erreicht.

Beanspruchbarkeitsklasse M 2:

- Zusätzlich zu den Anforderungen an die Beanspruchbarkeitsklasse M 1 müssen bei den zementgebundenen Betonen und Mörteln Mindestwerte des Karbonatisierungswiderstandes eingehalten werden. Eine einwandfreie Applikation und Aushärtung bei dynamischer Beanspruchung (z. B. aus Verkehr) muss gegeben sein.
- Alle Instandsetzungsbetone und -mörtel, außer PCC I und PC I (PCC oder PC für waagerechte oder schwach geneigte Oberseiten, siehe Abschnitte 4.5.4 und 4.5.5, sowie Tabelle 4.1), müssen für die Anwendung an senkrechten Flächen und über Kopf geeignet sein.

Beanspruchbarkeitsklasse M 3:

- Zusätzlich zu den Anforderungen an die Betone und Mörtel der Beanspruchbarkeitsklasse M 2 werden erhöhte Anforderungen im Hinblick auf die Berücksichtigung bei den Nachweisen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit gestellt. Hierzu zählen insbesondere:
 - Festigkeits- und Verformungseigenschaften einschließlich Kriechen und Schwinden. Die Dauerstandsdruckfestigkeit bei Nutzung bis 40 °C kann als Rechenwert mit 60 % der 28-Tage-Druckfestigkeit (bei 23 °C) des kunststoffmodifizierten Instandsetzungsbetons/-mörtels angesetzt werden. Als Rechenwert für die Wärmedehnzahl kann $15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ verwendet werden.
 - Verbund mit dem gemäß Abschnitt 3 vorbehandelten Bewehrungsstahl
 - erhöhte Haftung am Betonuntergrund
 - Brandverhalten.

4.3 Zementgebundene Betone und Mörtel**4.3.1 Beton nach der Normenreihe DIN 1045 und Spritzbeton nach DIN 18551**

(1) Die Betonzusammensetzung und die Wahl der Ausgangsstoffe müssen den Anforderungen der Normenreihe DIN 1045 unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen des Instand zu setzenden Bauteils und der Art der äußeren Einwirkungen genügen. Dies gilt insbesondere, wenn erhöhte Anforderungen an das Bauteil gestellt werden oder besondere Betoneigenschaften gefordert sind. Für

Spritzbeton nach DIN 18551 gilt sinngemäß das Gleiche.

(2) Die Anforderungen an das Brandverhalten können durch Beton nach DIN 1045 und Spritzbeton nach DIN 18551 erfüllt werden.

4.3.2 Zementmörtel/Trockenbeton

Zementmörtel muss die Anforderungen an Beton entsprechend Abschnitt 4.3.1 unter Berücksichtigung zusätzlicher Anforderungen erfüllen:

- Der Zementgehalt muss mindestens 400 kg/m³ verdichteten Mörtels betragen und der Wasserzementwert darf 0,50 nicht überschreiten.
- Wird Trockenmörtel verwendet, bestehend aus Zement und trockenen Zuschlägen, muss dieser im Regelfall werkmäßig hergestellt und lagerungsfähig verpackt werden. Für das Mischen, Verpacken, Liefern und Lagern der Trockenkomponente gilt die DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel“.
- Systeme auf der Basis von Zementmörtel müssen die Anforderungen von Abschnitt 1, Tabellen 4.3 und 4.6, gemäß den Prüfungen nach Teil 4, Abschnitt 2, erfüllen.
- Es ist Zement nach DIN EN 197-1 oder DIN 1164:2000-11 oder bauaufsichtlich zugelassener Zement zu verwenden⁴. Die Festigkeit muss mindestens der Festigkeitsklasse 32,5 entsprechen.
- Ein Mischen aus getrennt angelieferten Trockenkomponenten auf der Baustelle ist nur dann zulässig, wenn werkhähnliche Einrichtungen vorhanden sind und wenn für diese Stoffe eine Grundprüfung (Abschnitt 1 und Tabellen 4.3 und 4.6) an dem für die Anwendung vorgesehenen Mörtel (einschließlich aller Komponenten) erfolgt ist.

4.3.3 Kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PCC, SPCC)

(1) Für die Zusammensetzung sind die Grundanforderungen von DIN 1045 einzuhalten. Für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2 und M 3 müssen Zemente CEM I nach DIN EN 197-1 oder DIN 1164:2000-11 sowie Zuschlag nach DIN 4226-1:1983-04, der erhöhte Anforderungen an den Widerstand gegen Frost und Taumittel erfüllt, verwendet werden. Der Anteil quellfähiger Bestandteile organischen Ursprungs darf für alle Korngruppen des Zuschlags 0,02 M.-% nicht überschreiten (Zuschlag DIN 4226-1:1983-03-eFt-eQ). Zusätzlich dazu werden auch silikatische Zusatzstoffe zugelassen. Bei Verwendung von Gesteinskörnungen nach DIN 4226-1:2001-07 müssen grobe Gesteinskörnungen

⁴ Es sind ausschließlich die in Tabelle 1 (Spalte 3), S. 74, der DIBt-Mitteilungen 03/2001 (32. Jahrgang Nr. 2) aufgeführten Zemente nach DIN EN 197-1 zulässig. Diese Zemente stimmen im Hinblick auf ihre Eigenschaften und ihre Anforderungen mit Zementen nach DIN 1164-1:1994-10 überein.

der Kategorie Q_{0,05} und feine Gesteinskörnungen der Kategorie Q_{0,25} entsprechen. Zur Sicherstellung des Frost-Tausalz-Widerstandes müssen die Gesteinskörnungen die Anforderungen der Kategorie MS₁₈ erfüllen.

(2) Bei Anwendung des Instandsetzungsprinzips „R“ (siehe Teil 1, Abschnitt 6) soll der Polymergehalt 10 % der Zementmasse nicht überschreiten. Die Betone bzw. Mörtel dürfen keine Stoffe enthalten, die die Stahlkorrosion fördern.

(3) Die Eignung von kunststoffmodifizierten Instandsetzungsbetonen/-mörteln ist durch eine Grundprüfung nachzuweisen (Abschnitt 1 und Tabelle 4.3 und Tabelle 4.6). Hinsichtlich der Unterscheidung zwischen PCC I und PCC II siehe Abschnitt 4.5.4 und Tabelle 4.1.

(4) Im Spritzverfahren aufzubringende kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel (SPCC) mit zugehörigen Systemkomponenten bestehen aus dem Betonersatz und gegebenenfalls der Korrosionsschutzbeschichtung. Eine Haftbrücke ist im Regelfall nicht erforderlich.

(5) Es dürfen nur Systeme mit zugehöriger Spritzanlage verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck nachweislich geeignet sind. Es können sowohl Nass-Spritz- als auch Trocken-Spritzverfahren angewendet werden.

(6) Für mineralische Korrosionsschutzbeschichtungen, zementgebundene Haftbrücken und Feinspachtel müssen ebenfalls Zement CEM I nach DIN EN 197-1 oder DIN 1164:2000-11 sowie Zuschläge nach DIN 4226-1 verwendet werden.

(7) Für EP-Korrosionsschutzbeschichtungen und EP-Haftbrücken müssen kalthärtende, lösemittelfreie und alkalibeständige Epoxidharzsysteme verwendet werden.

(8) PCC-Systeme, PCC-Feinspachtel, PCC-Korrosionsschutzbeschichtungen und zementgebundene Haftbrücken können auch als Trockenbeton oder Trockenmörtel mit zugehörigem Kunststoffzusatz geliefert werden.

(9) Die Lieferung von flüssigen Kunststoffkomponenten erfolgt in aufeinander oder auf die Pulverkomponente abgestimmten Gebinden, deren Inhalte in einem Arbeitsgang zu mischen sind, oder in Großgebinden, wobei dann mittels einer Dosiereinrichtung die Entnahme von aufeinander abgestimmten Teilmengen sichergestellt werden muss.

(10) Die Lieferung von zwei- und mehrkomponentigen Korrosionsschutzbeschichtungen muss in aufeinander abgestimmten Gebinden erfolgen, deren gesamter Inhalt in einem Arbeitsgang gemischt werden muss.

(11) Die Anforderungen an das Brandverhalten sind zu erfüllen.

(12) Wegen ihres hohen E-Moduls sind SPCC für wenig feste Untergründe nicht geeignet.

4.4 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PC)

(1) Diese Stoffe werden für Schutz- und Instandsetzungsarbeiten nur in Ausnahmefällen eingesetzt, wenn z. B.:

- eine sehr schnelle Aushärtung erforderlich ist,
- die für die zementgebundenen Stoffe (mit oder ohne Kunststoffzusatz) erforderliche Nachbehandlungsmaßnahmen nicht durchführbar sind,
- die für zementgebundene Stoffe (mit oder ohne Kunststoffzusatz) in der Tabelle 4.2 genannten Richtwerte für Schichtdicken unterschritten werden.

(2) Hinsichtlich der Unterscheidung von PC I und PC II siehe Abschnitte 4.5.5 und 4.5.6 sowie Tabellen 4.1 und 4.2.

(3) Als Bindemittel für den PC, für die Haftbrücke und für die Korrosionsschutzbeschichtung müssen kalthärtende, lösemittelfreie und alkalibeständige Epoxidharzsysteme verwendet werden. Die Anwendung anderer Reaktionsharze ist nach dieser Richtlinie nicht ohne weiteres möglich, da für die Grundprüfung zum Teil andere als in den Tabellen 4.8 und 4.12 aufgeführte Anforderungen und Nachweise erforderlich sind.

(4) Der Zuschlag muss DIN 4226-1 entsprechen und ofengetrocknet verwendet werden. Ein werksmäßiges Vermischen einer der Bindemittelkomponenten mit dem Zuschlag ist zulässig.

(5) Die Wiederherstellung des Korrosionsschutzes der freiliegenden Bewehrung ist generell mit einer reaktionsharzgebundenen Korrosionsschutzbeschichtung gemäß Teil 1, Abschnitt 6.4.4 bzw. Teil 2, Abschnitt 3.3, Tabellen 4.5, 4.8 und 4.12 auszuführen.

4.5 Anwendung

4.5.1 Allgemeines

(1) Die Auswahl der Beanspruchbarkeitsklasse (s. Abschnitt 4.2) und der Beton- bzw. Mörtelart (s. Abschnitte 4.3 und 4.4) sind vom sachkundigen Planer vorzunehmen.

(2) Bei großflächigem Auftrag sollten die in Tabelle 4.2 genannten Richtwerte für die kleinsten und größten Schichtdicken beachtet werden. Die Schichtdicke sollte außerdem mindestens das Dreifache des Größtkorndurchmessers betragen.

(3) Für die Untergrundeigenschaften gilt Abschnitt 2.

4.5.2 Beton nach DIN 1045/DIN EN 206-1 und Spritzbeton nach DIN 18551

(1) Beton und Spritzbeton sind entsprechend den Normen herzustellen, zu verarbeiten und einzubauen (s. auch Abschnitt 4.3.1).

(2) Für Trockenbeton sind die Forderungen der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel“ einzuhalten.

4.5.3 Zementmörtel

Zusätzlich zu Abschnitt 4.3.2 gelten die Angaben von Abschnitt 4.5.2 sinngemäß.

4.5.4 Kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel (PCC und SPCC) mit zugehörigen Systemkomponenten

(1) Hinsichtlich der Anwendung wird bei PCC zwischen PCC I und PCC II unterschieden. PCC I gilt für waagerechte oder schwach geneigte Oberflächen, PCC II ist für beliebige Lagen anwendbar (s. Tabelle 4.1).

(2) SPCC kann in dem in Tabelle 4.1 angegebenen Anwendungsbereich verwendet werden. Er ist im Regelfall auf den Betonuntergrund ohne Verwendung von Schalungen aufzutragen. Die Spritzdüse ist so zu führen, dass ein gut verdichteter Beton/Mörtel mit gleichmäßigem Gefüge bei geringem Rückprall entsteht, Spritzschatten vermieden und gegebenenfalls freiliegende Stahleinlagen ausreichend umhüllt werden.

(3) Zusätzlich zu Abschnitt 4.3.3 gelten die Angaben zur Ausführung des Herstellers. Diese muss alle notwendigen Angaben bezüglich Vorbereiten, Verarbeiten und Nachbehandeln der Betone und Mörtel enthalten.

4.5.5 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (PC)

(1) Bei der Anwendung von PC wird zwischen PC I und PC II unterschieden. PC I gilt für waagerechte oder schwach geneigte Oberflächen. PC II ist für beliebige Lagen anwendbar (s. Tabelle 4.1).

(2) Bei Verwendung einer Haftbrücke muss der Beton bzw. Mörtel frisch in frisch verarbeitet werden. Bei einer längeren Arbeitsunterbrechung wird abgesandt und nach dem Erhärten erneut Epoxidharz als Haftbrücke aufgetragen.

(3) Bei der Anwendung größerer Mengen von Haftbrücken und reaktionsharzgebundenen Instandsetzungsbetonen und -mörteln sollten Großgebilde für Harz und Härter angewendet werden. Es sind dann besondere Maßnahmen zu ergreifen, die die Einhaltung des richtigen Mischungsverhältnisses sicherstellen. Hierzu zählen z. B. maschinelle Dosierein-

richtungen, die die Entnahme von aufeinander abgestimmten Teilmengen gestatten.

(4) Bei nichtmaschineller Dosierung ist jede Mischung aus vollständigen Gebinden der aufeinander mengenmäßig abgestimmten Einzelkomponenten zusammenzusetzen, oder es sind geeignete Wägeeinrichtungen zu verwenden. Das Herstellen der Mischung muss entsprechend den Angaben zur Ausführung erfolgen. Im Übrigen gelten die Angaben von Abschnitt 4.4.

4.5.6 Haftbrücken

(1) Als Haftbrücken werden geeignete Epoxidharze und mineralische Haftbrücken auf Zementbasis verwendet. Die Haftbrücken sind nach den vom Hersteller mitzuliefernden Angaben zur Ausführung anzumischen und zu verarbeiten. Bei der Verwendung von zweikomponentigen Haftbrücken sind die in den Angaben zur Ausführung genannten Mischungsverhältnisse einzuhalten.

(2) Im Regelfall wird der Beton bzw. Mörtel mit der Haftbrücke frisch in frisch verarbeitet. Im Übrigen gelten die Angaben in Abschnitt 4.3.3.

5 Oberflächenschutzsysteme

5.1 Anwendungsbereich

(1) Die folgenden Regelungen betreffen Oberflächenschutzmaßnahmen zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit von Beton- und Stahlbetonbauteilen und als Teil von Instandsetzungsarbeiten. Anwendungsbereiche, Eigenschaften und andere Angaben enthält Tabelle 5.1.

(2) Nicht behandelt werden vorgefertigte Folien, Abdichtungsbahnen, bituminöse Beschichtungsmaterialien, Säurebau, Oberflächenschutz in verfahrenstechnischen Anlagen und Brandschutz.

(3) Notwendige Voraussetzungen für die erfolgreiche Anwendung der Oberflächenschutzmaßnahmen werden auch an anderen Stellen dieser Richtlinie behandelt (siehe z. B. Abschnitt 2).

5.2 Schichtdicken

(1) Von der Dicke der Schutzschichten hängt die Schutzfunktion eines Oberflächenschutzsystems maßgebend ab.

(2) Jeder hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) ist eine oder sind mehrere Schutzfunktionen zugeordnet:

- Diffusionsfähigkeit für H₂O
- Diffusionsdichtigkeit für CO₂
- Temperaturwechselbeständigkeit
- Rissüberbrückung
- Verschleißfestigkeit

(3) Die Angaben beziehen sich immer auf die Trockenschichtdicke der für die Schutzfunktion haupt-

sächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht. Die Kontrolle der Schichtdicken auf der Baustelle erfolgt je nach System entweder nach Verbrauch (häufig ungenau) oder durch direkte Messungen (meist genauer).

(4) In dieser Richtlinie werden folgende Begriffe verwendet (siehe Begriffe):

- | | |
|-------------------------|------------|
| – Mindestschichtdicke | d_{\min} |
| – Maximalschichtdicke | d_{\max} |
| – mittlere Schichtdicke | \bar{d} |
| – Sollschichtdicke | d_s |
| – Schichtdickenzuschlag | d_z |

(5) Die Mindest- bzw. Maximalschichtdicken der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten ergeben sich für jedes Oberflächenschutzsystem nach unterschiedlichen Kriterien. Die Dicken sind im Rahmen der Grundprüfung von der Prüfstelle festzulegen.

(6) Die Mindestschichtdicke (d_{\min}) wird je nach System unter Beachtung folgender Kriterien ermittelt:

- Angabe der bei der Grundprüfung festgestellten mittleren Schichtdicke der Temperaturwechselbeanspruchungs-Platten;
- geringste Schichtdicke, mit der die geforderte Rissüberbrückung nachgewiesen wurde. Darunter ist die mittlere Schichtdicke eines Probekörpersatzes (4 Probekörper), der die Prüfung bestanden hat, zu verstehen.
- geringste Schichtdicke, mit der der geforderte CO_2 -Diffusionswiderstand erreicht wird; Ermittlung durch Berechnung aus der geprüften CO_2 -Diffusionswiderstandszahl μ (CO_2).

(7) Der jeweils größte Wert ist anzugeben. Mindestens sind jedoch die in der Tabelle 5.2 aufgeführten Dicken als Mindestschichtdicke d_{\min} der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten anzusetzen.

(8) Die bei der Grundprüfung als mittlere Schichtdicke gemessene Mindestschichtdicke darf in der Praxis nicht unterschritten werden. Um die Mindestschichtdicke in der Praxis auch sicher zu erreichen, sind für Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

(9) Die für die Praxis relevante Sollschichtdicke d_s ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben. Sie ergibt sich aus der in der Grundprüfung festgestellten Mindestschichtdicke d_{\min} und dem vom Mittelwert der gemessenen Rautiefe R_t abhängigen Schichtdickenzuschlag d_z .

$$d_s = d_{\min} + d_z$$

(10) Die zugehörige Materialverbrauchsmenge (MV) ist ebenfalls anzugeben. In Abhängigkeit von der Rauheit des Untergrundes (siehe Tabelle 5.2 und

Teil 1, Anhang unter „Rautiefe“) sind für die verschiedenen Oberflächenschutzsysteme die in Tabelle 5.2 aufgeführten d_z -Werte anzusetzen.

(11) Die Maximalschichtdicke (d_{\max}) ergibt sich aus der maximalen Schichtdicke, bei der der geforderte H_2O -Diffusionswiderstand nicht überschritten wird. Die Maximalschichtdicke ist unter Verwendung der geprüften H_2O -Diffusionswiderstandszahl $\mu(\text{H}_2\text{O})$ zu berechnen.

(12) Unter Rauheit wird das Abweichen der Oberfläche eines definierten kleinen Messbereiches von einer Bezugsebene verstanden. Die Rautiefe ist der absolute Wert der Rauheit einer Oberfläche in mm, bestimmt nach dem Sandflächenverfahren (siehe Teil 4, Abschnitt 2.6.2, Absatz (6)).

5.3 Übersicht

(1) In Tabelle 5.1 sind die Regelaufbauten definiert. Abweichungen von den Regelaufbauten sind zulässig, wenn die Anforderungen an das System gemäß Tabelle 5.3 in der Grundprüfung nachgewiesen werden. Die Mindestschichtdicken in Tabelle 5.2 sind einzuhalten. In Tabelle 5.1 sind enthalten

- Systembezeichnung
- Kurzbeschreibung
- Anwendungsbereiche
- Eigenschaften
- Bindemittelgruppen der hwO (hauptsächlich wirkenden Oberflächenschutzschicht)
- Regelaufbau
- Hinweise zur Schichtdicke der hwO (hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten) (s. Abschnitt 5.2)
- Rissüberbrückung (s. dazu Tabelle 5.3).

(2) Bei den Bindemittelgruppen sind die Bindemittel angeführt, die sich bisher bewährt haben. Andere als die angegebenen Bindemittelgruppen sind zulässig, wenn die Anforderungen eingehalten werden.

(3) Die Eigenschaften gemäß Tabelle 5.1, Zeile 4, werden eingeteilt nach

- den geforderten und nachzuweisenden Eigenschaften und
- sonstigen Eigenschaften, die die Stoffe bzw. Systeme von sich aus aufweisen (Aufzählung nicht vollständig).

5.4 Stoffe und Stoffsysteme

(1) Stoffe und Stoffsysteme für den Oberflächenschutz dürfen keine zusätzlichen Chloridmengen in den Beton eintragen.

(2) Für zementgebundene Kratz- bzw. Ausgleichspachtel und OS 5b (OS DI) müssen Zement nach DIN EN 197-1⁴ oder DIN 1164:2000-11 sowie Zuschlag nach DIN 4226-1 verwendet werden.

⁴ s.S. 11

(3) Verschleißschichten von OS 11-Systemen müssen geeignete Füllstoffe und anorganische Abstreumaterialien enthalten.

(4) Weitere Anforderungen an die Stoffe und Stoffsysteme sind in Tabelle 5.3 aufgeführt.

(5) Die Ergebnisse der Grundprüfung werden als Sollwerte für den Übereinstimmungsnachweis zugrunde gelegt. Für einige Anforderungen an die Ausgangsstoffe und an die gemischten Stoffe darf der Hersteller Sollwerte vorgeben (siehe Tabelle 1.1). Der bei der Grundprüfung ermittelte Wert muss dann im Rahmen des Toleranzbereiches der Tabelle 5.3, Spalte 4, liegen.

(6) Der Übereinstimmungsnachweis wird im Regelfall mit dem Farbtönen RAL 7032 (kieselgrau) durchgeführt. Es können auch die Farbtöne

- RAL 1024 (ockergelb)
- RAL 6011 (resedagrün)
- RAL 7023 (betongrau)
- RAL 9010 (reinweiß)

verwendet werden, sofern sich die Zusammensetzung nur hinsichtlich der Pigmente ändert und die entsprechenden Kennwerte vom Hersteller angegeben werden.

(7) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Oberflächenschutzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarende Prüfungen nachzuweisen ist.

6 Füllen von Rissen und Hohlräumen

6.1 Anwendungsbereich

(1) Die folgenden Regelungen betreffen das Füllen von Rissen und Hohlräumen in Bauteilen. Soweit im weiteren Text Hohlräume nicht gesondert erwähnt werden, gelten dafür die Angaben für Rissinjektionen sinngemäß.

(2) Für die Vorbereitung des Betonuntergrundes, für die Verdämmung und für die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes von oberflächennahem, gegebenenfalls beim Füllen von Rissen bzw. Hohlräumen beschädigtem Beton gelten sinngemäß die Abschnitte 2, 3 und 4.

6.2 Zustandserfassung und -beurteilung

(1) Der Einfluss von Rissen bzw. Hohlräumen in Betonbauteilen auf deren Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit ist vom sachkundigen Planer zu beurteilen. Risse sind entsprechend Tabellen 6.1 und 6.2 zu erfassen und zu dokumentieren. Dabei ist die von der Ursache abhängige größte Rissbreitenänderung zu berücksichtigen.

(2) Im Rahmen der Beurteilung hat der Planer über die Ursache der Rissbildungen, die Notwendigkeit, die Ziele und Art des Füllens der Risse und gegebenenfalls über das Risiko des Entstehens neuer Risse eine Aussage zu treffen. Gegebenenfalls ist auch der Korrosionsschutz der Bewehrung im Sinne des Teils 1, Abschnitt 6, zu beurteilen.

(3) Nach vorangegangenem Füllen von Rissen oder Hohlräumen mit Reaktionsharz ist eine Injektion mit Zementleim oder Feinstzementsuspension nicht zulässig. Eine Wiederholung des Füllens mit Zement als Bindemittel ist jedoch erlaubt.

6.3 Ziele

(1) Das Füllen von Rissen bzw. Hohlräumen ist vorzusehen, wenn eines oder mehrere der folgenden Ziele erreicht werden müssen:

- Schließen
Hemmen oder Verhindern des Eindringens von korrosionsfördernden Wirkstoffen durch Risse oder Hohlräume in Bauteile
- Abdichten
Beseitigen von riss- bzw. hohlraumbedingten Undichtheiten des Bauteils
- Dehnfähiges Verbinden
Herstellen einer begrenzt dehnfähigen, dichten Verbindung zweier Rissflanken
- Kraftschlüssiges Verbinden
Herstellen einer zug- und druckfesten Verbindung in Rissen oder Hohlräumen.

(2) Abdichten beinhaltet das Schließen. Dehnfähiges oder kraftschlüssiges Verbinden beinhaltet das Schließen und Abdichten. Die Injektionsziele dehnfähiges und kraftschlüssiges Verbinden schließen sich im Allgemeinen gegenseitig aus.

6.4 Maßnahmen

(1) Tabelle 6.3 enthält für die vorgenannten Ziele die Anwendungsbereiche für die Rissfüllstoffe und Füllarten in Abhängigkeit vom Feuchtezustand der Risse oder Rissflanken. Die Tabelle 6.4 enthält die rissfüllstoffspezifischen Anwendungsbedingungen für Injektionen.

(2) Tränkung bedeutet in der Tiefe begrenztes Füllen von Rissen auf annähernd waagrechten Flächen von oben ohne oder mit Druck kleiner als 0,1 bar gemäß Abschnitt 6.6.1; Injektion bedeutet zielgerechtes Füllen von Rissen und Hohlräumen unter Druck gemäß Abschnitt 6.6.2 ff.

(3) Die Tränkung darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen.

(4) Durch Tränkung können nur oberflächennahe Bereiche von Rissen gefüllt werden. Die ursprüngliche Tragfähigkeit 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 Rissbrei-

tenänderungen im Regelfall keine geeignete Maßnahme dar.

(5) Bei der Tränkung ist auf der Bauteiloberfläche der notwendige Richtwert für die jeweilige Rissbreite zu beachten. Sie beträgt bei der Epoxidharztränkung (EP-T) ca. 0,2 mm, bei der Zementsuspensionstränkung (ZS-T) ca. 0,4 mm und bei der Zementleimtränkung (ZL-T) ca. 0,8 mm. Die Technik der Tränkung wird von der Rissbreite bestimmt.

(6) Eine wiederholte Tränkung ist nicht möglich. Vorangegangene Maßnahmen für EP-T sind nicht zulässig. Für ZL-T bzw. ZS-T darf keine vorherige Füllung mit Epoxidharzen erfolgen.

6.5 Grundsätze für das Füllen von Rissen und Hohlräumen

6.5.1 Allgemeine Anforderungen an die Ausführung

(1) Das erfolgreiche Füllen von Rissen und Hohlräumen setzt von der Art des Rissfüllstoffs und vom angewendeten Verfahren abhängige Mindestrissbreiten auf der Bauteiloberfläche voraus. Hohlräume im Beton müssen erforderlichenfalls durch Bohrungen zum Füllen und zum Entlüften erschlossen werden.

(2) Eine Injektion von Hohlräumen setzt für den Rissfüllstoff die Durchgängigkeit des Schadensbereichs im Betongefüge voraus. Durch Injektion können Risse und Hohlräume mit geeignetem Rissfüllstoff unter Druck mit zugehörigem Injektionsverfahren gefüllt werden.

(3) Die Rissflanken für den Rissfüllstoff müssen frei von haftungsmindernden Verunreinigungen sein.

(4) Die Temperaturbereiche für die Ausführung entsprechend Tabelle 6.4 und gegebenenfalls einschränkende füllstoffspezifische Angaben der produktspezifischen Angaben des Allgemeinen Bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zur Ausführung sind einzuhalten.

(5) Wassergefüllte Betongefüge können nur dann erfolgreich injiziert werden, wenn das Wasser im Zuge der Injektion aus dem Bauteil verdrängt werden kann. Bei druckwasserführenden Rissen muss das Herausspülen des Rissfüllstoffes wirksam verhindert werden.

(6) Die Ausführbarkeit der Maßnahmen ist vorab vom sachkundigen Planer anhand der Eigenschaften des Rissfüllstoffes und des Injektionsverfahrens zu beurteilen.

(7) Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei günstiger Witterung durchgeführt werden kann und Risse möglichst ihre größte Breite aufweisen.

(8) Das Füllen von Rissen und Hohlräumen darf nur innerhalb rissfüllstoff- und -füllartspezifischer Anwendungsbedingungen (Tabellen 6.3 und 6.4) ausgeführt werden. Deren Einhaltung ist erforderlichenfalls durch Messungen zu kontrollieren.

(9) Innerhalb einer für den verwendeten Rissfüllstoff nachgewiesenen Verarbeitbarkeitsdauer, bezogen auf die Bauteiltemperatur, ist über alle Packer eine Nachinjektion vorzunehmen.

(10) Für einkomponentige Verarbeitung von Rissfüllstoffen dürfen nur vollständige Gebinde gemischt werden. Gemischte Gebindeinhalte dürfen zur Injektion oder Nachinjektion nur innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer eingesetzt werden. Eine Beeinflussung der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer durch Kühlung ist bei hohen Umgebungstemperaturen zulässig.

(11) Durch die Injektion müssen Risse oder Hohlräume vollständig, d. h. mindestens bis zu einem Füllgrad von 80 %, gefüllt werden. Durch Tränkung müssen Risse mindestens bis zu einer Tiefe von 5 mm bzw. der 15fachen Rissbreite (der kleinere Wert ist maßgebend) gefüllt werden.

6.5.2 Anforderungen an den Rissfüllstoff

Der Rissfüllstoff muss folgende Eigenschaften haben:

- allgemein
 - füllartangepasste Viskosität,
 - gute Verarbeitbarkeit innerhalb füllartabhängig definierter Grenzen,
 - ausreichende Mischungsstabilität,
 - geringer reaktionsbedingter Volumenschwund,
 - ausreichende Haftfestigkeit des Betongefüges (Rissflanke),
 - ausreichende Eigenfestigkeit,
 - hohe Alterungsbeständigkeit,
 - nicht korrosionsfördernd,
 - Verträglichkeit mit allen Stoffen, mit denen er planmäßig in Berührung kommt.
- Epoxidharze (EP)
 - ausreichend schnelle Festigkeitsentwicklung,
 - geringer Anteil flüchtiger Bestandteile,
 - Einhaltung der Anforderungen der Tabelle 6.5.
- Polyurethanharze (PUR)
 - Porenbildung bereits bei geringem Wasserzutritt zum noch nicht reagierten Harzgemisch mit einer die Erfüllung von Dichtheitskriterien sicherstellenden Zellwandstruktur,
 - ausreichende Haftfestigkeit an Rissflanken beliebigen Feuchtezustandes, gegebenenfalls in Verbindung mit einem zugehörigen schnellreaktiven Polyurethanschaum (SPUR),
 - ausreichende Dehnfähigkeit in Rissen, auch bei Wasserzutritt vor oder nach Ablauf der Reaktion,

- keine aus dem ausgehärteten Harz entweichenden Bestandteile, z. B. Weichmacher,
 - Einhaltung der Anforderungen der Tabelle 6.6,
 - Polyurethanschäume (SPUR) müssen ausreichend kurze Reaktionszeiten und ausreichende Volumenvergrößerungen aufweisen.
- Zementleime (ZL), Zementsuspensionen (ZS)
- geeignete Mahlfineinheit,
 - geeignete Korngrößenverteilung des Zements,
 - Einhaltung der Anforderungen der Tabelle 6.7,
 - Zemente für Zementleime müssen DIN EN 197-1⁴ oder DIN 1164:2000-11 entsprechen oder bauaufsichtlich zugelassen sein,
 - Zusätze in Zementleim oder Zementsuspension müssen bauaufsichtlich als Betonzusatzstoff oder -mittel zugelassen sein.

6.5.3 Anforderungen an die Injektionsgeräte

(1) Vorrichtungen und Hilfsmittel zum Tränken müssen eine ausreichende, ununterbrochene Zufuhr des Rissfüllstoffes zum Riss bis zum Abschluss des kapillaren Saugens sicherstellen.

(2) Injektionsgeräte müssen folgende Eigenschaften haben:

- einfache Bedienbarkeit,
- einfache Überprüfbarkeit der Funktionsfähigkeit,
- geringe Störanfälligkeit,
- im von der Füllart abhängigen Arbeitsbereich des Injektionsgerätes regelbarer und begrenzbarer Druck,
- einfache Reinigung und Wartung.

(3) Geräte für zweikomponentige Injektion müssen zusätzlich folgende Eigenschaften haben:

- hohe Dosiergenauigkeit,
- geringe Anfälligkeit gegen fehlerhafte Bedienung (Verstellung des Dosiervhältnisses, Zuschaltung von Reinigungsmitteln usw.).

(4) Zum Anmischen von Zementleimen und Zementsuspensionen müssen Rührwerke eingesetzt werden, die alle Bestandteile so aufschließen, dass die geforderte Mischungsstabilität erreicht wird. Die Injizierbarkeit des Rissfüllstoffes während der Verarbeitungsdauer muss, gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen (Umwälzen, Filtern, Begrenzen der Temperatur des Rissfüllstoffes) in entsprechenden Anlagen oder im Injektionsgerät, aufrechterhalten werden.

6.5.4 Anforderungen an Packer und Verdämmung

(1) Die Injektion erfolgt über Klebepacker, die auf die Bauteiloberfläche geklebt werden, oder Bohrpacker, die in Bohrlöchern befestigt werden. Diese müssen so ausgebildet sein, dass

- eine feste, dem Injektionsdruck genügende Verbindung zum Bauteil hergestellt werden kann,
- eine Entmischung des Rissfüllstoffes während der Injektion nicht eintritt und das Austreten des Rissfüllstoffes nach Beendigung der Arbeiten verhindert wird,
- im Bauwerk verbleibende Packerteile aus nicht rostenden Werkstoffen bestehen.

(2) Es ist sicherzustellen, dass die für die Standsicherheit erforderliche Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird.

(3) Die Anordnung der Packer zur Rissinjektion soll nach dem Bild im Anhang erfolgen⁵. Abweichende Packeranordnungen können festgelegt werden, wenn dies die Bauteilmaße erfordern. Für Hohlrauminjektionen sind die Packer in einem der Art und dem Ausmaß des Gefügeschadens entsprechenden Raster anzuordnen.

(4) Geeignete schnellhärtende Reparaturmaterialien zum Nachdichten von Leckagen müssen auf der Baustelle vorgehalten werden.

(5) Bei Bauwerken mit kurzzeitigen oder täglichen Rissbreitenänderungen während der Ausführung muss die Verdämmung mit einem hierfür geeigneten Material erfolgen.

6.6 Schließen und Abdichten von Rissen und Hohlräumen

6.6.1 Schließen durch Tränkung

6.6.1.1 Planung

(1) Zum Schließen von Rissen durch Tränken dürfen Epoxidharze (EP-T) sowie Zementleime (ZL-T) und Zementsuspensionen (ZS-T) eingesetzt werden, die die Anforderungen der Tabellen 6.5 und 6.7 erfüllen. Rissfüllstoffspezifische Anwendungsbereiche enthält Tabelle 6.3.

(2) Es ist zu beachten, dass durch Tränkung im Allgemeinen nur oberflächennahe Bereiche 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.

6.6.1.2 Ausführung

(1) Risse sind vor der Tränkung mit geeigneten Verfahren (z. B. mit ölfreier Druckluft oder Industriestaubsauger) von losen Feinstoffen zu säubern.

⁴ s. S. 11

⁵ Formulare zur Rissinjektion sind zu beziehen beim Verkehrsblatt-Verlag, Hohe Straße 39, 44139 Dortmund.

Benetzungs- und haftungsverhindernde Verunreinigungen sind zu entfernen.

(2) Zur Erzielung des erforderlichen Tränkungsgrades muss innerhalb der von der Bauwerkstemperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes für eine ununterbrochene Zufuhr des Rissfüllstoffes zum Riss gesorgt werden, bis augenscheinlich kein Rissfüllstoff mehr aufgenommen wird.

6.6.2 Schließen und Abdichten durch Injektion

6.6.2.1 Planung

(1) Zum Schließen und Abdichten von Rissen und Hohlräumen durch Injektion dürfen Epoxidharze (EP-I) oder Polyurethanharze (PUR-I) bzw. Zementleime (ZL-I) und Zementsuspensionen (ZS-I) eingesetzt werden, die den Anforderungen der Tabellen 6.5 bis 6.7 entsprechen. Anwendungsbereiche und rissfüllstoffspezifische Anwendungsbedingungen enthalten die Tabellen 6.3 und 6.4.

(2) Für die Injektion von Hohlräumen mit Zementleim (ZL-I) oder Zementsuspension (ZS-I) sind zusätzlich die Anforderungen der Tabelle 6.7 (Blatt 1), Zeilen 20 und 21 zu erfüllen.

6.6.2.2 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen (s. Abschnitt 6.5.1, Absatz (9)). Es muss, je nach Anwendungsfall, eine ausreichende Dichtheit gegen Eindringen und Durchtritt von Flüssigkeiten erreicht werden.

(2) Bei Verwendung von Zementleimen und Zementsuspensionen sind trockene Rissflanken grundsätzlich gemäß den Angaben zur Ausführung vorzunäsen.

6.7 Dehnfähiges Verbinden

6.7.1 Planung

(1) Zur Herstellung einer begrenzt dehnfähigen Verbindung von Rissflanken durch Injektion dürfen nur geeignete, zweikomponentige Polyurethanharze (PUR-I) verwendet werden.

(2) Die Dehnfähigkeit der Polyurethanharze ist temperatur- und rissbreitenabhängig begrenzt. Risse < 0,3 mm können im Regelfall nur dann dauerhaft abdichtend gefüllt werden, wenn praktisch keine Rissbreitenänderungen auftreten.

(3) Die Mindestanforderungen an Polyurethanharze nach Tabelle 6.6 sind zu beachten.

6.7.2 Ausführung

(1) Risse sind vollständig zu füllen. Es muss, je nach Anwendungsfall, eine ausreichende Dichtheit gegen Eintritt von Flüssigkeiten erreicht werden.

(2) Die Injektion über Bohrpacker kann zur Erleichterung der optischen Füllkontrolle im Regelfall ohne Verdämmung ausgeführt werden.

(3) Wird in Ausnahmefällen bei unter Druck wasserführenden Rissen eine vorangehende Injektion mit Polyurethanschaum (SPUR-I) erforderlich, so ist diese auf zur Herabsetzung des Wasserzutritts erforderliche Rissabschnitte zu begrenzen, um mit der Polyurethanharzinjektion (PUR-I) hohe Füllgrade zu erreichen. Die Polyurethanharzinjektion (PUR-I) soll unmittelbar anschließend über zusätzliche Bohrpacker erfolgen.

(4) Eine erneute Injektion von undicht gewordenen Rissen und Hohlräumen ist zulässig. Hierzu sind im Regelfall auch neue Packer zu setzen.

6.8 Kraftschlüssiges Verbinden

6.8.1 Planung

(1) Für das kraftschlüssige Füllen von Rissen und Hohlräumen durch Injektion dürfen Epoxidharze (EP-I) sowie Zementleime (ZL-I) und Zementsuspensionen (ZS-I) eingesetzt werden. Risse können nur bei bekannter, nicht wiederkehrender Rissursache dauerhaft kraftschlüssig gefüllt werden.

(2) Für die Injektion von Hohlräumen mit Zementleim (ZL-I) oder Zementsuspension (ZS-I) sind zusätzlich die Anforderungen der Tabelle 6.7 (Blatt 1), Zeilen 20 und 21, zu erfüllen.

(3) Bei ausschließlicher Injektion von hohlraumreichem Beton kann auch Zementleim (ZL-I) verwendet werden, der die Anforderungen von Tabelle 6.7 (Blatt 1), Zeilen 1 bis 14, erfüllt und dessen Eignung nur nach Prüfmethode 3 (Tabelle 6.7 (Blatt 1), Zeilen 20 und 21) nachgewiesen ist.

(4) Als wiederkehrende bekannte Rissursachen (s. Tabelle 6.1, Zeile 7) sind solche Einwirkungen auf das Bauteil zu betrachten, die zur erneuten Überschreitung der wahrscheinlichen Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse führen würden. Diese sind vor der Injektion durch den sachkundigen Planer zu ermitteln.

(5) Die Zugfestigkeit der durch Zementleiminjektion und Zementsuspension hergestellten Verbindungen wird im Regelfall durch die des Rissfüllstoffes bestimmt. Bei Epoxidharzen wird die zugfeste Verbindung im Regelfall durch die des angrenzenden Betons bestimmt.

6.8.2 Ausführung

(1) Die Rissflanken müssen bei Epoxidharzinjektionen (EP-I) trocken und frei von haftungsstörenden Verunreinigungen sein.

(2) Bei Verwendung von Zementleimen (ZL-I) oder Zementsuspensionen (ZS-I) sind trockene Rissflanken vor der Injektion gemäß den Angaben zur Aus-

führung vorzunässen (s. a. Abschnitt 6.6.2.2, Absatz (2)).

(3) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen (s. Abschnitt 6.5.1, Absatz (9)). Es muss eine ausreichend kraftschlüssige Verbindung der Rissflanken erreicht werden.

6.9 Kontrollprüfungen

(1) Kontrollprüfungen nach einer Tränkung dienen der Feststellung der Fülltiefe. Dies kann nur durch zerstörende Prüfung festgestellt werden und sollte daher auf begründete Fälle beschränkt bleiben.

(2) Soll in wichtigen Fällen eine Beurteilung der Vollständigkeit der Füllung durch Injektion und Aushärtung des Rissfüllstoffes durchgeführt werden, so erfolgt diese an Bohrkernen. Die an der Mantelfläche des Bohrkerns oder an den Schnittflächen der in Scheiben geschnittenen Bohrkerns sichtbaren Risse mit Breiten > 0,1 mm (bei Zementleim > 0,2 mm) bzw. Hohlräume müssen einen Füllgrad von mindestens 80 % aufweisen.

7 Lieferbedingungen

7.1 Lieferform und Verpackung

7.1.1 Allgemeines

(1) Die vom Hersteller angegebene Sollfüllmenge darf um nicht mehr als 3 % über- oder unterschritten werden.

(2) Alle Ausgangsstoffe sind werksmäßig abgepackt und in eindeutig gekennzeichneten Verpackungseinheiten zu liefern. Die Ausgangsstoffe müssen so verpackt sein, dass schädigende äußere Einflüsse über die gesamte Lagerungsdauer bis zur Verarbeitung verhindert werden. Die Verpackung muss so widerstandsfähig sein, dass Beschädigungen bei normaler Sorgfalt während des Lagerns, Ladens und Transportierens vermieden werden.

(3) Mehrkomponentige Systeme sind in Gebinden zu liefern, deren Gebindegrößen auf das Mischungsverhältnis abgestimmt sind.

(4) Alle Zuschläge müssen vorgemischt in einer Verpackung enthalten sein.

(5) Die zulässige Lagerungsdauer aller Stoffe muss mindestens sechs Monate betragen.

7.1.2 Instandsetzungsbetone und -mörtel

(1) Die Instandsetzungsbetone und -mörtel (PCC, SPCC) und die zementgebundene Haftbrücke sind als werksgemischte Zementmörtel mit zugehörigem Kunststoffzusatz zu liefern.

(2) Die Lieferung flüssiger Kunststoffkomponenten muss in aufeinander oder auf die Pulverkomponente abgestimmten Gebinden erfolgen, deren Inhalt in

einem Arbeitsgang zu mischen ist. Abweichend davon dürfen Großgebinde verwendet werden, wenn mittels einer Dosiereinrichtung die Entnahme aufeinander abgestimmter Teilmengen sichergestellt ist.

(3) Das Bindemittel wird in zwei Komponenten geliefert. Ein werksmäßiges Vermischen einer der Komponenten mit dem Zuschlag ist zulässig.

(4) Die Lieferung mehrkomponentiger Korrosionsschutzbeschichtungen muss in aufeinander abgestimmten Gebinden erfolgen, deren Inhalt in einem Arbeitsgang zu mischen ist.

7.1.3 Oberflächenschutzsysteme

Die Lieferung von Reaktionsharzsystemen muss in aufeinander abgestimmten Gebinden, deren Inhalt in einem Arbeitsgang zu mischen ist, oder in Großgebinden erfolgen, wobei dann eine Dosiereinrichtung die Entnahme von aufeinander abgestimmten Teilmengen sicherzustellen hat.

7.1.4 Riss- und Hohlraumfüllstoffe

Die Verpackungsform muss erkennbar die Zusammengehörigkeit der Komponenten A und B gewährleisten. Sind die Gebinde der beiden Komponenten nicht untrennbar miteinander verbunden, so sind auf jedem Gefäß die Chargennummern beider Komponenten anzugeben.

7.2 Angaben auf Verpackung oder Beipackzettel oder im Technischem Merkblatt

7.2.1 Allgemeines

Alle Stoffe sind grundsätzlich durch folgende Angaben zu kennzeichnen:

- Systembezeichnung/Handelsnamen,
- Name und Anschrift des Herstellers oder Herstellwerkes,
- Chargennummer, Herstellerdatum und Lagerungsdauer oder Verfallsdatum,
- Übereinstimmungszeichen,
- Hinweis auf Lagerungsbedingungen
- Sollfüllmenge in kg oder l.

7.2.2 Instandsetzungsbetone und -mörtel

Die Kennzeichnung der Stoffe ist durch folgende Angaben, wenn systembedingt zutreffend, auf der Verpackung (evtl. Beipackzettel) zu ergänzen:

- Größtkorn,
- Auftragsmenge je m² (nur bei Haftbrücke und Korrosionsschutzbeschichtung),
- bei mehrkomponentigen Stoffen Angabe der zugehörigen Komponente(n) und des Mischungsverhältnisses,
- minimal und maximal zulässige Flüssigkeitszugabemenge (nicht bei PC),

- besondere Verarbeitungsbedingungen (bei SPCC Anforderungen an die Spritzanlage),
- Grenztemperaturen und gegebenenfalls Grenzfeuchte für die Verarbeitung,
- zum Betonersatz gehörende Komponenten (z. B. Haftbrücke, Korrosionsschutzbeschichtung, Feinspachtel), bei Feinspachtel zugehöriger PCC.

7.2.3 Oberflächenschutzsysteme

Die Kennzeichnung der Stoffe ist durch folgende Angaben zu ergänzen:

- Mischungsverhältnis,
- besondere Verarbeitungsbedingungen,
- Grenztemperaturen und Grenzfeuchte für die Verarbeitung,
- Art und Auftragsmenge je m².

7.2.4 Riss- und Hohlraumfüllstoffe

Die Kennzeichnung der Stoffe ist durch folgende Angaben zu ergänzen:

- Mischungsverhältnis,
- besondere Verarbeitungsbedingungen,
- niedrigste Anwendungstemperatur.

Normen und weiteres Schrifttum

DIN	488-1	Betonstahl – Teil 1: Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN	488-2	Betonstahl – Teil 2: Betonstabstahl; Maße und Eigengewichte
DIN	488-3	Betonstahl – Teil 3: Betonstabstahl; Prüfungen
DIN	488-4	Betonstahl – Teil 4: Betonstahlmatten und Bewehrungsdraht; Aufbau, Maße und Gewichte
DIN	488-5	Betonstahl – Teil 5: Betonstahlmatten und Bewehrungsdraht; Prüfungen
DIN	488-6	Betonstahl – Teil 6: Überwachung (Güteüberwachung)
DIN	488-7	Betonstahl – Teil 7: Nachweis der Schweißbeignung von Betonstabstahl; Durchführung und Bewertung der Prüfung
DIN	1045-07.88	Beton und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung
DIN	1045-1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion (Ausgabe 07.01)
DIN	1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (Ausgabe 07.01)
DIN	1164:2000-11	Zement mit besonderen Eigenschaften – Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis
DIN	1164:1994-10	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen
DIN	4226-1:2001-07	Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen
DIN	4226-1:1983-04	Zuschlag für Beton – Teil 1: Zuschlag mit dichtem Gefüge; Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen
DIN	4227-1	Spannbeton – Teil 1: Bauteil aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung
DIN	18 551	Spritzbeton; Herstellung und Güteüberwachung
DIN	18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte, Zertifizierung von Bauprodukten durch eine Zertifizierungsstelle
DIN	28052-1	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 1: Begriffe, Auswahlkriterien
DIN	28052-2	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 2: Anforderungen an den Untergrund
DIN	28052-3	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 3: Beschichtungen mit organischen Bindemitteln
DIN	28052-4	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 4: Auskleidungen
DIN	28052-5	Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen – Teil 5: Kombinierte Beläge
DIN	32539	Flammstrahlen von Stahl- und Betonoberflächen (Ausgabe:1998-07)
DIN EN	197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN	206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN ISO	12944-4	Beschichtungssysteme - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
ISO	8501-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungssystemen - Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach gänzlichem Entfernen vorhandener Beschichtung
ISO	8501-1	Supplement, Ausgabe:1994-12 Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungssystemen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Vorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen – Informative Ergänzung zu Teil 1: Repräsentative photographische Beispiele für die Veränderung des Aussehens von Stahl beim Strahlen mit unterschiedlichen Strahlmitteln

DAfStb-Richtlinie	Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel
DAfStb-Heft 401	Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton
DAfStb-Heft 422	Prüfverfahren für Beton
DGZfP-Merkblatt B3	für elektrochemische Potentialmessungen zur Ermittlung von Bewehrungsstahlkorrosion in Stahlbetonwerken, 1990, 7 S.

Tabellen- und Bildanhang

Tab. 1.1	Herstellerangaben, für die Grundprüfung von Zementmörtel und Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (Haftbrücke, Korrosionsschutz, Feinspachtel)	Tab. 4.11	Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)
Tab. 2.1	Untersuchung des Ist-Zustandes eines Bauwerks (Beispiele)	Tab. 4.12	Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)
Tab. 2.2	Witterungsbedingungen	Tab. 4.13	Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3
Tab. 2.3	Mechanische Eigenschaften (geforderte Oberflächenzugfestigkeiten des Betonuntergrundes)	Tab. 5.1	Oberflächenschutzsysteme
Tab. 2.4	Grenztemperaturen der Betonuntergrundes und der unmittelbar überlagernden Luftschicht (Richtwerte)	Tab. 5.2	Mindestschichtdicke und Schichtdickenzuschlag d_z in Abhängigkeit von der Rautiefe
Tab. 2.5	Verfahren für die Vorbereitung des Betonuntergrundes	Tab. 5.3	Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme für die Grundprüfung und den Übereinstimmungsnachweis
Tab. 4.1	Beanspruchbarkeitsklassen	Tab. 5.4	Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen
Tab. 4.2	Schichtdicken (Richtwerte)	Tab. 5.5	Art und Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung
Tab. 4.3	Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3	Tab. 6.1	Erfassung und Beurteilung von Riss/Hohlraummerkmalen
Tab. 4.4	Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)	Tab. 6.2	Feuchtezustand von Rissen und Hohlräumen
Tab. 4.5	Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)	Tab. 6.3	Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe
Tab. 4.6	Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3	Tab. 6.4	Rissfüllstoffspezifische Anwendungsbedingungen für die Füllart Injektion
Tab. 4.7	Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)	Tab. 6.5	Prüfungen und Anforderungen an Epoxidharze
Tab. 4.8	Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)	Tab. 6.6	Prüfungen und Anforderungen an Polyurethanharze
Tab. 4.9	Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 1	Tab. 6.7	Prüfungen und Anforderungen an Zementleim und Zementsuspension
Tab. 4.10	Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PCC)	Bild	Anordnung der Packer

Tabelle 1.1: Herstellerangaben für die Grundprüfung von Zementmörtel und Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten (Haftbrücke, Korrosionsschutz, Feinspachtel)

		Zement- mörtel	Haftbrücke, hydraulischer Korrosionsschutz, Feinspachtel		
			PCC	SPCC	PC
	1	2	3	4	5
1	Aufbau des Betonersatzsystems	x	x	x	x
2	Bezeichnung des Zuschlags nach DIN 4226-1	x	x	x	x
3	Mischungsverhältnis(se)	x	x	x	x
4	gegebenenfalls Bezugswerte	x	x	x	x
5	minimal und maximal zulässigen Flüssigkeitszugabemengen	x	x	x	
6	minimal und maximal zulässigen Verarbeitungstemperaturen der epoxidharzgebundenen Haftbrücken und Korrosionsschutzbeschichtungen	x	x	x	
7	Verarbeitbarkeitsdauer bei 23 °C und 30 °C	x	x	x	
8	Verfahren zum Abtrennen von Kunststoffzusätzen in Trockenkomponenten		x	x	x
9	Verfahren zum Abtrennen des Bindemittels bei gefüllten epoxidharzgebundenen Komponenten		x	x	x
10	Flüssigkeitszugabemengen für konventionelle Mischungen SPCC; nicht gespritzte Proben in der WPK			x	
11	Spritzanlage(n) bei SPCC			x	
12	minimal und maximal zulässige Verarbeitungstemperatur(en)				x
13	Angaben zur Ausführung				x
14	Zusammensetzung der Mörtel, Haftbrücken, Korrosionsschutzbeschichtungen und gegebenenfalls Feinspachtel	x	x	x	x
15	Rohdichte bei vollständiger Verdichtung (Stoffraumrechnung)	x	x	x	x
16	Bezeichnung des Zements nach DIN EN 197-1 und Zementgehalt	x	x	x	
17	Betonzusatzmittel	x	x	x	
18	Betonzusatzstoffe	x	x	x	
19	weitere Zusätze (z. B. Fasern, Mikrosilika, Thixotropiermittel)	x	x	x	
20	Stoffgruppen der Kunststoffzusätze		x	x	
21	Rissfüllstoffe				x

Tabelle 2.1: Untersuchung des Ist-Zustandes eines Bauwerks (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, Ölen 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
1.4	Zugänglichkeit	Örtliche Feststellungen	Bewertung im Einzelfall (Hinweis auf Zugänglichkeit und/oder Unzugänglichkeit, evtl. auf Geräte und Beleuchtung)
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1	Brückenklasse, statisches System	Bauwerksbuch, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.2	Herstellungsbedingungen (z. B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3	Optischer Eindruck (z. B. Abplatzungen, Risse, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme, z. B. mit Risslupe	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.4	Hohlstellen	Abklopfen, Impuls-Echo-Verfahren (s. Teil 3, Anh. B)	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5	Betondeckung	Induktivitätsmessungen, Anbohren	Bewertung durch Vergleich mit den Anforderungen
2.6	Verformung, Zwang, Pressungen	Messungen und Berechnungen	Bewertung im Einzelfall
2.7	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, gegebenenfalls Öffnen und/oder Messen	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.8	Fahrbahnübergänge, Einbauten	Inaugenscheinnahme	
2.9	Bewehrungskorrosion	Elektrochemische Potentialmessung (s. DGZfP-Merkblatt im Schrifttum)	Lokalisierung von Bewehrungskorrosion in Stahlbetonbauwerken
3	Baustoffeigenschaften		
3.1	Druckfestigkeit	Zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer), in begründeten Einzelfällen zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen. DIN 1048-2	Nennfestigkeit, Vergleich mit geforderten Werten
3.2	Oberflächenzugfestigkeit	Geregeltes Abreißprüfgerät a) Oberfläche b) gegebenenfalls tieferliegende Schichten (Profilaufnahme). DAfStb-Heft 420	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.3	Korrosion der Bewehrung	Augenscheinliche Betrachtung	Zur Bewertung sind sowohl die Absolutwerte als auch die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Baustoffeigenschaften in ihrer Gesamtheit zu berücksichtigen. Grenzwerte einzelner Baustoffeigenschaften werden daher nicht angegeben
3.4	Karbonatisierung	Phenolphthalein, Thymolphthalein. DAfStb-Heft 422	
3.5	Chloridbelastung	DAfStb-Heft 401	
3.6	Gesamtporosität, Kapillarität	z. B. nach DIN 52 103	
3.7	Wasseraufnahmekoeffizient	z. B. nach DIN 52 617	

Tabelle 2.2: Witterungsbedingungen

	Exposition	zementgebundene Stoffe, auch mit Kunststoffzusatz	kunststoffgebundene Stoffe
	1	2	3
1	relative Luftfeuchte	keine Forderung	Bauteiltemperatur muss mindestens 3 K über dem Taupunkt liegen
2	Niederschlag	kein Regen	kein Regen oder Nebelnässen
3	Wind	Windstärke ≤ 3 Beaufort*, entsprechend \leq ca. 5 m/s	Staub muss ferngehalten werden
4	Sonne	Austrocknung durch Sonneneinstrahlung muss vermieden werden	keine Anforderung
		* Blätter und dünne Zweige bewegen sich	

Tabelle 2.3: Mechanische Eigenschaften (geforderte Oberflächenzugfestigkeiten des Betonuntergrundes)

	Schutz- bzw. Instandsetzungsmaßnahme: Örtliche Ausbesserung bzw. flächige Beschichtung	Mindestwerte der Oberflächenzugfestigkeit [N/mm ²]	
		Mittelwert	kleinster Einzelwert
	1	2	3
1	Mörtel und Beton	1,5	1,0
2	OS 2 (OS B)	0,8	0,5
3	OS 5 (ohne Feinspachtel) (OS D)	1,0	0,6
4	OS 4 (OS C), OS 5 (OS D), OS 9 (mit Feinspachtel) (OS E)	1,3	0,8
5	OS 11 (OS F), OS 13	1,5	1,0

Tabelle 2.4: Grenztemperaturen des Betonuntergrundes und der unmittelbar überlagernden Luftschicht (Richtwerte)

	Aufzubringender Stoff	Temperatur [°C]	
		Kleinstwert	Größtwert
	1	2	3
1	zementgebundene Stoffe, auch mit Kunststoffzusatz	5	30
2	Reaktionsharze und Reaktionsharzmörtel/-betone	8	40
3	Hydrophobierungen	8	25
4	einkomponentige, lösemittelhaltige Oberflächenschutzsysteme	8	30
5	wasserdispergierbare Oberflächenschutzsysteme	10	40

Tabelle 2.5: Verfahren für die Vorbereitung des Betonuntergrundes

	Verfahren			Anwendungszweck*					Anwendungsbereich	Anforderungen	Umfang der Nachbearbeitung
	Art	Gerät, Material, Stoff		1	2	3	4	5			
	1	2		3							
1	Stemmen	Hammer Meißel	von Hand	x	x	x			örtlich, für kleinere Flächen a)	Beschädigungen des Betonstahls sind zu vermeiden; besondere Vorsicht bei Spanngliedern	Strahlen
		Meißel	Pressluft oder elektrisch			x a)					
		Nadelpistole		x	x		(x) g)				
2	Bürsten	rotierende Stahlbürste		x	x		(x) g)		Anwendungsbereich ist geräteabhängig		Säubern
3a	Fräsen	Fräsmaschine		x	x i)	x i) k)			großflächige Abtragung auf waagerechten Oberflächen	Betonabtrag je Arbeitsgang ≤ 5 mm höhengleiche Überlappung der Fräsbahnen ≤ 5 cm: Einsatz eines elektronischen Nivelliergerätes	Strahlen einschließlich unbehandelt verbliebener kleinerer Flächen
3b		Großflächiger Abtrag mit definierter Tiefe									
4	Schleifen	Schleifgerät		x	x				örtlich, für kleinere Flächen		Säubern
5	Flammstrahlen	Geräte zur thermischen und mechanischen Behandlung b)		x	x				waagerechte und senkrechte Flächen	Gemäß DIN 32539, aber mit Geschwindigkeit ≥ 1,0 m/min und mechanischem Vortrieb	Säubern nach mechanischer Behandlung
6	Staubarmes Strahlen	Strahlen mit festen Strahlmitteln bei gleichzeitigem Absaugen; Kugelstrahlen		x	x	(x) c)	x		geräteabhängig auf waagerechten und/oder senkrechten Flächen		
7a	Strahlen	Druckluftstrahlen mit festen Strahlmitteln		x	x	(x) c)	x		waagerechte und senkrechte Flächen	Staubschutz erforderlich; Gefahrstoffverordnung beachten; Druckluft ölfrei! d)	Säubern
7b		Nebelstrahlen; Feuchtstrahlen mit festem Strahlmittel		x	x	(x) c)	(x) h)			Staubschutz kann entfallen Druckluft ölfrei! d)	
7c		Hochdruckwasserstrahlen ≥ 60 N/mm²		x	x	(x) e)	(x) h)				
8a	Säubern	Abblasen mit Druckluft						x	vorzugsweise auf nicht waagerechten Flächen a)	Druckluft ölfrei! d) Staubschutz erforderlich	
8b		Absaugen mit Industriesaugern						x	Regelverfahren auf großen waagerechten Flächen	Verwendete Sauger müssen Wasser und grobe Teile aufnehmen können	
8c		Wasserstrahlen, Dampfstrahlen, Heißwasserstrahlen		(x) f)				x	Entfernen von atmosphärischen Verunreinigungen auf dem Betonuntergrund		

Fußnoten nächste Seite

Zu Tabelle 2.5*** Anwendungszweck (Spalte 3):**

- 1 Entfernen der Reste von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmern sowie von oberflächigen Verunreinigungen
- 2 Entfernen von Zementschlammern und minderfesten Schichten
- 3 Abtragen von schadhaftem Beton/Betonersatz sowie Freilegen der Bewehrung
- 4 Entfernen von Rostprodukten an freiliegender Bewehrung und anderen Metallteilen
- 5 Säubern des Betonuntergrundes von Wasser, Staub und losen Teilen

Erläuterungen:

- a) Gefahr der tiefergehenden Zerstörung des Betons
- b) Die thermisch geschädigten Bereiche des Betons sind zu entfernen.
- c) Grad des Betonabtrags ist abhängig vom Druck und von der Art und Menge des Strahlmittels.
- d) Ölfrei: Die eingesetzten Baukompressoren müssen Ölausscheider mit einem nachgewiesenen Wirkungsgrad von $\leq 0,01$ ppm Restölgehalt haben.
- e) Grad des Betonabtrags ist druckabhängig
- f) Reste von Beschichtungen können nicht immer entfernt werden.
- g) Nicht für zu beschichtende Bewehrungen und andere Metallteile
- h) Gegebenenfalls trocken nachstrahlen
- i) Der maximale Abtrag von ≤ 5 mm ist unbedingt einzuhalten, da bei grösserem Abtrag eine tiefergehende Zerstörung des Betons wahrscheinlich ist.
- j) Nicht zum Freilegen der Bewehrung

Tabelle 4.1: Beanspruchbarkeitsklassen

	Beanspruchbarkeitsklasse	Stofftyp	Stoffbezeichnung	Anwendungsbereich					Anwendungsbeispiele
				Für Instandsetzungsprinzip R geeignet	dynamische Beanspruchung bei und nach Applikation zulässig	statische Mitwirkung zulässig	maximale Flächengröße	Lage der Auftragsfläche	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	M 1	zementgebunden	–	–	–	–	örtlich begrenzt	beliebig	Fassaden
2	M 2	zementgebunden	PCC I	x	x	–	beliebig	waagerechte/schwach geneigte Oberseiten	befahrbare Flächen unter Belägen auf Brücken und in Parkhäusern
			PCC II	x	x	–		beliebig	Brückenunterseiten, Stützwände, Widerlager, Fassaden
3	M 2	zementgebunden	SPCC	x	x	–		Unterseiten, vertikale und stark geneigte Flächen	
4	M 2	reaktionsharzgebunden	PC II	–	x	–	örtlich begrenzt ¹	beliebig	befahrbare Flächen unter Belägen auf Brücken und in Parkhäusern
5			PC I	–	x	–		waagerechte/schwach geneigte Oberseiten	
6	M 3	zementgebunden	–	x	x	x	beliebig	beliebig	Stützen, Platten ² , Balken

¹ im Verkehrsbereich $\leq 1 \text{ m}^2$ zulässig² im Hochbau auch direkt befahrbare Flächen**Tabelle 4.2: Schichtdicken (Richtwerte)**

	Beton- bzw. Mörtelart	Größtkorndurchmesser [mm]	Schichtdicke [mm]	
			min. ¹	max.
1	2	3	4	
1	Beton nach DIN 1045	8 oder 16	50	–
2a	Spritzbeton nach DIN 18551	8	30 ²	–
2b		16	50	–
3	Zementmörtel	≤ 4	20	40
4	Kunststoffmodifizierter Instandsetzungsbeton/-mörtel PCC	≤ 8	10 ³	50 ⁴
5	Kunststoffmodifizierter Spritzbeton/-mörtel SPCC	≤ 8	10 ³	50 ⁴
6	reaktionsharzgebundener Instandsetzungsbeton/-mörtel PC	≤ 8	5	40

¹ mindestens dreifacher Größtkorndurchmesser² bei dynamisch beanspruchten Bauteilen 50 mm³ bei Instandsetzungsprinzip R1 ≥ 20 mm⁴ örtlich bis 100 mm

Tabelle 4.3: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3**Blatt 1**

	Prüfung										
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbe- schichtung	Haftbrücke	M 1	M 2 / PCC I	M 2 / PCC II	M 2 (PCC mit geänderter Sieblinie)	M 3	Feinspachtel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten											
1	Kornzusammensetzung	Trockenmörtel	2.2.2		x	x	x	x	x	x	x
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	2.2.3	x	x	x	x	x		x	x
3	Thermogravimetrische Analyse	Trockenmörtel bzw. Kunststoffzusatz	2.2.4	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Infrarot-Spektrum	Trockenmörtel ¹ bzw. Kunststoffzusatz	2.2.5	x	x	x	x	x	x	x	x
Prüfungen an epoxidharzgebundenen Komponenten											
5	Dichte	Harz, Härter	2.3.2	x	x						
6	Epoxidäquivalent, Amin- zahl ²	Harz, Härter	2.3.3	x	x						
7	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	2.3.4	x	x						
8	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter	2.3.5	x	x						
9	Ablaufneigung	Gemisch	2.3.6	x	x						
10	Topfzeit ²	Gemisch	2.3.7	x	x						
11	Härtungsverlauf ²	Gemisch	2.3.8	x	x						
Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch											
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel bzw. Gemisch	2.4.2		x ³	x	x	x	x	x	x
13	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Frischmörtel	2.4.3			x	x	x	x	x	x
14	Ablaufneigung	Gemisch	2.4.4	x							
15	Verarbeitbarkeitsdauer	Gemisch	2.4.5	x	x	⁴	⁴	⁴	⁴	⁴	⁴
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten											
16	Festigkeiten nach Lage- rung A	Prismen (4 Sät- ze)	2.5.3				x	x		x	
17	Festigkeiten nach Lage- rung B	Prismen (6 Sät- ze)	2.5.4			x ⁵	x	x	x	x	x ⁵
18	Quellen	Prismen (1 Satz)	2.5.5				x	x		x	
19	Schwinden	Prismen (2 Sät- ze)	2.5.6				x	x	x	x	
20	Kriechen	Zylinder	2.5.7							x	
21	Gesamtgehalt an Haloge- nen	Mörtelproben	2.5.8	x	x	x	x	x	x	x	x
22	Korrosionsfördernde Stoffe	Mörtelelektrode	2.5.9	x	x	x	x	x	x	x	

Fußnoten, siehe Blatt 2

Tabelle 4.3: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3**Blatt 2**

	Prüfung										
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbe- schichtung	Haftbrücke	M 1	M 2 / PCC I	M 2 / PCC II	M 2 (PCC mit geänderter Sieblinie)	M 3	Feinspachtel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	Trockenrohdichte	Bohrkerne (jeweils 2 aus 3 Platten)	2.5.10				x	x	x	x	
24	Statischer Elastizitätsmodul	Zylinder	2.5.11							x	
25	Dynamischer Elastizitätsmodul	Prismen (1 Satz)	2.5.12				x	x	x	x	
26	Karbonatisierungstiefe	Prismen (3 Sätze)	2.5.13					x		x	
27	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	Prismen (3 Sätze)	2.5.14				x	x		x	
28	Kapillare Wasseraufnahme	Scheiben (3)	2.5.15					x		x	
29	Wasserdampfdurchlässigkeit ⁶	Scheiben (5)	2.5.16			(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	
Prüfungen an Verbundkörpern											
30	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	Platten (3)	2.7.3		x ⁸		x	x		x	
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (3)	2.7.4		x ⁸	x	x	x	x	x	
32	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung	Platten (3)	2.7.5		x ⁸	x					
33	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	Platten (3)	2.7.6		x ⁸		x	x	x	x	
34	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	Platten (3 bzw. 6)	2.7.7		x ⁸		x	x		x	x ⁷
35	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	Balken (1)	2.7.8		x ⁸			x		x	
36	Behindertes Schwinden	Schwindrinnen (2)	2.7.9				x	x		x	
37	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	Stahlproben, teilweise eingebettet	2.7.10	x ⁸	x ⁸		x	x		x	
38	Verhalten bewehrter Verbundkörper	Reprofilierungsplatten (2)	2.7.11	x ⁸	x ⁸		x	x		x	
39	Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl	beschichtete Stahlproben, eingebettet	2.7.12	x ⁸	x ⁸					x	

¹ Nur erforderlich, falls TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt² Alternativprüfungen nach Herstellerangabe³ Nur Konsistenz⁴ Beurteilung anhand der Prüfungen gemäß Zeile 13⁵ Nur nach 28 d⁶ Sofern kein genauer Nachweis erbracht wird, darf als Rechenwert $\mu = 1000$ verwendet werden⁷ Jeweils ohne und mit PCC nach Spalten 7 und 8⁸ Im Verbund mit PCC nach Spalten 7 und 8

(x) Prüfung nicht zwingend erforderlich

Tabelle 4.4: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 1**

	Prüfung								
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	SPCC (über Kopf)	SPCC (senkrechte Lage)¹	Zusätzlicher Spritztermin (senkrechte Lage)	Größere Schichtdicke	Geänderte Spritzanlage (senkrechte Lage)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten									
1	Kornzusammensetzung	Trockenmörtel	3.2.2		X				
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	3.2.3	X	X				
3	Thermogravimetrische Analyse	Trockenmörtel bzw. Kunststoffzusatz	3.2.4	X	X				
4	Infrarot-Spektrum	Trockenmörtel ² bzw. Kunststoffzusatz	3.2.5	X	X				
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten									
5	Dichte	Harz, Härter	3.3.2	X					
6	Epoxidäquivalent, Aminzahl ³	Harz, Härter	3.3.3	X					
7	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	3.3.4	X					
8	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter	3.3.5	X					
9	Ablaufneigung	Gemisch	3.3.6	X					
10	Topfzeit ³	Gemisch	3.3.7	X					
11	Härtungsverlauf ³	Gemisch	3.3.8	X					
Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch									
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel (an 3 Mischungen)	3.4.1.2		X				
13	Ablaufneigung	Gemisch	3.4.1.3	X					
14	Verarbeitbarkeitsdauer	Gemisch	3.4.1.4	X					

Fußnoten, siehe Blatt 3

Tabelle 4.4: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 2**

	Prüfung								
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	SPCC (über Kopf)	SPCC (senkrechte Lage) ¹	Zusätzlicher Spritztermin (senkrechte Lage)	Größere Schichtdicke	Geänderte Spritzanlage (senkrechte Lage)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)									
15	Festigkeit nach Lagerung B	Prismen (1 Satz je Mischung)	3.4.2.3		X				
16	Schwinden	Prismen (2 Sätze)	3.4.2.4		X				
17	Gesamtgehalt an Halogenen	Mörtelproben	3.4.2.5	X	X				
18	Korrosionsfördernde Stoffe	Mörtelelektrode	3.4.2.6	X	X				
Prüfungen am Frischmörtel (gespritzte Proben)									
19	Frischmörtelrohndichte		3.6.2		X	X	X	X ⁴	X
Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Proben)									
20	Festigkeit nach Lagerung A	Prismen (2 Sätze)	3.6.3.1		X				
21	Festigkeit nach Lagerung B	Prismen (2 Sätze)	3.6.3.1		X	X			X ⁵
22	Quellen	Prismen (1 Satz)	3.6.3.2		X				
23	Schwinden	Prismen (2 Sätze)	3.6.3.3		X	X			
24	Trockenrohndichte	Prismen (2 Sätze)	3.6.3.4		X	X	X	X ⁶	
25	Dynamischer Elastizitätsmodul	Prismen (1 Satz)	3.6.3.5		X				
26	Karbonatisierungstiefe	Prismen (3 Sätze)	3.6.3.6		X				
27	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	Prismen (3 Sätze)	3.6.3.7		X				
28	Kapillare Wasseraufnahme	Scheiben (3)	3.6.3.8		X				
Prüfungen am Verbundkörper (gespritzte Proben)									
29	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	Platten (3)	3.6.4.2		X				
30	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (3)	3.6.4.3		X	X	X	X ⁴	X
31	Haftzugfestigkeit an einlagig gespritzten Proben	Platten (3)	3.6.4.4		X			X ⁷	

Fußnoten, siehe Blatt 3

Tabelle 4.4: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 3**

	Prüfung								
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	SPCC (über Kopf)	SPCC (senkrechte Lage) ¹	Zusätzlicher Spritztermin (senkrechte Lage)	Größere Schichtdicke	Geänderte Spritzanlage (senkrechte Lage)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	Platten (3)	3.6.4.5		x			x ⁷	
33	Haftzugfestigkeit nach Temperaturbeanspruchung	Platten (3)	3.6.4.6		x				
34	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	Balken	3.6.4.7		x				
35	Behindertes Schwinden	Schwindrinnen (2)	3.6.4.8			x			
36	Verhalten bewehrter Verbundkörper	Reprofilierungsplatten (2)	3.6.4.9	x	x				
37	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	Stahlproben	3.6.4.10	x		x			x
38	Feststellung der Spritzeignung des SPCC	Prüfplatte für Spritzeignung	3.6.4.11			x			x

¹ zusätzlich zu Spalte 5 (obligatorisch)² nur erforderlich, falls die TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt³ Alternativprüfungen nach Herstellerangabe⁴ senkrecht⁵ nur 28 d⁶ senkrecht und über Kopf⁷ über Kopf

Tabelle 4.5: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)

Blatt 1

	Prüfung						
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	Haftbrücke	PC, dreikomponentig ¹	PC, zweikomponentig ²
	1	2	3	4	5	6	7
Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke							
1	Dichte	Harz- bzw. Härterkomponente	4.2.2.1	X	X	X	X
	Rohdichte	Zuschlag mit Harz bzw. Härter	4.2.4.1				X
2	Epoxidäquivalent und Aminzahl ³	Harz/Härter (ohne Füllstoffe bzw. Zuschlag)	4.2.2.2	X	X	X	X ⁴
3	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	4.2.2.3	X	X	X	X
4	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter (ohne Füllstoffe bzw. Zuschlag)	4.2.2.4	X	X	X	X ⁴
5	Kornzusammensetzung	Zuschlag	4.2.3.1			X	X ⁵
6	Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt	Zuschlag mit Harz bzw. Härter	4.2.4.3				X
Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch							
7	Topfzeit ³	Gemisch	4.3.2	X	X	X	X
8	Härtungsverlauf ³	Gemisch	4.3.3	X	X	X	X
9	Ablaufneigung	Gemisch	4.3.4	X	X		
10	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen	Gemisch	4.3.5	X	X	X	X
Prüfungen am Festmörtel							
11	Rohdichte	Prismen (1 Satz)	4.4.3			X	X
12	Festigkeiten nach Lagerung A	Prismen (4 Sätze)	4.4.4			X	X
13	Festigkeiten nach Lagerung B	Prismen (2 Sätze)	4.4.5			X	X
14	Festigkeiten nach Lagerung C	Prismen (1 Satz)	4.4.6			X	X
15	Thermische Dehnung (Lagerung B)	Prismen (1 Satz)	4.4.7			X	X
16	Dynamischer Elastizitätsmodul (Lagerung B)	Prismen (1 Satz)	4.4.8			X	X
17	Freies Schrumpfen	Winkelstahl gefüllt	4.4.9			X	X

Fußnoten, siehe Blatt 2

Tabelle 4.5: Umfang der Grundprüfung für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)

Blatt 2

	Prüfung						
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	Haftbrücke	PC, dreikomponentig ¹	PC, zweikomponentig ²
	1	2	3	4	5	6	7
Prüfungen an Verbundkörpern							
18	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	Platten (4)	4.6.3		X ⁷	X	X
19	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (4)	4.6.4		X ⁷	X	X
20	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B; Applikation über Kopf	Platten (2)	4.6.5		X ⁷	X ⁶	X ⁶
21	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	Platten (2)	4.6.6		X ⁷	X	X
22	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	Platten (2)	4.6.7		X ⁷	X	X
23	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	Stahlproben, teilweise eingebettet	4.6.8	X			
24	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	Reprofilierungsplatten (2)	4.6.9	X ⁷	X ⁷	X	X

¹ Lieferung in 3 Komponenten (Harz, Härter, Zuschlag)² Lieferung in 2 Komponenten (Zuschlag, mit Harz oder Härter vorgemischt)³ Alternativprüfungen nach Herstellerangabe⁴ Prüfung ohne Zuschlag⁵ Prüfung nach Abtrennen des Bindemittels⁶ Nur bei PC II⁷ Im Verbund mit PC

Tabelle 4.6: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3**Blatt 1**

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4, Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten				
1	Kornzusammensetzung	2.2.2	≤ 5 % Überkorn	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	2.2.3	–	±5 % rel. bei Festkörpergehalten > 20 M.-% ±10 M.-% rel. bei Festkörpergehalten ≤ 20 M.-%
3	Thermogravimetrische Analyse	2.2.4	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung.
4	Infrarot-Spektrum	2.2.5	–	
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten				
5	Dichte	2.3.2	–	±1 % ±2 % bei gefüllten Systemen
6	Epoxidäquivalent und Aminzahl	2.3.3	–	±3 % bzw. ±4 %
7	Thermogravimetrische Analyse	2.3.4	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung.
8	Infrarot-Spektrum	2.3.5	–	
9	Ablaufneigung	2.3.6	Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60 % der Trockenschichtdicke auf der waagerecht liegenden Platte. Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trocken- Schichtdicke: ±10 %	
10	Topfzeit	2.3.7	–	±15 %
11	Härtungsverlauf	2.3.8	–	± 3 Shore-Skalenteile
Prüfungen am Frischmörtel				
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	2.4.2	–	Ausbreitmaß: ±2 cm für PCC ±15 % für Haftbrücke und Fein- spachtel Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
13	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	2.4.3	Keine Hinweise auf nicht bau- stellengerechte Verarbeitbarkeit	–

Tabelle 4.6: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3**Blatt 2**

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
14	Ablaufneigung	2.4.4	Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60 % der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte.	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke: ± 10 %.
15	Verarbeitbarkeitsdauer	2.4.5	Hinreichend streichfähig	–
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten				
16	Festigkeiten nach Lagerung A	2.5.3	$\beta_{BZ,90} \geq 0,70 \beta_{BZ,90}$ (Lagerung B) $\beta_{D,90} \geq 0,70 \beta_{D,90}$ (Lagerung B)	–
17	Festigkeiten nach Lagerung B	2.5.4	<u>M 1:</u> $\beta_{D,28} \geq 10 \text{ N/mm}^2$ <u>M 2, M 3:</u> $\beta_{BZ,28} \geq 8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_{D,28} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ $\beta_{BZ,90}, \beta_{D,90}$: kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen	$\Delta\beta_{BZ,28} = \pm 20$ % $\Delta\beta_{D,28} = \pm 10$ %
18	Quellen	2.5.5	$\epsilon_q \leq 0,30$ ‰ nach 28 d	---
19	Schwinden	2.5.6	$\epsilon_s \leq 0,90$ ‰ nach 28 d	$\Delta\epsilon_s = \pm 20$ % nach 28 d
20	Kriechen	2.5.7	– ¹	–
21	Gesamtgehalt an Halogenen	2.5.8	Halogengehalt $\leq 0,05$ % bezogen auf die Trockenmasse	
22	Korrosionsfördernde Stoffe	2.5.9	Keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl	
23	Trockenrohdichte	2.5.10	– ²	–
24	Statischer Elastizitätsmodul	2.5.11	– ¹	
25	Dynamischer Elastizitätsmodul	2.5.12	$25 \text{ kN/mm}^2 \leq E_{dyn} \leq 40 \text{ kN/mm}^2$	–
26	Karbonatisierungstiefe	2.5.13	$C_{90} \leq 2,0 \text{ mm}$	–
27	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	2.5.14	$\beta_{BZ,90} \geq \beta_{BZ,56}$ $\beta_{BZ,90} \geq 0,70 \beta_{BZ,90}$ (Lagerung B)	
28	Kapillare Wasseraufnahme nach 24 h	2.5.15	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2 \text{ h}^{-0,5})$	–
29	Wasserdampfdurchlässigkeit	2.5.16	– ¹ $\mu = 1000$ [-]	–

Fußnote s. Blatt 3

Tabelle 4.6: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3**Blatt 3**

	Prüfung		Anforderungen				
	Art	Teil 4 Ab- schnitt	Grundprüfung				Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3				4
Prüfungen am Verbundkörper							
30	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	2.7.3	Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	2.7.4		M 1 ²	M 2	M 3	<u>M 2, M 3:</u> Mittelwert $\beta_{HZ,7} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelw. $\beta_{HZ,7} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$
			Mittelwert β_{HZ}	--- ²	$\geq 2,0$	$\geq 2,0$	
			Einzelwerte β_{HZ}	--- ²	$\geq 1,5$	$\geq 1,5$	
			Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				
32	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau- Beanspruchung	2.7.5	Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
33	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz- Beanspruchung	2.7.6	(keine Abwitterung des PCC) Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
34	Haftzugfestigkeit nach Temperatur- wechselbeanspru- chung	2.7.7	<u>PCC :</u> Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$ <u>Feinspachtel :</u> Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
35	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspru- chung	2.7.8	Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
36	Behindertes Schwin- den	2.7.9	Keine großflächigen Ablösungen vom Be- tonuntergrund Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
37	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutz- beschichtung	2.7.10	Stabstähle korrosionsfrei Unterrostung an freigeschliffener Blech- kante an jeder Stelle $\leq 1 \text{ mm}$				–
38	Verhalten bewehrter Verbundkörper	2.7.11	keine Abwitterung des PCC keine Schädigung des Haftverbundes keine Korrosion der Bewehrung Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$				–
39	Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl	2.7.12	Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Verbundfestigkeit mindestens 80 % der im Nullversuch ermittelten Bezugsverbund- spannung beträgt. ²				–

¹ Bei M 3 Rechenwert für Planer² Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung

Tabelle 4.7: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 1**

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten				
1	Kornzusammensetzung	3.2.2	≤ 5 % Überkorn	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	3.2.3	–	±5 % rel. bei Festkörpergehalten > 20 M.-% ±10 % rel. bei Festkörpergehalten ≤ 20 M.-%
3	Thermogravimetrische Analyse	3.2.4	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung.
4	Infrarot-Spektrum	3.2.5	–	
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten				
5	Dichte	3.3.2	–	±1 %, ±2 % bei gefüllten Systemen
6	Epoxidäquivalent und Aminzahl	3.3.3	–	±3 % bzw. ±4 %
7	Thermogravimetrische Analyse	3.3.4	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung. Bei der Beurteilung sollen auch die übrigen Kennwerte berücksichtigt werden.
8	Infrarot-Spektrum	3.3.5	–	
9	Ablaufneigung	3.3.6	Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60 % der Trocken- schichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte	Absolute Abweichung vom Rela- tivmaß der Trockenschichtdicke: ±10 %
10	Topfzeit	3.3.7	–	±15 %
11	Härtungsverlauf	3.3.8	–	±3 Shore-Skalenteile

Tabelle 4.7: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 2**

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch				
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	3.4.1.2	–	Ausbreitmaß: ±2 cm Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
13	Ablaufneigung	3.4.1.3	Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60 % der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke ±10 %
14	Verarbeitbarkeitsdauer	3.4.1.4	Hinreichend streichfähig	---
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)				
15	Festigkeit nach Lagerung B	3.4.2.3	–	β _{BZ,28} : ±20 % β _{D,28} : ±10 %
16	Schwinden	3.4.2.4	–	ε _S : ±20 % nach 28 d
17	Gesamtgehalt Halogenen	3.4.2.5	Halogengehalt ≤ 0,05 % bezogen auf die Trockenmasse	
18	Korrosionsfördernde Stoffe	3.4.2.6	Keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl	
Prüfungen am Frischmörtel (gespritzte Proben)				
19	Frischmörtelrohichte	3.6.2	– ¹	–
Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Proben)				
20	Festigkeit nach Lagerung A	3.6.3.1	β _{BZ,90} ≥ 0,70 β _{BZ,90} (Lagerung B) β _{D,90} ≥ 0,70 β _{D,90} (Lagerung B)	–
21	Festigkeit nach Lagerung B	3.6.3.1	β _{BZ,28} ≥ 8 N/mm² β _{D,28} ≥ 45 N/mm² β _{BZ,90} , β _{D,90} : kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen	–
22	Quellen	3.6.3.2	ε _S ≤ 0,25 ‰ nach 28 d	–
23	Schwinden	3.6.3.3	ε _S ≤ 0,80 ‰ nach 28 d	–
24	Trockenrohichte	3.6.3.4	– ¹	–
25	Dynamischer Elastizitätsmodul	3.6.3.5	25 kN/mm² ≤ E _{dyn} ≤ 40 kN/mm²	–

Fußnoten, siehe Blatt 3

Tabelle 4.7: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)**Blatt 3**

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
26	Karbonatisierungstiefe	3.6.3.6	$C_{90} \leq 2,0 \text{ mm}$	–
27	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	3.6.3.7	$\beta_{BZ,90} \geq \beta_{BZ,56}$ $\beta_{BZ,90} \geq 0,70 \beta_{BZ,90} \text{ (Lagerung B)}$	–
28	Kapillare Wasseraufnahme nach 24 h	3.6.3.8	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \text{ h}^{-0,5})$	–
Prüfungen am Verbundkörper (gespritzte Proben)				
29	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	3.6.4.2	Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$	–
30	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	3.6.4.3		
31	Haftzugfestigkeit an einlagig gespritzten Proben	3.6.4.4		
32	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	3.6.4.5	Keine Abwitterung des SPCC Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$	–
33	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	3.6.4.6	Mittelwert $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$	–
34	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	3.6.4.7		
35	Behindertes Schwinden	3.6.4.8	Keine großflächigen Ablösungen vom Betonuntergrund Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$	–
36	Verhalten bewehrter Verbundkörper	3.6.4.9	Keine Abwitterung des SPCC, keine Schädigung des Haftverbundes keine Korrosion der Bewehrung Rissbreite $w \leq 0,10 \text{ mm}$	–
37	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	3.6.4.10	Stabstähle korrosionsfrei Unterrostung an freigeschliffener Blechkante $w \leq 1 \text{ mm}$	–
38	Feststellung der Spritzzeichnung des SPCC	3.6.4.11	Fehlerlängensumme $\leq 120 \text{ mm}$	–

¹ Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung

Tabelle 4.8: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)**Blatt 1**

Prüfung		Anforderungen		
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke				
1	Dichte Rohdichte	4.2.2.1 4.2.4.1	–	Dichte: ± 1 % bei ungefüllten, ± 2 % bei gefüllten Komponenten Rohdichte: ± 3 %
2	Epoxidäquivalent und Aminzahl	4.2.2.2	–	± 3 % ± 4 %
3	Thermogravimetrische Analyse	4.2.2.3	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung.
4	Infrarot-Spektrum	4.2.2.4	–	
5	Kornzusammensetzung	4.2.3.1	≤ 5 % Überkorn	± 5 M.-%. für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
6	Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt	4.2.4.3		± 1 M.-%
Prüfungen an Frischmörtel bzw. Gemisch				
7	Topfzeit	4.3.2	–	± 15 %,
8	Härtungsverlauf	4.3.3	–	± 3 Shore-Skalenteile
9	Ablaufneigung	4.3.4	Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60 % der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte.	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke ± 10 %
10	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen	4.3.5	≥ 98 % bezogen auf das Bindemittel	
Prüfungen an Festmörtel				
11	Rohdichte	4.4.3	≥ 95 % der Rohdichte bei vollständiger Verdichtung	$\pm 0,10$ kg/dm ³
12	Festigkeiten nach Lagerung A	4.4.4	$\beta_{D,7} \geq 0,7$ β_D (Lagerung C) $\beta_{BZ,7} \geq 0,7$ β_{BZ} (Lagerung C)	–
13	Festigkeiten nach Lagerung B	4.4.5	–	–
14	Festigkeiten nach Lagerung C	4.4.6	–	Biegezugfestigkeit: ± 20 % Druckfestigkeit: ± 10 %
15	Thermische Dehnung	4.4.7	$\alpha_t \leq 22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für $-20 \text{ °C} \leq t \leq +40 \text{ °C}$	$\Delta \alpha_t = \pm 1,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
16	Dynamischer Elastizitätsmodul	4.4.8	–	–
17	Freies Schrumpfen	4.4.9	Schrumpfmaß $\leq 0,3$ ‰	–

Tabelle 4.8: Anforderungen an die Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)

Blatt 2

	Prüfung		Anforderungen	
	Art	Teil 4 Abschnitt	Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis zul. Toleranzen gegenüber Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4
Prüfungen am Verbundkörper				
18	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	4.6.3	Mittelwert $\beta_{HZ,7} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ,7} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Verbundkörper (Grundkörper und PC) rissfrei keine Abwitterung	–
19	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	4.6.4		–
20	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B (Applikation über Kopf)	4.6.5		–
21	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	4.6.6		–
22	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	4.6.7		–
23	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	4.6.8	Stähle korrosionsfrei; Unterrostung an freigeschliffener Blechkante $\leq 1 \text{ mm}$	–
24	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	4.6.9	Keine Abwitterung des PC; keine Schädigung des Haftverbundes; keine Korrosion der Bewehrung; Probekörper rissfrei	–

Tabelle 4.9: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 1

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.3	Prüfung							Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	Haftbrücke	M 1	Feinspachtel	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten										
1	Kornzusammensetzung ¹	Trockenmörtel ²	2.2.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x ³	
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	2.2.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x		
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten										
5	Dichte	Harz, Härter	2.3.2	<input type="checkbox"/> ⁷	<input type="checkbox"/>			x		
6	Epoxidäquivalent, Aminzahl ⁶	Harz, Härter	2.3.3	<input type="checkbox"/> ⁷	<input type="checkbox"/>				x	
9	Ablaufneigung ^{7, 9}	Gemisch	2.3.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			x		
10	Topfzeit ⁶	Gemisch	2.3.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				x	
11	Härtungsverlauf ⁶	Gemisch	2.3.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				x	
Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch										
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel bzw. Gemisch	2.4.2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x ³	
14	Ablaufneigung	Gemisch	2.4.4	<input type="checkbox"/>				x		
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten										
17	Festigkeiten nach Lagerung B ¹⁰	Prismen (1 Satz)	2.5.4			<input type="checkbox"/>				x
Prüfung am Verbundkörper										
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (2)	2.7.4			<input type="checkbox"/>				x

☐ WPK¹ WPK nur an Prüfkorngrößen $\geq 0,25$ mm² Mind. aus einem Gebinde³ Zusätzlich an Proben aus der 1. Mischerfüllung⁴ Nur erforderlich, falls die TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt.⁵ Nur bei Komponenten mit redispergierbarem Pulver als Kunststoffzusatz.⁶ Alternativprüfungen gem. Herstellerangabe⁷ Bei unterschiedlichen Farbtönen nur am Farbton der 1. Schicht. Im Rahmen der FÜ werden diese Kennwerte alternierend an beiden Farbtönen geprüft.⁸ Bei gefüllten Komponenten alternativ am Original oder an abgetrennten flüssigen Bestandteilen.⁹ Nur bei 23 °C¹⁰ Nur 28 d

Tabelle 4.10: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PCC)**Blatt 1**

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.3	Prüfung								Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzschichtung	Haftbrücke	PCC	PCC mit geänderter Steblinie	Feinspachtel	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten											
1	Kornzusammensetzung ¹	Trockenmörtel ²	2.2.2		☐②	☐②	☐②	☐②		x ³	
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	2.2.3	☐②	☐②	☐②		☐①	x		
3	Thermogravimetrische Analyse	Trockenmörtel bzw. Kunststoffzusatz	2.2.4	②	②	②	②	①			
4	Infrarot-Spektrum	Trockenmörtel ⁴ bzw. Kunststoffzusatz	2.2.5	②	②	②	② ⁵	①			
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten											
5	Dichte	Harz, Härter	2.3.2	☐② ⁷	☐②				x		
6	Epoxidäquivalent, Aminzahl ⁶	Harz, Härter ⁷	2.3.3	☐② ⁷	☐②						x
7	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	2.3.4	② ⁷	②						
8	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter	2.3.5	②	②						
9	Ablaufneigung ^{7,9}	Gemisch	2.3.6	☐①	☐①				x		
10	Topfzeit ⁶	Gemisch	2.3.7	☐② ⁷	☐②						x
11	Härtungsverlauf ⁶	Gemisch	2.3.8	☐②	☐②						x
Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch											
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel bzw. Gemisch	2.4.2		①	☐②	☐②	☐②		x ³	
14	Ablaufneigung	Gemisch	2.4.4	☐①					x		
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten											
17	Festigkeiten nach Lagerung B ¹⁰	Prismen (1 Satz)	2.5.4			☐②	☐②	①			x
19	Schwinden ¹⁰	Prismen (1 Satz)	2.5.6			①	①				
21	Gesamtgehalt an Halogenen	Mörtelproben	2.5.8	①	①	①	①				
22	Korrosionsfördernde Stoffe	Mörtelproben	2.5.9	①	①	①	①				

Fußnote, siehe Blatt 2

Tabelle 4.10: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PCC)**Blatt 2**

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.4	Prüfung								Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	Haftbrücke	PCC	PCC mit geänderter Sieblinie	Feinspachtel	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prüfung am Verbundkörper											
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (2)	2.7.4			☐②	☐②				x

☐ WPK

① FÜ 1x jährlich

② Fremdüberwachung 2x jährlich; nach mindestens 3 aufeinander folgenden, beanstandungslosen Prüfungen kann FÜ nur einmal jährlich durchgeführt werden. Diese Regelung gilt jeweils für einzelne Komponenten.

¹ WPK nur an Prüfkorngrößen $\geq 0,25$ mm² Mindestens aus einem Gebinde³ Zusätzlich an Proben aus der 1. Mischerfüllung⁴ Nur erforderlich, falls die TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt.⁵ Nur bei Komponenten mit redispergierbarem Pulver als Kunststoffzusatz.⁶ Alternativprüfung gemäß Herstellerangabe⁷ Bei unterschiedlichen Farbtönen nur am Farbton der 1. Schicht. Im Rahmen der Fremdüberwachung (FÜ) werden diese Kennwerte alternierend an beiden Farbtönen geprüft.⁸ Bei gefüllten Komponenten alternativ am Original oder an abgetrennten flüssigen Bestandteilen.⁹ Nur bei 23 °C¹⁰ Nur 28 d

Tabelle 4.11: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.4	Prüfung					Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	SPCC	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten								
1	Kornzusammensetzung ¹	Trockenmörtel ²	3.2.2		<input type="checkbox"/> ②		X ³	
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	3.2.3	<input type="checkbox"/> ②	<input type="checkbox"/> ②	X		
3	Thermogravimetrische Analyse	Trockenmörtel bzw. Kunststoffzusatz	3.2.4	②	②			
4	Infrarot-Spektrum	Trockenmörtel ⁴ bzw. Kunststoffzusatz	3.2.5	②	②			
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten								
5	Dichte	Harz, Härter	3.3.2	<input type="checkbox"/> ② ⁶		X		
6	Epoxidäquivalent und Aminzahl ⁵	Harz, Härter ⁶	3.3.3	<input type="checkbox"/> ② ⁶				X
7	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	3.3.4	② ⁶				
8	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter	3.3.5	②				
9	Ablaufneigung ⁸	Gemisch	3.3.6	<input type="checkbox"/> ① ⁶		X		
10	Topfzeit ⁵	Gemisch	3.3.7	<input type="checkbox"/> ② ⁶				X
11	Härtungsverlauf ⁵	Gemisch	3.3.8	<input type="checkbox"/> ② ⁶				X
Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch								
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel bzw. Gemisch	3.4.1.2		<input type="checkbox"/> ②		X ³	
13	Ablaufneigung	Gemisch	3.4.1.3	<input type="checkbox"/> ①		X		
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)								
15	Festigkeit nach Lagerung B	Prismen (1 Satz je Mischung)	3.4.2.3		<input type="checkbox"/> ②			X
16	Schwinden ⁹	Prismen (1 Satz)	3.4.2.4		<input type="checkbox"/> ①			X
17	Gesamtgehalt an Halogenen	Mörtelproben	3.4.2.5	①	①			
18	Korrosionsfördernde Stoffe	Mörtelproben	3.4.2.6	①	①			

☐ WPK

① FÜ 1x jährlich

② Fremdüberwachung 2x jährlich; nach mindestens 3 aufeinander folgenden beanstandungslosen Prüfungen kann FÜ nur einmal jährlich durchgeführt werden. Diese Regelung gilt jeweils für einzelne Komponenten.

¹ WPK nur an Prüfkorngrößen $\geq 0,25$ mm

² Mindestens aus einem Gebinde

³ Zusätzlich an Proben aus der 1. Mischerfüllung

⁴ Nur erforderlich, falls die TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt.

⁵ Alternativprüfung gemäß Herstellerangabe

⁶ Bei unterschiedlichen Farbtönen nur am Farbton der 1. Schicht. Im Rahmen der FÜ werden diese Kennwerte alternierend an beiden Farbtönen geprüft.

⁷ Bei gefüllten Komponenten alternativ am Original oder an abgetrennten flüssigen Bestandteilen.

⁸ Nur bei 23 °C

⁹ Nur 28 d

Tabelle 4.12: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (PC)

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.5	Prüfung							Häufigkeit in der WPK	
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbeschichtung	Haftbrücke	PC dreikomponentig ¹	PC zweikomponentig ²	je Charge	jede 5. Charge; mindestens halbjährlich
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke									
1	Dichte	Harz- bzw. Härterkomponente	4.2.2.1	☐②	☐②	☐②		X	
	Rohdichte	Zuschlag mit Harz bzw. Härter	4.2.4.1				☐②	X	
2	Epoxidäquivalent und Aminzahl ⁵	Harz/Härter (ohne Füllstoffe bzw. Zuschlag)	4.2.2.2	☐②	☐②	☐②	☐② ⁴		X
3	Thermogravimetrische Analyse	Gemisch, Harz, Härter	4.2.2.3	②	②	②	②		
4	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter (ohne Füllstoffe bzw. Zuschlag)	4.2.2.4	②	②	②	②		
5	Kornzusammensetzung	Zuschlag	4.2.3.1			☐②	☐② ⁴	X	
6	Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt	Zuschlag mit Harz bzw. Härter	4.2.4.3				☐②	X	
Prüfungen am Gemisch									
7	Topfzeit ⁵	Gemisch	4.3.2	☐②	☐②	☐② ³			X
8	Härtungsverlauf ⁵	Gemisch	4.3.3	☐②	☐②	☐② ³			X
9	Ablaufneigung	Gemisch	4.3.4	☐①	☐①			X	
Prüfungen am Festmörtel									
11	Rohdichte	Prismen (1 Satz)	4.4.3			☐②	☐②		X
14	Festigkeiten nach 2 d; Lagerung C	Prismen (1 Satz)	4.4.6			☐②	☐②		X
15	Thermische Dehnung; Lagerung B	Prismen (1 Satz)	4.4.7			☐①	☐①		X

☐ WPK

① FÜ 1x jährlich

② FÜ 2x jährlich; nach mindestens 3 aufeinander folgenden beanstandungslosen Prüfungen kann FÜ nur einmal jährlich durchgeführt werden. Diese Regelung gilt jeweils für einzelne Komponenten.

¹ Lieferung in 3 Komponenten (Harz, Härter, Zuschlag)² Lieferung in 2 Komponenten (Zuschlag mit Harz oder Härter vorgemischt)³ Prüfung ohne Zuschlag⁴ Prüfung nach Abtrennen des Bindemittels⁵ Alternativprüfung gemäß Herstellerangabe

Tabelle 4.13: Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Bauspruchbarkeitsklasse M 3**Blatt 1**

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.6	Prüfung								Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbe- schichtung	Haftbrücke	PCC	PCC mit geänderter Sieblinie	Feinspachtel	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten											
1	Kornzusammensetzung ¹	Trockenmörtel ²	2.2.2		☐②	☐②	☐②	☐②		x ³	
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	Kunststoffzusatz (flüssig)	2.2.3	☐②	☐②	☐②		☐①	x		
3	Thermogravimetrische Analyse	Trockenmörtel bzw. Kunststoffzusatz	2.2.4	②	②	②	②	①			
4	Infrarot-Spektrum	Trockenmörtel ⁴ bzw. Kunststoffzusatz	2.2.5	②	②	②	② ⁵	①			
Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten											
5	Dichte	Harz, Härter	2.3.2	☐② ⁷	☐②				x		
6	Epoxidäquivalent, Aminzahl ⁶	Harz, Härter	2.3.3	☐② ⁷	☐②					x	
7	Thermogravimetrische Analyse	Harz, Härter	2.3.4	② ⁷	②						
8	Infrarot-Spektrum	Harz, Härter	2.3.5	②	②						
9	Ablaufneigung ^{7,9}	Gemisch	2.3.6	☐①	☐①				x		
10	Topfzeit ⁶	Gemisch	2.3.7	☐②	☐②					x	
11	Härtungsverlauf ⁶	Gemisch	2.3.8	☐②	☐②					x	
Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch											
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Frischmörtel bzw. Gemisch	2.4.2		①	☐②	☐②	☐②		x ³	
14	Ablaufneigung	Gemisch	2.4.4	☐①					x		
Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten											
17	Festigkeiten nach Lagerung B ¹⁰	Prismen (1 Satz)	2.5.4			☐②	☐②	①			x
19	Schwinden ¹⁰	Prismen (1 Satz)	2.5.5			☐①	☐①				
21	Gesamtgehalt an Halogenen	Mörtelproben	2.5.8	①	①	①	①				
22	Korrosionsfördernde Stoffe	Mörtelproben	2.5.9	①	①	①	①				
24	Statischer Elastizitätsmodul	Zylinder	2.5.11			☐	☐				x

Fußnoten, siehe Blatt 2

Tabelle 4.13: Umfang der Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ) für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3**Blatt 2**

Zeilennummern gemäß Tabelle 4.6	Prüfung								Häufigkeit in der WPK		
	Art	Gegenstand	Teil 4, Abschnitt	Korrosionsschutzbe- schichtung	Haftbrücke	PCC	PCC mit geänderter Siebli- nie	Feinspachtel	je Charge	je Produktionstag, mindestens alle 50 t	jeden 5. Produktionstag, mindestens alle 100 t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prüfung am Verbundkörper											
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Platten (2)	2.7.4			☐②	☐②				x

☐ WPK

① FÜ 1x jährlich

② FÜ 2x jährlich. Nach mindestens 3 aufeinander folgenden beanstandungslosen Prüfungen kann FÜ nur einmal jährlich durchgeführt werden. Diese Regelung gilt jeweils für einzelne Komponenten.

1 WPK nur an Prüfkorngrößen $\geq 0,25$ mm

2 Mind. aus einem Gebinde

3 Zusätzlich an Proben aus der 1. Mischerfüllung

4 Nur erforderlich, falls die TGA auf Kunststoffzusätze schließen lässt.

5 Nur bei Komponenten mit redispergierbarem Pulver als Kunststoffzusatz.

6 Alternativprüfungen gem. Herstellerangabe

7 Bei unterschiedlichen Farbtönen nur am Farbton der 1. Schicht. Im Rahmen der FÜ werden diese Kennwerte alternierend an beiden Farbtönen geprüft.

8 Bei gefüllten Komponenten alternativ am Original oder an abgetrennten flüssigen Bestandteilen.

9 Nur bei 23 °C

10 Nur 28 d

Tabelle 5.1: Oberflächenschutzsysteme^A

Blatt 1

	Systembezeichnung	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. Ausgleichsspachtelung)	Beschichtung mit erhöhter Dichtheit für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)
2	Anwendungsbereiche	Bedingter Feuchteschutz bei vertikalen und geneigten freibewitterten Betonbauteilen z. B. Brückenkappen, Stützwände. Nicht wirksam bei drückendem Wasser.	Vorbeugender Schutz von freibewitterten Betonbauteilen mit ausreichendem Wasserabfluss auch im Sprühbereich von Auftausalzen. Bedingt geeignet als Beschichtungssystem für Instandsetzungen nach Teil 1, Abschnitt 6	Freibewitterte Betonbauteile auch im Sprühbereich ² von Auftausalzen. Regelaßnahme bei Instandsetzungen nach den Korrosionsschutzprinzipien W und C, wenn der Untergrund rissfrei ist
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - zeitlich begrenzte Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme - zeitlich begrenzte Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen - größerer Karbonatisierungsfortschritt im Vergleich zu nicht hydrophobiertem Beton im Freien - keine Veränderung der Wasserdampfdurchlässigkeit - keine Veränderung des optischen Erscheinungsbildes 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung der Wasseraufnahme - Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe - Reduzierung der Kohlendioxid diffusion - begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit - Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	
4	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Silan/ Siloxan: für Hydrophobierung	
5	Regelaufbau	Hydrophobierung	1. Hydrophobierung ⁵ 2. gegebenenfalls Grundierung 3. Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁶ 2. gegebenenfalls Hydrophobierung ⁵ 3. gegebenenfalls Grundierung 4. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)
6	Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	keine filmbildenden Formulierungen zulässig	(Die für die Bauausführung relevanten Schichtdicken sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.)	
7	Rissüberbrückung	-	-	-

^A Da sich die ursprüngliche Nomenklatur OS 1 bis OS 12 allgemein etabliert hat, wird trotz Wegfalls einzelner OS-Systeme die alte Nummerierung beibehalten.

¹ Siehe Teil 4, Tabelle 5.2

² Mit entsprechendem Nachweis auch im Spritzbereich

³ Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen

⁴ Bei nur gelegentlichem Begang (z. B. Dienststege) kein Nachweis der Verschleißfestigkeit erforderlich

⁵ ggf. Wirksamkeitsnachweis gemäß Teil 4, Abschnitt 5.5.9

⁶ Dispersionsspachtel u. ä. erfordern u. U. eine gesondert zu vereinbarende Prüfung

⁷ Spritzauftrag mehrlagig auch in einem Arbeitsgang

⁸ Nur durch Abstreuen gefüllte Schicht ist nur bei gelegentlichem Begang zulässig

⁹ Abhängig von der Viskosität (mind. 20 M.-%)

¹⁰ Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung komplett zu prüfen; Griffbarkeit, Verschleiß und Rissüberbrückung sind zusätzlich mit Versiegelung zu prüfen

¹¹ außerhalb ZTV-BEL B-3 können systemkonforme Grundierungen eingesetzt werden.

Tabelle 5.1: Oberflächenschutzsysteme ^A

Blatt 2

	Systembezeichnung	OS 5a (OS DII) OS 5b (OS DI)	OS 7 (TL/TP-BEL-EP)	OS 9 (OS E)
	1	5	6	7
1	Kurzbeschreibung	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückungsfähigkeit ¹ für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)	Beschichtung unter Dichtungsschichten für begeh- und befahrbare Flächen	Beschichtung mit erhöhter Rissüberbrückungsfähigkeit ¹ für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung.)
2	Anwendungsbereiche	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen ³ auch im Sprühbereich ² von Auftausalzen.	Grundierungen, Versiegelungen, Kratzspachtelungen als Teil der Abdichtung von Brücken und ähnlichen Bauwerken	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen auch im Sprüh- oder Spritzbereich von Auftausalzen.
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung der Wasseraufnahme - Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe - starke Reduzierung der Kohlendioxiddiffusion - Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse - begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit - Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Porenverschluss der Beton- bzw. Betoner-satzoberfläche - Rauigkeitsausgleich (Kratzspachtel) - Hitzebeständigkeit bis 250 °C (kurzzeitig) 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - Verhinderung der Wasseraufnahme - Verhinderung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe - dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender oberflächennaher Risse und Trennrissen unter temperatur- und/oder lastabhängigen Bewegungen - Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> - Verhinderung der Kohlendioxiddiffusion - starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion
4	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	a) Polymerdispersion b) Polymer/ Zement-Gemisch	Epoxidharz	Polyurethan mod. Epoxidharze Polymerdispersion 2-K Polymethylmethacrylat
5	Regelaufbau	a) Polymerdispersion <ol style="list-style-type: none"> 1. Kratz-/ Ausgleichsspachtelung ⁶ 2. i. d. R. Grundierung 3. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung b) Polymer/ Zement-Gemisch <ol style="list-style-type: none"> 1. gegebenenfalls Kratz-/ Ausgleichsspachtelung ⁶ 2. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 3. gegebenenfalls Deckversiegelung 	Grundierung Versiegelung Kratzspachtelung gem. TL-BEL-EP (ZTV-BEL-B)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁶ 2. i. d. R. Grundierung 3. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung
6	Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	(Die für die Bauausführung relevanten Schichtdicken sind den Anweisungen zur Ausführung zu entnehmen.)		
7	Rissüberbrückung	Klasse I _T ¹	–	Klasse II _{T+V} ¹

Fußnoten, siehe Blatt 1

Tabelle 5.1: Oberflächenschutzsysteme^A

Blatt 3

	Systembezeichnung	OS 10 (TL/TP-BEL-B3)	OS 11 (OS F)	OS 13
	1	8	9	10
1	Kurzbeschreibung	Beschichtung als Dichtungsschicht mit hoher Rissüberbrückung unter Schutz- und Deckschichten für begeh- und befahrbare Flächen	Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit ¹ für begeh- und befahrbare Flächen	Beschichtung mit nicht dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen
2	Anwendungsbereiche	Abdichtung von Betonbauteilen mit Trennrissen und planmäßiger mechanischer Beanspruchung, z. B. Brücke, Trog- und Tunnelsohlen u. ä. Bauwerken wie Parkdecks	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen und planmäßiger ⁴ mechanischer Beanspruchung auch im Sprüh- oder Spritzbereich von Auftausalzen z. B. Parkhaus-Freidecks und Brückenkapfen.	Mechanisch und chemisch beanspruchte, überdachte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen auch im Einwirkungsbereich von Auftausalzen, z. B. geschlossene Parkgaragen und Tiefgaragen.
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verhinderung der Wasseraufnahme – Verhinderung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender Trennrisse unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen – Hitzebeständigkeit bis 250 °C (kurzzeitig) – Übertragung von Schubkräften aus Verkehr über Gussasphaltschutzschicht <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes – Verbesserung der Griffbarkeit – Verbesserung des Frost-Widerstandes – Verhinderung der Kohlendioxiddiffusion – starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion 		
4	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	Polyurethan und andere	Polyurethan mod. Epoxidharze 2-K Polymethylmethacrylat	modifizierte Epoxidharz Polyurethan 2-K Polymethylmethacrylat
5	Regelaufbau	1. Behandlung der Betonoberfläche nach OS 7 2. gegebenenfalls Haftvermittler 3. Dichtungsschicht (hwO) 4. gegebenenfalls Verbindungsschicht 5. Gussasphalt. In bestimmten Fällen ist auch eine verschleißfeste, vorgefüllte, ggf. abgestreute Deckschicht, ggf. mit Deckversiegelung möglich; diese Richtlinie enthält jedoch dafür keine Prüfvorschriften	a) 1. Grundierung 2. Nicht vorgeführte elastische Oberflächenschutzschicht (hwO), nicht abgestreut 3. Verschleißfeste vorgefüllte ^{8,9} Deckschicht, abgestreut (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung ¹⁰ b) 1. Grundierung 2. Verschleißfeste, vorgefüllte ^{8,9} Oberflächenschutzschicht, abgestreut (hwO) 3. Deckversiegelung 4. ggf. Abstreuerung und zweite Deckversiegelung	1. Grundierung 2. Verschleißfeste gegebenenfalls vorgefüllte Oberflächenschutzschicht, abgestreut 3. Deckversiegelung
6	Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	(Die für die Bauausführung relevanten Schichtdicken sind den Anweisungen zur Ausführung zu entnehmen.)		
7	Rissüberbrückung	Klasse IV _{T+V} (ZTV-BEL-B-3)	Klasse II _{T-V}	Klasse A1 (-10 °C)

Fußnoten, siehe Blatt 1

Tabelle 5.2: Mindestschichtdicke und Schichtdickenzuschlag d_z in Abhängigkeit von der Rautiefe

Oberflächenschutzsystem		Mindestschichtdicke [μm]	Rautiefe R _t [mm]	Schichtdicken- zuschlag d _z [μm]
1		2	3	4
OS 2 (OS B)		80	0,2	50
			0,5	70
OS 4 (OS C)		80	0,2	50
			0,5	70
OS 5a (OS DII)		300	0,2	70
			0,5	100
OS 5b (OS DI)		2 000	0,2	250
			0,5	400
			1,0	600
OS 9 (OS E)		1 000	0,2	250
			0,5	400
OS 11a (OS F a)	Verschleißschicht	3 000	0,2	300
	elastische Oberflächenschutzschicht	1 500	0,5	600
			1,0	1 000
OS 11b (OS F b)		4 000	0,5	750
			1,0	1 200
OS 13		2 500*	0,5	750
			1,0	1 200
		* Gesamtschichtdicke	Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.	

Tabelle 5.3: Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme für die Grundprüfung und den Übereinstimmungsnachweis**Blatt 1**

	Art der Prüfung, Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Anforderungen	
			Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis (zul. Toleranzen gegenüber Sollwerten)
1		2	3	4
Prüfungen an den Ausgangsstoffen				
1	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen, Festkörpergehalt	5.1.1	–	±5 % rel. bei Festkörpergehalten > 20 % ±10 % rel. bei Festkörpergehalten ≤ 20 %
2	Wirkstoffgehalt	5.1.2	–	±10 % rel.
3	Infrarot-Spektrum	5.1.3	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung.
4	Dichte	5.1.4	–	EP-Grundierung, OS 1 (OS A): ±1 % OS 2 (OS B), OS 4 (OS C): ±2 % OS 5 (OS D) bis OS 13: ±3 %
5	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	5.1.5	–	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung. ±5 % rel., bezogen auf den Masseverlust bei 600 °C bei Bindemittelgehalten > 20 %, ±10 % rel., bezogen auf den Masseverlust bei 600 °C bei Bindemittelgehalten ≤ 20 %
6	Viskosität A: Auslaufzeit B: dynamisch	5.1.6.2	–	±15 %
		5.1.6.3	–	EP-Grundierung; OS 2 (OS B) bis OS 13: ±20 %
7	Hydroxylzahl, Isocyanatgehalt	5.1.7	–	±10 %
8	Epoxidäquivalent, Aminzahl	5.1.8	–	±3 % bis ±4 %
9	Kornzusammensetzung	5.1.9	≤ 5 % Überkorn	OS 5 (OS D): alle Prüfkorngrößen ±3 % abs. Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ±5 % abs. (jeweils bezogen auf die Sieblinie)
Prüfungen an den gemischten Stoffen				
10	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	5.2.2	–	Ausbreitmaß: ±15 % bzw. 2 cm (der kleinere Wert ist maßgebend) bei WPK und FÜ Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ bei WPK und FÜ Luftgehalt: ±2 % abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
11	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	5.2.3	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	–
12	Härtungsverlauf	5.2.4	–	±5 % bezogen auf die Shore-Härte
13	Topfzeit	5.2.5	–	±15 %
14	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	5.2.6	–	±1 % rel. bei lösungsmittelfreien Systemen ±3 % rel. bei lösungsmittelhaltigen Systemen
Prüfungen an den erhärteten Stoffen				
15	Diffusionswiderstand gegen CO ₂	5.3.3	s _d ≥ 50 m	–
16	Diffusionswiderstand gegen H ₂ O-Dampf	5.3.4	s _d ≤ 4 m	–
17	Festigkeit nach Lagerung B	5.3.5	–	β _D : ±10 % β _{BZ} : ±20 %
18	Gesamtgehalt an Halogenen	5.3.6	Halogengehalt ≤ 0,05 % bezogen auf die Trockenmasse	

Tabelle 5.3: Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme für die Grundprüfung und den Übereinstimmungsnachweis**Blatt 2**

	Art der Prüfung, Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4. Abschnitt	Anforderungen			Übereinstim- mungsnachweis (zul. Toleranzen gegenüber Soll- werten)		
			Grundprüfung					
			Schutzsystem	Mittelwert [N/mm²]	Einzel- wert [N/mm²]			
	1	2	3			4		
Haftzugfestigkeit								
19	Haftzugfestigkeit β_{HZ} (Min- destwerte) und Gitter- schnittkennwerte (G_T) nach Lagerung bei T_{NORM} Haftzugfest nach Lagerung bei T_{NORM} Gitterschnittkennwerte nach Lag. bei T_{NORM}	5.5.3	OS 2 (B), 4 (C), 5 (D)	0,8	0,5	–		
			OS 9 (E)	1,3	0,8			
			Feinspachtel ¹	1,3	0,8			
			OS 11 (F), 13	1,5	1,0			
			$G_T \leq 2$					
20	Haftzugfestigkeit β_{HZ} (Min- destwerte) und Gitterschnitt- kennwerte (G_T) nach Tem- peraturwechsel- und Frost- Tausalz-Beanspruchung im Vergleich zur unbean- spruchten Probe (Beschich- ten bei T_{min}), Gitterschnittkennwerte	5.5.4.1	OS 2 (B), 4 (C), 5 (D)	0,8	0,5	–		
			OS 9 (E)	1,3	0,8			
			Feinspachtel ¹	1,3	0,8			
			OS 11 (F)	1,5	1,0			
					Zul. Abfall β_{HZ} nach Beanspruchung: $\leq 30 \%$ $G_T \leq 2$			
		5.5.4.2	OS 13	1,5	1,0	–		
Zul. Abfall β_{HZ} nach Beanspruchung: $\leq 30 \%$								
21	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechsel- beanspruchung	5.5.5	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ Max. Rissbreite $w = 0,05 \text{ mm}$			–		

¹ Gilt auch für Systeme mit Feinspachtel, wenn der Bruch im oder unterhalb des Feinspachtels eintritt.

Tabelle 5.3: Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme für die Grundprüfung und den Übereinstimmungsnachweis**Blatt 3**

	Art der Prüfung, Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4, Ab- schnitt	Anforderungen	
			Grundprüfung	Übereinstimmungsnachweis (zul. Toleranzen gegenüber Sollwerten)
1	2	3	4	
Prüfungen an den Verbundkörpern				
22	Masseverlust nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	5.5.6	Der Beginn des Versagens der Schutzwirkung der Hydrophobierung darf gegenüber der Nullprobe erst bei einer um 15 größeren Zyklenzahl einsetzen. Kriterium: Schnittpunkte der Massenprozentkurven (Mittelwerte) von hydrophobierten und unhydrophobierten Würfeln mit der 0 %-Linie (Ausgangsmasse vor der Lagerung in NaCl-Lösung). Treten bereits vorher Risse mit Rissbreiten $w > 1$ mm auf, gilt dies ebenfalls als Versagen der Schutzwirkung der Hydrophobierung.	–
23	Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T_{NORM})	5.5.7	Keine Ablösungen, keine Risse, Blasengrad nach DIN 53209: m0/g0	–
24	Dynamische Rissüberbrückung nach Bewitterung (OS 5) bzw. 7 d Alterung bei 70 °C (OS 11) (Beschichten bei T_{NORM})	5.5.8.1	3 von 4 Probekörpern müssen nach Untersuchung folgende Ergebnisse aufweisen: – keine Durchrisse und oberseitige Einrisse der hwO, der Verschleißschicht und der Deckversiegelung – Unterseitige Anrisse ≤ 25 % der Dicke der hwO – Ablösungen auf keiner Seite des Risses ≤ 2 d der hwO	–
	Statische Rissüberbrückung nach 7 d Alterung bei 70 °C (Beschichten bei T_{NORM}) (OS 13)	5.5.8.2	Die 2 Probekörper dürfen bei einmaliger Rissöffnung auf 0,10 mm bei -10 °C keine Durchrisse und ober- bzw. unterseitige Einrisse der Oberflächenschutzschicht bzw. oberseitige Einrisse der Deckversiegelung zeigen. Die Probekörper sind bis zum Bruch zu belasten (Teil 4). Die maximal erreichbare Rissbreite ist anzugeben.	–
25	Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung	5.5.9	$WA \leq 50$ % der Nullprobe nach Alkalibelastung	–
26	Griffigkeit und Verschleißfestigkeit	5.5.10	<u>Prüfung mit Deckversiegelung:</u> – Griffigkeit nach Verschleißbeanspruchung: OS 11 (F) SRT ≥ 60 SKT OS 13 SRT ≥ 50 SKT – Verschleißfestigkeit: Das Herauslösen ganzer Körner, die zu ≥ 50 % ihrer Oberfläche eingebunden sind, ist nicht zulässig. <u>Prüfung ohne Deckversiegelung (nur OS 13):</u> – Verschleißfestigkeit: Das Herauslösen ganzer Körner, die zu ≥ 50 % ihrer Oberfläche eingebunden sind, ist nicht zulässig, Abrieb zwischen 50 und 2000 Zyklen: $\leq 4,5$ g	–
27	Verbundverhalten bei rückseitiger Durchfeuchtung	5.5.15	Keine Blasen. Haftzugfestigkeit $\beta_{\text{HZ}} \geq 1,5$ N/mm ² EW Trennfall jeweils > 75 % Betonbruch zul. Abfall β_{HZ} nach Beanspruchung: ≤ 30 % im Vergleich zur unbeanspruchten T_{NORM} -Probe	–
28	Chemikalienbeständigkeit	5.5.16	OS 13 Nach Beanspruchung: Keine Blasen, Risse und Ablösungen. Härteabfall ≤ 50 %, gemessen nach 24 h Rekonditionierung bei Klima 23/50	–
29	Schlagfestigkeit	5.5.17	Nach Beanspruchung: Keine Risse und Ablösungen	–

Tabelle 5.4 : Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen

Blatt 1

Zeile Nr.	Art der Prüfung / Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Prüfungen erforderlich für																		Zeile Nr.
			Silan / Siloxan	Mischpolymer (gelöst) Polymerdispersion	Polyurethan	Wasserem. EP	Feinspachtel	Polymer / Zement Gemisch	Polymerdispersion	Polyurethan	Polymerdispersion	2 K-PMMA	mod. EP-System	Polyurethan	mod. EP-System	2 K-PMMA	EP-Grundierung	Polyurethan	Epoxidharz	2 K-PMMA	
			OS 1	OS 2 + OS 4			OS 5a + OS 5b			OS 9				OS 11				OS 13			
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Prüfungen an den Ausgangsstoffen		5.1																			
1	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	5.1.1		x	x		x ³⁾	x	x		x										1
2	Wirkstoffgehalt	5.1.2	x																		2
3	Infrarot-Spektrum	5.1.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3
4	Dichte	5.1.4	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4
5	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	5.1.5		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5
6	Viskosität	5.1.6		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6
7	Hydroxylzahl/Isocyanat-Gehalt ¹⁾	5.1.7			(x)					(x)				(x)				(x)			7
8	Epoxidäquivalent/Aminzahl ¹⁾	5.1.8				(x)											(x)		(x)		8
9	Kornzusammensetzung	5.1.9					x	x													9
Prüfungen an den angemischten Stoffen		5.2																			
10	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	5.2.2					x	x													10
11	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	5.2.3					x	x													11
12	Härtungsverlauf ¹⁾	5.2.4								(x)		x	x	(x)	x		(x)	(x)	(x)	x	12
13	Topfzeit ¹⁾	5.2.5			(x ³⁾	(x)				(x)		x	x	(x)	x		(x)	(x)	(x)	x	13
14	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	5.2.6			x ³⁾	x				x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	14
1) Alternativprüfungen nach Herstellerangabe 2) nur bei 1komponentigen Systemen 3) nur bei 2komponentigen Systemen																					

Tabelle 5.4 : Art und Umfang der für die Grundprüfung erforderlichen Prüfungen

Blatt 2

Zeile Nr.	Art der Prüfung / Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Prüfungen erforderlich für																		Zeile Nr.
			Silan / Siloxan	Mischpolymer (gelöst) Polymerdispersion	Polyurethan	Wasserem. EP	Feinspachtel	Polymer/Zement Gemisch	Polymerdispersion	Polyurethan	Polymerdispersion	2 K-PMMA	mod. EP-System	Polyurethan	mod. EP-System	2 K-PMMA	EP-Grundierung	Polyurethan	Epoxidharz	2 K-PMMA	
OS 1	OS 2 + OS 4	OS 5a + OS 5b	OS 9	OS 11	OS 13																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Prüfungen an den erhärteten Stoffen		5.3																			
15	Diffusionswiderstand gegen CO ₂	5.3.3		x	x	x		x	x											15	
16	Diffusionswiderstand gegen H ₂ O-Dampf	5.3.4		x	x	x		x	x											16	
17	Festigkeit nach Lagerung B	5.3.5					x													17	
18	Gesamtgehalt an Halogenen	5.3.6					x													18	
Prüfungen an den Verbundkörpern		5.5																			
19	Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwerte ⁴⁾ nach Lagerung bei T _{NORM}	5.5.3		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	19
20	Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwerte ⁴⁾ nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung im Vergleich zur unbeanspruchten Probe (Beschichten bei T _{MIN})	5.5.4.1		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					20
	Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwerte ⁴⁾ nach Temperaturwechselbeanspruchung ohne Tausalzeinfluss im Vergleich zur unbeanspruchten Probe (Beschichten bei T _{MIN})	5.5.4.2																x	x	x	
21	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	5.5.5					x														21
22	Masseverlust nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	5.5.6	x																		22
23	Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T _{NORM})	5.5.7		x	x	x															23
24	Dynamische Rissüberbrückung nach Bewitterung (Beschichten bei T _{NORM})	5.5.8.1						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				24
	Statische Rissüberbrückung nach 7 d Alterung bei 70 °C (Beschichten bei T _{NORM})	5.5.8.2																x	x	x	
25	Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung	5.5.9	x																		25
26	Griffigkeit und Verschleißfestigkeit	5.5.10												x	x	x		x	x	x	26
27	Verbundverhalten bei rückseitiger Durchfeuchtung ⁵⁾	5.5.15																x	x	x	27
28	Chemikalienbeständigkeit	5.5.16																x	x	x	28
29	Schlagfestigkeit	5.5.17												x	x	x		x	x	x	29
4) Gitterschnittkennwerte nur an OS 2-, 4- und 5- Systemen mit Schichtdicken < 500 µm																					
5) Optionale Prüfung																					

Tabelle 5.5: Art und Umfang der WPK und Fremdüberwachung

Tabelle 5.4, Zeile Nr.	Art der Prüfung/Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4 Prüfverfahren Abschnitt	Prüfungen erforderlich für																		Zeile Nr.	
			Silan / Siloxan	Mischpolymer (gelöst) Polymerdispersion	Polyurethan	Wasserem. EP	Feinspachtel	Polymer / Zement Gemisch	Polymerdispersion	Polyurethan	Polymerdispersion	2 K-PMMA	mod. EP-System	Polyurethan	mod. EP-System	2 K-PMMA	EP-Grundierung	Polyurethan	Epoxidharz	2 K-PMMA		
			OS 1	OS 2 + OS 4				OS 5a + OS 5b			OS 9				OS 11				OS 13			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19
Prüfungen an den Ausgangsstoffen		5.1																				
1	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	5.1.1		x●	x1●		xO	x●	x●		x●										1	
2	Wirkstoffgehalt	5.1.2	x●																		2	
3	Infrarot-Spektrum	5.1.3	●	x●	x●	x●	O	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	xO	xO	xO	3	
4	Dichte	5.1.4	x●	x●	x●	x●			x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	xO	xO	xO	4	
5	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	5.1.5		●	●	●	O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	O	O	O	5	
6	Viskosität	5.1.6		x●	x●	x●			x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	x●	xO	xO	xO	6	
7	Hydroxylzahl/Isocyanat-Gehalt ³⁾	5.1.7			(x●)					(x●)				(x●)				(xO)			7	
8	Epoxidäquivalent/Aminzahl ³⁾	5.1.8				(x●)											(x●)		(xO)		8	
9	Kornzusammensetzung	5.1.9					x●	x●													9	
Prüfungen an den angemischten Stoffen		5.2																				
10	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	5.2.2					x●	x●													10	
11	Härtungsverlauf ³⁾	5.2.4								(x●)			x●	(x●)	x●		(x●)	(xO)	(xO)		11	
12	Topfzeit ³⁾	5.2.5			(x2)●	(x●)				(x●)			x●	(x●)	x●		(x●)	(xO)	(xO)	xO	12	
13	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	5.2.6			x2)●	x●				x●		x●	x●	x●	x●	x●	x●	xO	xO	xO	13	
Prüfungen an den erhärteten Stoffen		5.3.5																				
17	Festigkeit nach 28 d, Lagerung B						O														17	
<div>1) nur bei einkomponentigen Systemen</div> <div>2) nur bei zweikomponentigen Systemen</div> <div>3) Alternativprüfungen gemäß Grundprüfung</div> <div>x WPK je Charge</div> <div>O Fremdüberwachung 1 x jährlich</div> <div>● Fremdüberwachung 2 x jährlich</div>																						

Tabelle 6.1: Erfassung und Beurteilung von Riss-/Hohlraummerkmalen

	Merkmal	Erfassungs- und Untersuchungsmethode	Dokumentation	
	1	2	3	
1	Rissart	Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls Bohrkernentnahme ¹	Unterscheidung nach oberflächennahen und Trennrissen	
2	Rissverlauf	Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, gegebenenfalls pauschale Angaben (z. B. Biegerisse in Abständen von, Netzzrisse mit Maschenweite von ...)	
3	Rissbreite	Linienstärkenmaßstab, Risslupe (Genauigkeit 0,05 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	kurzzeitig	Wegänderungen, z. B. mit Wegaufnehmer	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2		täglich	Wegänderungen, z. B. mit Messuhr, Setzdehnungsmesser, Wegaufnehmer	Änderungen zwischen Morgen- und Abendmesswert mit einem Zeitabstand von ca. 12 Stunden, mit Datum, Witterungsbedingungen und Bauteiltemperatur
4.3		langzeitig	Kleben von (gegebenenfalls kalibrierten) Marken, Setzdehnungsmessung	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 2}	Angabe über Feuchtezustand (s. Tab. 6.2), Verschmutzung, Aussinterung	
7	Vorangegangene Maßnahmen	Bauwerksbuch, Erkundungen	Unterscheidung gemäß Definition, gegebenenfalls Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkehrender Rissursachen	
8	Beurteilung der Rissursache oder Hohlraumursache	Inaugenscheinnahme, Erkundungen einschl. Herstellungsbedingungen, Wertung der Ergebnisse von Zeile 1 – 4, gegebenenfalls Berechnungen	Angaben über frühere Maßnahmen, z. B. Füllung der Risse	
<div><div>1</div><div>Bohrkernentnahme nur in Ausnahmefällen und mit geringem Durchmesser (50 mm)</div></div> <div><div>2</div><div>Ermittlung des Feuchtegehaltes durch Inaugenscheinnahme oder mit Labormethoden</div></div> <div><div>3</div><div>Angaben der Bauteiltemperatur ist notwendig, sofern die Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen (z. B. Straßentunnel, Parkhäuser o. ä.)</div></div>				

Tabelle 6.2: Feuchtezustand von Rissen und Hohlräumen

	Begriff	Merkmal
	1	2
1	Trocken mit umgebungsbedingter Ausgleichsfeuchte	<ul style="list-style-type: none"> – Wasserzutritt nicht möglich. – Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar
2	Feucht	<ul style="list-style-type: none"> – 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).
3	Drucklos, wasserführend	<ul style="list-style-type: none"> – Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar. – Wasser perlt aus dem Riss.
4	Unter Druck, wasserführend	– Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus.

Tabelle 6.3: Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe

		Feuchtezustand der Füllbereiche			
		trocken ¹	feucht	„drucklos“ wasserführend	„unter Druck“ wasserführend ²
	Anwendungsziel	zulässige Maßnahmen			
1	Schließen durch Tränkung	EP-T ZL-T ZS-T	ZL-T ZS-T		
2	Schließen und Abdichten durch Injektion	EP-I PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I
3	Begrenzt dehnfähiges Verbinden	PUR-I	PUR-I	PUR-I	PUR-I
4	Kraftschlüssiges Verbinden	EP-I ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I

¹ Flanken von Rissen und innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgehästet werden.

² Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten

Tabelle 6.4: Rissfüllstoffspezifische Anwendungsbedingungen für die Füllart Injektion

	Merkmal	Anwendungsbedingungen			
	1	2	3	4	5
1	Rissfüllstoff	Epoxidharz	Zementleim	Zement-suspension	Polyurethanharz
2	Füllart, Injektion	EP-I	ZL-I	ZS-I	PUR-I
3	Rissart	Trennriss oder oberflächennaher Riss	Trennriss	Trennriss bzw. oberflächennaher Riss	Trennriss
4	Rissverlauf	beliebig			
5	Rissbreite w (in der Grundprüfung kleinste nachgewiesene Rissbreite)	$w \geq 0,10 \text{ mm}$	$w \geq 0,80 \text{ mm}$	$w \geq 0,25 \text{ mm}$	$w \geq 0,30 \text{ mm}^1$
6	Feuchtezustand	siehe Tab. 6.2 und 6.3			
7	Niedrigste Anwendungstemperatur	8 °C^2	5 °C	6 °C (niedrigere Anwendungstemperatur ist gemäß Grundprüfung möglich)	
8	Vorangegangene Maßnahmen	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit EP oder PUR	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit EP oder PUR, Wiederholung der Füllung mit ZL oder ZS zulässig.	wiederholte Füllung zulässig	
9	kurzzeitige Rissbreitenänderungen während der Erhärtungsphase	$\Delta w \leq 0,10 \text{ mm}$ $w \leq 0,03 \text{ mm}^*$ * der kleinere von beiden Werten ist maßgebend	nicht zulässig	An kurzzeitige Rissbreitenänderungen werden keine Anforderungen gestellt.	
10	tägliche Rissbreitenänderungen während der Erhärtungsphase	abhängig von der Festigkeitsentwicklung	nicht zulässig	keine Anforderung	
11	Rissbreitenänderung nach Erhärtung	–	–	$w \geq 0,3 \text{ mm}$: $\Delta w \leq 0,05 \text{ mm}$ $w \geq 0,5 \text{ mm}$: $\Delta w \leq 0,1 \text{ mm}$ Dies gilt bei mittleren Bauwerkstemperaturen von ca. 15 °C .	

¹ Zum begrenzt dehnfähigen Verbinden nachgewiesene Mindestrissbreite. Für lediglich abdichtende Injektionen sind, in Abhängigkeit von der Viskosität, auch kleinere Rissbreiten injizierbar.

² Die niedrigste Anwendungstemperatur (Bauteiltemperatur) T_{\min} ergibt sich als der Höchstwert aus folgenden Bedingungen: $T_{\min} \geq 8 \text{ °C}$ in Abhängigkeit von der temperaturbedingten Festigkeitsentwicklung bei Rissbreitenänderungen größer als nach Zeile 9.

Tabelle 6.5: Prüfungen und Anforderungen an Epoxidharz

	Art der Prüfung und Prüfgröße	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Grundprüfung		Übereinstimmungsnachweis ²					
			Prüf-temperatur °C	Anforderungen	WPK ⁷		Fremdüberwachung			
					Prüf-grösse	Anforde-rung	Prüf-grösse	Anforde-rung	Prüf-grösse	Anforde-rung ⁴
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Dichte	6.1.1	23	–	x	±1 %	–	–	x	±1 %
2	Epoxidäquivalent	6.1.2	–	–	x	±3 %	–	–	x	±3 %
3	Aminzahl	6.1.3	–	–	x	±4 %	–	–	x	±4 %
4	Infrarotspektrum	6.1.4	–	–	x	K.V. ³	–	–	x	K.V. ³
5	Dynamische Viskosität, Viskositätsanstieg	6.1.5	8/15/23 ⁸	–	x	±15 %	–	–	x ⁴	±15 %
			8/15/23 ⁸	–	–	–				±10 min
6	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer	6.1.6	8/15/23 ⁸	≥ 20 min	x ⁴	±10 min ⁶	–	–	x ⁴	±10 min ⁶
7	Zugfestigkeitsentwicklung	6.1.7	8/15/23 ⁸	> 3N/mm ² in 48 – 72 h	–	–	–	–	x ⁵	⁶
8	Relaxationstemperatur	6.1.8	10 bis 200	≥ 30 °C (2d) ≥ 40 °C (28d)	x	±8 K	–	–	x	±8 K
9	Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt	6.1.9	23/105	< 2 M.-%	x	< 2 M.-%	–	–	x	< 2 M.-%
10	Einwaage	6.1.10	RT ¹	–	x	Festlegung durch überwachende Stelle	x	Festlegung durch überwachende Stelle	–	–
11	Mischgenauigkeit	6.1.11	8/15/23 ⁸	±4 %	–	–	x	±4 %	–	–
12	Festigkeit im Riss	6.2.3	RT ¹	Siehe Abschnitt 6.2.3	–	–	–	–	–	–
13	Füllgrad der Risse	6.2.4	RT ¹	> 80%	–	–	–	–	–	–

¹ RT: Raumtemperatur² Festlegungen gelten gegenüber den Ergebnissen der Grundprüfung³ K.V.: kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung; Beurteilung zusammen mit den übrigen Prüf- und Kenngrößen⁴ nur bei 23 °C⁵ nur bei 15 °C⁶ Anforderungen an die Grundprüfung müssen eingehalten werden⁷ Wird jede Charge fremdüberwacht, kann sich die WPK auf die Abfüllprüfung beschränken.

Tabelle 6.6: Prüfungen und Anforderungen an Polyurethanharze

Blatt 1

	Prüfgröße bzw. Kennwert	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Prüf-temperatur °C	Grundprüfung			
				PUR		SPUR	
				Prü- fung	Anfor- derung	Prü- fung	Anfor- derung
	1	2	3	4	5	6	7
1	Dichte	6.3.1	23	x	±1,0 %	x	±1,0 %
2	Infrarotspektrum	6.3.2	–	x	–	x	–
3	Isocyanatgehalt	6.3.3	–	x	±3,0 %	x	±3,0 %
4	funktionale Gruppe Aminzahl Säure Hydroxylzahl	6.3.4	–	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %
5	thermogravimetrische Analyse	6.3.5	–	x	–	x	–
6	dynamische Viskosität und Viskosi- tätsanstieg	6.3.6	n. A. ¹² /15/23	x		–	
7	Viskositätsanstieg bei freier Tempe- raturentwicklung	6.3.7	23 (max T)	x	–	–	–
8	Viskosität am Ende der Verarbeitbar- keitsdauer	6.3.8	15	x		–	
9	Einfluss unterschiedlicher Lagerungen: Luft dest. H ₂ O KOH T-Zyklen	6.3.9	23	x	K. B. ³		
				x			
				x	K. B. ³	–	–
				x	≤ 20 % ⁴		
10	Änderung der Masse bei Wasserlagerung	6.3.10	23	x	–	–	–
11	Glasübergangstemperatur	6.3.11	–	x	–	–	–
12	Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt ohne Wasser mit Wasser	6.3.12	23	x	< 2,0 M-% < 5,0 M-%	–	–
13	Einwaage am Gebinde		RT ²		±3,0 %		±3,0 %
14	Dehnfähigkeit (Prüfart 1)	6.4.2	RT ²	x	w ≥ 0,3 mm: Δw ≥ 0,05 w w ≥ 0,5 mm: Δw ≥ 0,1 w	–	–
15	Dichtheit (Prüfart 2)	6.4.4	RT ²	x	dicht ¹³	–	–
16	Füllgrad (Prüfart 2)	6.4.5	RT ²	x	80 %	–	–

¹ Anforderungen gegenüber dem Ergebnis der Grundprüfung² RT: Raumtemperatur³ kein Bruch im Druckversuch⁴ bezogen auf die Verformungsarbeit der mit Wasser hergestellten luftgelagerten Proben⁵ K. V.: kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung; Beurteilung zusammen mit den übrigen Prüf- und Kenngrößen⁶ b. A.: begrenzte Abweichungen ±50 mPa · s oder ≤ |15,0| %, der größere Wert maßgebend⁷ durchzuführen bei jeder Charge⁸ jede Charge, nach mindestens zwei aufeinander folgenden beanstandungslosen Prüfungen kann die Überwachung zweimal jährlich durchgeführt werden⁹ bei einer der Grundprüftemperaturen, nach Festlegung der Überwachung¹⁰ nur bei der Zeit, die in der Grundprüfung des Polyurethanharzes ermittelt wurde¹¹ nur bei mit Wasser hergestellten Proben¹² n. A.: niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C; niedrigere Anwendungstemperatur ist gemäß den Angaben zur Ausführung möglich)¹³ Dichtheit bei Dehnungsgrenzen gemäß Prüfart 1

Tabelle 6.6: Prüfungen und Anforderungen an Polyurethanharze

Blatt 2

	Prüfgröße bzw. Kennwert	Prüfung nach Teil 4 Abschnitt	Prüftemperatur °C	WPK ^{1, 2}				Fremdüberwachung ^{1, 8}			
				PUR		SPUR		PUR		SPUR	
				Prüfung	Anforderung	Prüfung	Anforderung	Prüfung	Anforderung	Prüfung	Anforderung
	1	2	3	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Dichte	6.3.1	23	x	±1,0 %	x	±1,0 %	x	±1,0 %	x	±1,0 %
2	Infrarotspektrum	6.3.2	–	x	K. V. ⁵	x	K. V. ⁵	x	K. V. ⁵	x	K. V. ⁵
3	Isocyanatgehalt	6.3.3	–	x	±3,0 %	x	±3,0 %	x	±3,0 %	x	±3,0 %
4	funktionale Gruppe	6.3.4	–	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %	x	±4,0 % ±10,0 % ±10,0 %
	Aminzahl										
	Säure										
	Hydroxylzahl										
5	thermogravimetrische Analyse	6.3.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg bei isothermen Bedingungen	6.3.6	n.A. ¹² /15/23	x ¹¹	–	–	–	x ¹¹	b. A. ⁶	–	–
7	Viskositätsanstieg bei freier Temperaturentwicklung	6.3.7	23 (_{max} T)	–	–	–	–	x ¹⁰		–	–
8	Viskosität am Ende der Verarbeitbarkeitsdauer	6.3.8	15	–	–	–	–	–		–	–
9	Einfluss unterschiedlicher Lagerungen: Luft dest. H ₂ O KOH T-Zyklen	6.3.9	23	–	–	–	–	x	K. V. ^{5, 11}	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	x	K. V. ⁵⁾	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
10	Änderung der Masse bei Wasserlagerung	6.3.10	23	–	–	–	–	–	–	–	–
11	Glasübergangstemperatur	6.3.11	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt ohne Wasser mit Wasser	6.3.12	23	–	–	–	–	x	–	< 2,0 M-% < 5,0 M-%	–
13	Einwaage am Gebinde		RT ²	–	–	–	–	–	–	–	–
14	Dehnfähigkeit (Prüfart 1)	6.4.3	RT ²	–	–	–	–	–	–	–	–
15	Dichtheit (Prüfart 2)	6.4.4	RT ²	–	–	–	–	–	–	–	–
16	Füllgrad (Prüfart 2)	6.4.5	RT ²	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 6.7: Prüfungen und Anforderungen an Zementleim und Zementsuspension

Blatt 1

	Art der Prüfung und Prüfgröße	Prüfung an	Prüfung nach Teil 4, Abschnitt	Grundprüfung			
				Prüfung	ZL Anforderung	Prüfung	ZS Anforderung
	1	2	3	4	5	6	7
1	Dichte (Komp.)	A ¹ B ² C ³	6.5.2	x	–	x	–
2	Korngrößenverteilung	Komp. A	6.5.3	x	$d_{99,9} \leq 200 \mu\text{m}$	x	$d_{95} \leq 16 \mu\text{m}$
3	Mahlfeinheit	Komp. A	6.5.4	x	$\geq 4500 \text{ cm}^2/\text{g}$	–	–
4	Glühverlust	Komp. A	6.5.4	x	–	x	–
5	Sulfatgehalt	Komp. A Komp. B Komp. C	6.5.4	x	–	x	–
6	Chloridgehalt	Komp. A, B, C	6.5.5	x	$\leq 0,1 \text{ M.-%}$	x	$\leq 0,1 \text{ M.-%}$
7	Infrarotspektrum	Komp. A, B, C	6.5.6	x ⁷	–	x ⁷	–
8	Rohdichte		6.5.7	x	–	x	–
9	Auslaufzeit t_0 t_{End}	ZL/ZS ⁴	6.5.8	x	–	x	–
10	Sedimentationsverhalten		6.5.9	x	$\leq 1 \text{ Vol.-%}$	x	$\leq 1 \text{ Vol.-%}$
11	Druckfestigkeit		6.5.10	x	$\beta_{D7} \geq 20 \text{ N/mm}^2$	x	$\beta_{D7} \geq 20 \text{ N/mm}^2$
12	Raumänderung (Absetzmaß)	ZLE/ZSE ⁵	6.5.11	x	$\leq 2 \text{ mm}$	x	$\leq 1 \text{ mm}$
13	Elektrochemische Analyse		6.5.12	x	¹⁷ nach 1 h $\leq 10 \mu\text{A/cm}^2$	x	¹⁷ nach 1 h $\leq 10 \mu\text{A/cm}^2$
14	Thermogravimetrische Analyse		6.5.13	x	–	x	–
15	Einwaage am Gebinde	Komp.	6.5.14	–	–	–	–
16	Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1) $2d$	ZLI/ZSI ^{6, 16}	6.6.3	x	$MW \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ $EW \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ ¹²	x	$MW \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ $EW \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ ¹²
	$7d$	ZLI/ZSI ^{6, 16}	6.6.3	x	$MW \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ $EW \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ ¹²	x	$MW \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ $EW \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ ¹²
17	Füllgradbestimmung im Riss (Prüfart 1)	ZLI/ZSI	6.6.4	x	$\geq 80 \%$	x	$\geq 80 \%$
18	Dichtheit (Prüfart 2)	ZLI/ZSI	6.6.6	x	dicht	x	dicht
19	Füllgrad im Riss (Prüfart 2)	ZLI/ZSI	6.6.7	x	$\geq 80 \%$	x	$\geq 80 \%$
20	Füllgrad im Hohlraum (Prüfart 3)	ZLI/ZSI	6.6.10	x	$\geq 80 \%$	x	$\geq 80 \%$
21	Druckfestigkeit im Hohlraum (Prüfart 3)	ZLI/ZSI	6.6.11	x	–	x	–

¹ A: Pulverkomponente von ZL/ZS² B: Flüssigkomponente von ZL/ZS, gegebenenfalls demineralisiertes Wasser³ C: Zusatzmittel⁴ ZL/ZS: Zementleimgemisch oder Zementsuspensionsgemisch⁵ ZLE/ZSE: erhärteter Zementleim oder erhärtete Zementsuspension⁶ ZLI/ZSI: injizierter Zementleim oder Zementsuspension⁷ Sofern organische Bestandteile enthalten sein können⁸ Für mineralische Komponenten⁹ Streubreiten (\pm) beziehen sich auf Werte der Grundprüfung

(Fortsetzung Blatt 2)

Tabelle 6.7: Prüfungen und Anforderungen an Zementleim und Zementsuspension**Blatt 2**

	Art der Prüfung und Prüfgröße	Prüfung an	Prüfung nach Abschnitt	WPK und FÜ					
				ZL			ZS		
				Häufigkeit		Anforderung ⁹	Häufigkeit		Anforderung ⁹
				WPK	FÜ		WPK	FÜ	
	1	2	3	8	9	10	11	12	13
1	Dichte (Komponente)	A ¹ B ² C ³	6.5.2	⊗	•	≤ ±3 % ≤ ±1 % ≤ ±1 %	⊗	•	≤ ±3 % ≤ ±1 % ≤ ±1 %
2	Korngrößenverteilung	Komp. A	6.5.3	⊗	•	d _{99,9} ≤ 200 µm	⊗	•	d ₉₅ ≤ 16 µm
3	Mahlfeinheit	Komp. A	6.5.4	o	o	≥ 4500 cm ² /g	—	—	—
4	Glühverlust	Komp. A	6.5.5	⊗ ¹⁴	15	≤ ±1 M.-% absolut ≤ ±20 % relativ	⊗ ¹⁴	15	≤ ±1 M.-% absolut ≤ ±20 % relativ
5	Sulfatgehalt	Komp. A	6.5.4			≤ ±1 M.-% absolut ≤ ±20 % relativ			≤ ±1 M.-% absolut ≤ ±20 % relativ
		Komp. B		⊗ ^{13, 14}	15	≤ ±5 % relativ	⊗ ^{13, 14}	15	≤ ±5 % relativ
		Komp. C				≤ ±5 % relativ			≤ ±5 % relativ
6	Chloridgehalt	Komp. A, B, C	6.5.5	o	•	≤ 0,1 M.-%	⊗	•	≤ 0,1 M.-%
7	Infrarotspektrum	Komp. A, B, C	6.5.6	⊗ ⁷	•	¹⁰	⊗ ⁷	•	¹⁰
8	Rohdichte		6.5.7	⊗	•	≤ ±3 %	⊗	•	≤ ±3 %
9	Auslaufzeit t ₀ t _{end}	ZL/ZS ⁴	6.5.8	⊗	•	±4 s ¹¹	⊗	•	±4 s ¹¹
						≤ 4 s			≤ 4 s
10	Sedimentationsverhalten		6.5.9	⊗	•	≤ 1 Vol.-%	⊗	•	≤ 1 Vol.-%
11	Druckfestigkeit		6.5.10	⊗	—	β _{D7} ≥ 20 N/mm ²	⊗	—	β _{D7} ≥ 20 N/mm ²
12	Raumänderung (Absetzmaß)	ZLE/ZSE ⁵	6.5.11	⊗	•	≤ 2 mm	⊗	•	≤ 1 mm
...									
15	Einwaage	Komp.	6.5.14	⊗	•	≤ ±2,0 M.-%	⊗	•	≤ ±2,0 M.-%
16	Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1)	ZLI/ZSI ^{6,16}	6.6.3	⊕	—	MW ≥ 1,5 N/mm ² EW ≥ 1,0 N/mm ² ¹²	⊕	—	MW ≥ 1,5 N/mm ² EW ≥ 1,0 N/mm ² ¹²
		ZLI/ZSI ^{6,16}	6.6.3	⊕	—	MW ≥ 2,0 N/mm ² EW ≥ 1,5 N/mm ² ¹²	⊕	—	MW ≥ 2,0 N/mm ² EW ≥ 1,5 N/mm ² ²

¹⁰ K.V. kein Hinweis auf Veränderungen¹¹ Prüfung bei RT, bezogen auf die gemessene Auslaufzeit bei der Grundprüfung¹² 3 Probekörper, 2-Tageswert, Feuchtezustand trocken¹³ Falls nur Zement sulfathaltig, gemäß DIN EN 197-1 und DIN 1164¹⁴ Der größere Wert ist einzuhalten.¹⁵ Stichproben nur in besonderen Fällen¹⁶ 7-Tageswert, unabhängig vom Feuchtezustand¹⁷ Keine Beanstandungen

o laufend gemäß EN 197-1 und DIN 1164, bezogen auf die Zementkomponente

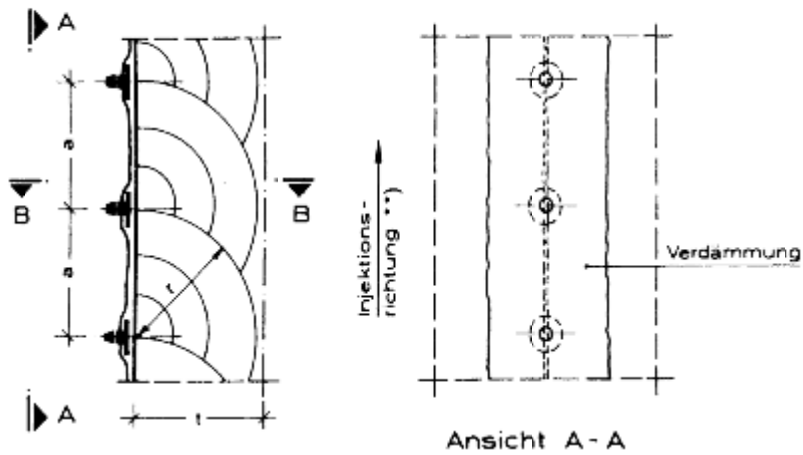
⊗ je Charge

⊕ je Charge, höchstens 6 x im Jahr statistisch verteilt. Es kann nach mindestens 6 aufeinander folgenden beanstandungslosen Prüfungen im Einvernehmen mit der Überwachungsstelle die Anzahl der Prüfungen reduziert werden.

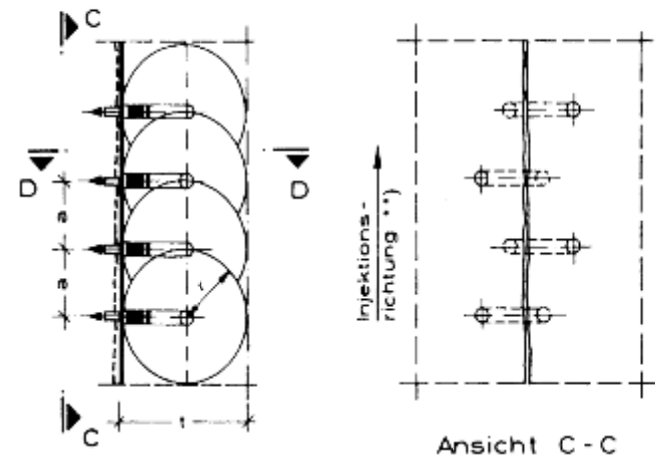
- 1 x jährlich, alles was der WPK unterliegt; 2 x jährlich Überprüfung der Berichte der WPK. Die erste Prüfung erfolgt innerhalb der ersten 6 Monate. Nach mindestens 2 aufeinander folgenden, beanstandungslosen Prüfungen darf die Überwachung einmal jährlich durchgeführt werden. Dies gilt für einzelne Komponenten. Wenn eine Beanstandung auftritt, wird die Überwachung wieder zweimal jährlich durchgeführt.

Anordnung der Packer

a) Befestigung auf der Bauteiloberfläche
(i.d.R. mit Verdämmung)



b) Befestigung in Bohrlöchern (Bohrpacker)
(i.d.R. ohne Verdämmung)



t: Wirkungszone eines Einfüllstutzens
r: Abstand der Einfüllstutzen x)

Anwendungsprinzip: wesentliche Bereiche der Rißufer müssen stets von den benachbarten Einfüllstutzen benetzbar sein

- x) Der Abstand r darf in beiden Fällen nur unwesentlich überschritten werden. Unterschreitungen in einer Größenordnung von 10 bis 15% sind unbedenklich. Bei Wirkungszone, die 60 cm wesentlich überschreiten, s. Hinweise in Abschnitt 1.6.4

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung

Ausgabe Oktober 2001

Ersatz für

Ausgabe Februar 1991 (Teil 3); bisherige Vertriebsnummer 65015

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. Nr. L 204 vom 21.07.1998, S. 37), sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb

im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin

Tel.: (0 30) 26 01-20 39 Fax: (0 30) 26 01-17 23

dafstb@din.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Teil 3 wurde inhaltlich und redaktionell überarbeitet:

- Die Aufgaben der qualifizierten Führungskraft wurden neu definiert.
- Die Regelungen für die „Ständige Baustoffprüfstelle SIB“ sind entfallen.
- Es wird nach normativen und informativen Anhängen unterschieden.

	Seite		Seite
1 Personal und Ausstattung der ausführenden Unternehmen	4	3.2.4 Prüfung der Benetzbarkeit von Betonoberflächen	9
1.1 Allgemeines	4	3.2.5 Bestimmung der Rauhtiefe	9
1.2 Personal	4	3.2.6 Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit	9
1.2.1 Allgemeine Anforderungen	4	3.2.7 Erfassung von Rissen und Hohlräumen	9
1.2.2 Qualifizierte Führungskraft	4	3.2.8 Prüfung der Verarbeitungsbedingungen	10
1.2.3 Bauleiter des Unternehmens	4	3.2.8.1 Lufttemperatur	10
1.2.4 Baustellenfachpersonal	4	3.2.8.2 Relative Luftfeuchte	10
1.3 Geräteausstattung	5	3.2.8.3 Bauteiltemperatur	10
1.4 Nachunternehmer	5	3.2.8.4 Taupunkttemperatur	11
2 Überwachung der Ausführung	5	3.3 Instandsetzungsmörtel und -betone	11
2.1 Allgemeines	5	3.3.1 Allgemeines	11
2.2 Überwachung durch das ausführende Unternehmen	5	3.3.2 Bestimmung von Betondeckung, Lage und Durchmesser der Bewehrung	11
2.2.1 Aufzeichnungen während der Ausführung	5	3.4 Oberflächenschutzsysteme	11
2.2.2 Art, Umfang und Häufigkeit	6	3.4.1 Prüfung der Dicke von Beschichtungen	11
2.3 Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle	6	3.4.2 Prüfung der Haftzugfestigkeit	11
2.3.1 Aufnahme der Überwachung	6	3.4.3 Gitterschnittprüfung mit Tape-Test	11
2.3.3 Probenahme	7	3.5 Risse und Hohlräume	12
2.3.4 Überwachungsbericht	7	Normen und weiteres Schrifttum	
2.3.5 Kennzeichnung der Baustelle	8	Anhang A Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen	13
3 Prüfverfahren	8	Anhang B Prüfverfahren	19
3.1 Allgemeines	8	Anhang C Abreissprüfung zur Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit und der Haftzugfestigkeit	20
3.2 Betonuntergrund	8	Anhang D Taupunkttabelle	22
3.2.1 Prüfung nach Augenschein	8	Anhang E Empfohlene Ausstattung der Betriebe	23
3.2.2 Prüfung des Feuchtegehaltes des Betonuntergrundes	8	Anhang F Prüfung des Feuchtegehaltes des Beton-untergrundes mit dem CM-Gerät	24
3.2.3 Prüfung von Baustoffen bzw. Bauteilen auf Wassereindringung nach Karsten	8		

1 Personal und Ausstattung der ausführenden Unternehmen

1.1 Allgemeines

(1) Für die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen werden an das ausführende Unternehmen Anforderungen bezüglich

- Personal (siehe Abschnitt 1.2),
- Geräteausstattung (siehe Abschnitt 1.3) und
- Dokumentation (siehe Abschnitte 1.2 und 2)

gestellt.

(2) Die Überwachung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ist in Abschnitt 2 geregelt.

(3) Hinweise zu den anzuwendenden Prüfverfahren enthält Abschnitt 3.

1.2 Personal

1.2.1 Allgemeine Anforderungen

Ausführen, Prüfen und Überwachen von Arbeiten nach dieser Richtlinie erfordern von dem Unternehmen den Einsatz einer qualifizierten Führungskraft, eines Bauleiters und von Baustellenfachpersonal, die mit ausreichenden Kenntnissen und Erfahrungen die ordnungsgemäße Ausführung, Überwachung und Dokumentation solcher Arbeiten sicherstellen.

1.2.2 Qualifizierte Führungskraft

(1) Die qualifizierte Führungskraft ist zuständig und verantwortlich für die Ausführung der Arbeiten auf der Baustelle sowie für die erforderlichen Prüfungen.

(2) Zu den Aufgaben der qualifizierten Führungskraft gehören u. a.

- Prüfen von Leistungsbeschreibungen im Sinne dieser Richtlinie
- Planung der Arbeitsabläufe (Arbeitsplan, siehe Teil 1, Abschnitt 1.4) auf der Grundlage der vom sachkundigen Planer erstellten Planungsunterlagen für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen
- Beurteilen der fachlichen Qualifikation des bei den Maßnahmen eingesetzten Baustellenfach- und Prüfpersonals
- Auswertung der Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen¹ und Ziehen von Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen für die weitere Durchführung der Maßnahme.

(3) Nach besonderer Vereinbarung können zu den Aufgaben der qualifizierten Führungskraft auch Aufgaben des sachkundigen Planers gehören.

1.2.3 Bauleiter des Unternehmens

(1) Die Ausführung nach dieser Richtlinie ist von einem Bauleiter oder einem fachkundigen Vertreter des Bauleiters zu leiten.

(2) Der Bauleiter sorgt für die sichere und planmäßige Ausführung der Arbeiten, insbesondere über die Aufgaben nach DIN 1045 hinaus u. a. für

- das Anzeigen der Instandsetzungsmaßnahme bei der Überwachungsstelle
- das Veranlassen der Überwachung gemäß Abschnitt 2
- die Verwendung der vorgesehenen Baustoffe mit den geforderten Übereinstimmungsnachweisen
- das Einhalten und die Sicherstellung der technischen Bedingungen für die Ausführung entsprechend dem Arbeitsplan
- das Übergeben der Ergebnisse der Überwachung durch das ausführende Unternehmen an die Überwachungsstelle.

1.2.4 Baustellenfachpersonal

(1) Auf jeder Baustelle muss ein geschulter, insbesondere handwerklich ausgebildeter Fachmann des Unternehmens ständig anwesend sein, der je nach Umfang, Art und Schwierigkeitsgrad der Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme betontechnische und entsprechende andere baustofftechnische Kenntnisse, Fertigkeiten und praktische Erfahrung besitzt. Die Befähigung für Arbeiten nach dieser Richtlinie muss der Überwachungsstelle durch eine entsprechende Bescheinigung nachgewiesen werden².

(2) Das Unternehmen hat nachzuweisen, dass das maßgebende Baustellenfachpersonal in Abständen von höchstens drei Jahren über Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen so unterrichtet und geschult wird, dass es in der Lage ist, alle Maßnahmen für eine ordnungsgemäße Durchführung der Instandsetzungsmaßnahme einschließlich der Prüfungen und der Überwachung durch das ausführende Unternehmen zu treffen.

¹ Löst den Begriff „Eigenüberwachung“ ab.

² Dieser Nachweis kann derzeit nur durch die Bescheinigung des Ausbildungsbeirates „Verarbeiten von Kunststoffen im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein e. V. geführt werden.

(3) Zu den Aufgaben des Baustellenfachpersonals gehören u. a.

- praktisches Durchführen der Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach vorgegebenen Planungs- und Ausführungsunterlagen, z. B. Arbeitsplan, Angaben zur Ausführung
- Festlegen und Überwachen der ggf. dem übrigen Baustellenpersonal übertragenen Arbeiten
- Anleiten des übrigen mit der Durchführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen beauftragten Baustellenpersonals und/oder der Nachunternehmer und Überprüfen deren handwerklicher Fertigkeiten
- Durchführen der im Rahmen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen erforderlichen Prüfungen sowie Aufzeichnen und Auswerten der Ergebnisse im Hinblick auf den weiteren Arbeitsablauf.

1.3 Geräteausstattung

(1) Für die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten müssen auf der Baustelle diejenigen Geräte und Einrichtungen funktionsfähig vorhanden sein, die eine ausreichende Vorbereitung des Betonuntergrundes, eine fachgerechte Ausführung der Arbeiten sowie die Ermittlung der geforderten Eigenschaften der Baustoffe und die Überprüfung der Arbeitsergebnisse ermöglichen. Dies sind insbesondere Einrichtungen und Geräte (siehe Anhang E) für das

- Lagern der Baustoffe
- Behandeln des Betonuntergrundes
- Abmessen der Ausgangsstoffe
- Mischen der Ausgangsstoffe
- Verarbeiten und Nachbehandeln
- Messen und Prüfen.

(2) Die erforderliche Geräteausstattung richtet sich nach der Instandsetzungsmaßnahme.

(3) Alle Geräte und Einrichtungen sind vor Beginn der ersten Anwendung und dann in angemessenen Zeitabständen auf ihr einwandfreies Arbeiten zu überprüfen.

1.4 Nachunternehmer

Sofern das Unternehmen Nachunternehmer beauftragt, muss das beauftragende Unternehmen dafür sorgen, dass die Anforderungen nach den Abschnitten 1.1 bis 1.3 erfüllt werden.

2 Überwachung der Ausführung¹

2.1 Allgemeines

Für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ist immer eine Überwachung durch das ausführende Unternehmen (siehe Abschnitt 2.2) erforderlich. Ist die Instandsetzungsmaßnahme nach Maßgabe des sachkundigen Planers für die Erhaltung der Standsicherheit erforderlich, ist darüber hinaus eine „Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle“² (siehe Abschnitt 2.3) durchzuführen.

2.2 Überwachung durch das ausführende Unternehmen

2.2.1 Aufzeichnungen während der Ausführung

(1) Bei Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind entsprechend ihrer Art und ihrem Umfang auf der Baustelle fortlaufend prüfbare Aufzeichnungen über alle für die Güte und Dauerhaftigkeit wichtigen Angaben, z. B. auf Vordrucken (Bautagebuch), vom Bauleiter, seinem Vertreter oder vom Baustellenfachpersonal zu führen. Sie müssen mindestens folgende Angaben enthalten (siehe auch Normenreihe DIN 1045):

- Beginn und Ende der einzelnen Arbeiten
- Witterungsverhältnisse, Lufttemperatur, erforderlichenfalls Luftfeuchte, Temperatur der Stoffe zur Zeit der Ausführung der einzelnen Bauabschnitte bis zur ausreichenden Erhärtung. Tage, an denen die Verarbeitungsbedingungen (z. B. infolge Frost, Regen) nicht erfüllt werden, sind dabei besonders zu vermerken
- erforderlichenfalls Temperaturen und Feuchte der Bauteile
- verarbeitete Stoffe
- Lieferwerk und Lieferschein, Chargennummer und Angabe des Einbauorts der Charge
- Dokumentation der Arbeitsabläufe und Überprüfungen gemäß Arbeitsanweisungen und Angaben zur Ausführung
- Funktionsfähigkeit der verwendeten Einrichtungen
- hergestellte Probekörper mit ihren Bezeichnungen (mit Chargennummer des Stoffes), dem Tag der Herstellung und Angabe der einzelnen Bauteile bzw. Bauabschnitte, für die der zugehörige Baustoff verwendet wurde, das Datum und die Prüf-

¹ Löst den Begriff „Fremdüberwachung“ ab.

² Die anerkannten Überwachungsstellen sind dem Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen, Teil V, zu entnehmen (DIBt-Mitteilungen).

ergebnisse und die geforderten Eigenschaften

- Prüfung des Betonuntergrundes und ggf. von Zwischenschichten und das Ergebnis mit Bauteilzuordnung
- Maßnahmen bei Unterschreitung der Anforderungen
- Namen des ausführenden und überwachenden Baustellenfachpersonals.

(2) Die Aufzeichnungen müssen auf der Baustelle verfügbar sein. Sie sind ebenso wie die Lieferscheine dem mit der Überwachung Beauftragten auf Verlangen vorzulegen und nach Abschluss der Arbeiten entsprechend der Gewährleistungszeit, mindestens jedoch fünf Jahre, vom Unternehmen aufzubewahren.

(3) Ist die Standsicherheit betroffen, sind darüber hinaus

- die Aufzeichnungen dem Beauftragten der Überwachungsstelle auf Verlangen vorzulegen,
- nach Beendigung der Arbeiten die Ergebnisse wichtiger Prüfungen im Rahmen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen der Überwachungsstelle auf Anforderung zu übergeben.

2.2.2 Art, Umfang und Häufigkeit

(1) Die Durchführung der Überwachung durch das ausführende Unternehmen hat der Bauleiter zu veranlassen und zu kontrollieren.

(2) Mit der Überwachung durch das ausführende Unternehmen darf das Unternehmen keine Prüf- oder Überwachungsstelle beauftragen, die auch einen seiner Zulieferer überwacht.

(3) Art, Umfang und Häufigkeit der Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen sind in Anhang A festgelegt, soweit sie nicht in der Normenreihe DIN 1045 oder in DIN 18551 vorgeschrieben sind.

(4) In Zweifelsfällen sind auch solche Prüfungen durchzuführen, die nicht regelmäßig gefordert werden (z. B. Eigenschaften der Ausgangsstoffe, deren Zusammensetzung, Eignung von Ausführungs- und Prüfverfahren). Zuständig für die Festsetzung ist die qualifizierte Führungskraft.

(5) Änderungen von Umfang und Häufigkeit der Prüfungen nach Anhang A dürfen nur in Abstimmung mit dem sachkundigen Planer und der Überwachungsstelle festgelegt werden; sie sind zu dokumentieren. Dies gilt sinngemäß auch für die Art der

Prüfungen, wenn nachgewiesen ist, dass die abweichenden Prüfverfahren mindestens gleichwertig sind.

(6) Nach ungenügenden Prüfergebnissen sind vom Unternehmen die Ursachen festzustellen. Sind die Ursachen auf die Gegebenheiten des Bauwerkes zurückzuführen, ist der sachkundige Planer zur Festlegung weiterer Maßnahmen hinzuzuziehen.

(7) Stoffe, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind auszusondern und als ungeeignet zu kennzeichnen.

(8) Betriebliche Einrichtungen, die den Anforderungen nicht genügen, sind als ungeeignet zu kennzeichnen; sie dürfen nicht benutzt werden.

2.3 Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle¹

2.3.1 Aufnahme der Überwachung

(1) Vor Aufnahme der Überwachung hat die Überwachungsstelle zu prüfen, ob die personelle und gerätemäßige Ausstattung eine ordnungsgemäße Ausführung erwarten lässt.

(2) Bei kleineren bzw. zeitlich kürzeren Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen darf von einer Überprüfung der Baustelle durch eine Überwachungsstelle abgesehen werden, sofern die Standsicherheit nach Maßgabe des sachkundigen Planers nicht betroffen ist (s. Abschnitt 2.1). Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen an Betonflächen < 50 m² sowie Rissverfüllungen < 20 m Gesamtlänge.

(3) Der Überwachungsstelle sind bei Maßnahmen nach dieser Richtlinie vor Beginn der Arbeiten vom Unternehmen schriftlich anzuzeigen:

- Bezeichnung der Baustelle, qualifizierte Führungskraft, Bauleiter, Baustellenfachpersonal
- Art und Umfang der auszuführenden Maßnahmen
- Art und Menge der vorgesehenen Baustoffe
- der beabsichtigte Beginn und das voraussichtliche Ende der Arbeiten
- ggf. beauftragte Prüfstelle für die Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- bei längerer Unterbrechung ist der Wiederbeginn der Arbeiten anzuzeigen.

2.3.2 Durchführung der Überwachung

(1) Jede angezeigte Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme ist im Regelfall ohne vorherige Ankündigung mindestens einmal zu überprüfen. Bei länger

¹ Löst den Begriff „Fremdüberwachung“ ab.

dauernden Maßnahmen sind weitere Überprüfungen in angemessenen Zeitabständen durchzuführen. Die Häufigkeit der Überprüfungen liegt im pflichtgemäßen Ermessen der Überwachungsstelle und richtet sich nach ihren Feststellungen und den Ergebnissen der Überwachung. Dabei sind die Zuverlässigkeit der Überwachung durch das ausführende Unternehmen sowie die besonderen Anforderungen an die Ausführung und an die Stoffe und Stoffsysteme zu berücksichtigen.

(2) Im Rahmen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen festgestellte und unverzüglich behobene Mängel sind nicht zu beanstanden.

(3) Bei wesentlichen Beanstandungen ist eine Wiederholungsprüfung durchzuführen.

(4) Der Beauftragte der Überwachungsstelle hat in die Ausführungsunterlagen und Aufzeichnungen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen gemäß Abschnitt 2.2.1 Einblick zu nehmen, unter anderem in

- das Bautagebuch
- die Prüfprotokolle (Prüfhäufigkeit und Ergebnisse) und die Unterlagen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- die Ausführungsunterlagen, ggf. Leistungsverzeichnis und die Arbeitsanweisungen
- die Eignungs- und Übereinstimmungsnachweise sowie die vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung
- die Lieferscheine
- die Mischanweisungen bei Verwendung von auf der Baustelle hergestellten Stoffen
- die Aufzeichnungen zu den Funktionskontrollen der eingesetzten Maschinen und Geräte.

(5) Der Beauftragte der Überwachungsstelle hat, soweit möglich, die Durchführung der Instandsetzungsmaßnahmen zu überprüfen. Er muss in begründeten Zweifelsfällen bei der Überprüfung die in dieser Richtlinie festgelegten Probenahmen und Prüfungen durchführen oder durchführen lassen. Im Regelfall sind zu überprüfen:

- Beschaffenheit und Lagerung der Baustoffe
- Beschaffenheit der verwendeten Maschinen und Geräte und deren Funktionsfähigkeit
- Durchführung der Arbeiten nach vorgegebenen Arbeitsplänen (siehe Teil 1, Abschnitt 1.4) und Angaben zur Ausführung

- Eignung und Unterrichtung des Baustellenfachpersonals.

2.3.3 Probenahme

(1) Proben sind im Regelfall auf der Baustelle nach statistischen Grundsätzen durch die Überwachungsstelle zu entnehmen.

(2) Jede Probe ist unverwechselbar zu kennzeichnen.

(3) Über die Entnahme ist von der Überwachungsstelle ein Protokoll anzufertigen, abzuzeichnen und von der auf der Baustelle aufsichtsführenden Person gegenzuzeichnen. Das Protokoll muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Unternehmen und Baustelle
- Beschreibung des Stoffes
- Anzahl oder Menge der Proben, Entnahmeort und Kennzeichnung
- Ort und Datum
- Unterschriften.

2.3.4 Überwachungsbericht

(1) Die Feststellungen bei der Überwachung und deren Auswertungen sind in einem Überwachungsbericht zu dokumentieren. Dieser Bericht muss mindestens enthalten:

- Unternehmen, Baustelle und qualifizierte Führungskraft
- Kurzbeschreibung der Instandsetzungsmaßnahme
- die Namen der qualifizierten Führungskraft, des Bauleiters und des Baustellenfachpersonals
- Angaben zu Stoffen und Anforderungen
- Feststellungen zur gerätemäßigen Ausstattung
- Feststellungen zu Art und Durchführung der durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen
- Feststellungen zur Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- Bewertung der Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- ggf. Angaben über Probenahmen
- Ergebnisse der bei der Überwachung durchgeführten Prüfungen
- Datum der Überwachung, Stempel und Unterschrift des Leiters der Überwachungsstelle.

(2) Die Überwachungsberichte sind beim Unternehmen und bei der Überwachungsstelle mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

2.3.5 Kennzeichnung der Baustelle

Baustellen, die nach dieser Richtlinie überwacht werden, sind an deutlich sichtbarer Stelle mindestens mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- ÜBERWACHT
- DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen
- Name und Anschrift der anerkannten Überwachungsstelle (ggf. mit Symbol).

3 Prüfverfahren

3.1 Allgemeines

Anhang B enthält eine Übersicht über die bei der Ausführung anzuwendenden Prüfverfahren und einzelne Prüfverfahren, die bei der Planung durchzuführen sind.

3.2 Betonuntergrund

3.2.1 Prüfung nach Augenschein

(1) Die Oberfläche ist visuell zu prüfen auf das Vorhandensein von

- erhärteter Zementschlämme, Fehlstellen (z. B. Kiesnester), Graten und Unebenheiten
- Ausblühungen und Aussinterungen
- Abmehlung, Absandung und Staub
- losen Teilen und Betonabplatzungen (z. B. über der Bewehrung)
- Feuchtigkeit
- Bewuchs, z. B. Flechten, Moose, höhere Pflanzen
- Verunreinigungen durch Fremdstoffe, wie z. B. Öl, Fett, Paraffin, Gummiabrieb, Trennmittel, Nachbehandlungsmittel und Reste von Altbeschichtungen
- Ablösung und Abwitterung der Feinmörtelschicht
- freiliegendem „Kernbeton“, z. B. nach Flammstrahlen
- Rissen (Rissbreite und Erscheinungsform).

(2) Oberflächennahe Hohlstellen können durch Klangunterschiede beim Abklopfen festgestellt werden.

3.2.2 Prüfung des Feuchtegehaltes des Betonuntergrundes

(1) Die Beurteilung der Feuchte des Betonuntergrundes ist bei Planung und Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach dieser Richtlinie für das Erreichen des Instandsetzungsziels wesentlich.

(2) Für die Anwendung von Oberflächenschutzsystemen sowie Instandsetzungsmörteln und -betonen sind in Teil 2, Abschnitt 2.2.5, die Zustände „trocken“, „feucht“ und „nass“ definiert.

(3) Notwendig für die genannten Applikationen ist die Kenntnis des Feuchtegehaltes des Betonuntergrundes. Dazu ist ein geeignetes der nachfolgend beschriebenen Prüfverfahren (vgl. auch Anhang B, Zeile 10) anzuwenden.

(4) Einen Hinweis auf das Vorhandensein von Betonfeuchte oberhalb des Zustandes „trocken“ gemäß Teil 2, Abschnitt 2.2.5, kann das Erwärmen der Oberfläche bzw. einer rd. 2 cm tiefen, frisch hergestellten Bruchfläche mit einem Warmluftgebläse liefern. Feuchte Betone werden dabei deutlich heller.

(5) Eine quantitative Bestimmung des Feuchtegehaltes des Betons darf näherungsweise mit dem CM-Gerät durchgeführt werden (s. Anhang F).

(6) Andere Prüfmethode zur Bestimmung des Feuchtegehaltes von Beton sind zulässig, wenn deren Ergebnisse mindestens die gleiche Aussagekraft haben.

(7) Für das Füllen von Rissen ist Abschnitt 3.2.8, Absatz (9), zu beachten.

3.2.3 Prüfung von Baustoffen bzw. Bauteilen auf Wassereindringung nach Karsten

(1) Die Prüfung auf Wassereindringung mit dem Wassereindringprüfgerät nach Karsten gibt einen Aufschluss über das Verhalten eines Baustoffes bzw. Bauteils gegenüber einer Wassereinwirkung, indem die je Zeiteinheit in den B bei Prüfbeginn lufttrockenen B Baustoff eingedrungene Wassermenge erfasst wird.

(2) Die Anwendung dieses Prüfverfahrens erfordert erfahrenes Prüfpersonal (z. B. einer Prüfstelle) und ist auf Baustellen nur in Sonderfällen sinnvoll (vgl. Anhang B, Zeile 11).

3.2.4 Prüfung der Benetzbarkeit von Betonoberflächen

(1) Das Verfahren soll Hinweise zur Beurteilung der Saugfähigkeit von Betonoberflächen liefern.

(2) Die Benetzbarkeit einer Betonoberfläche wird durch Aufspritzen von Wasser und Bewertung des Abperleffektes (nicht, schwach oder ausgeprägt abperlend) geprüft.

(3) Der Abperleffekt erlaubt im Regelfall jedoch keine genügend sichere Beurteilung der Wirksamkeit von Imprägnierungen. Die Anwendung des Verfahrens bleibt daher auf Sonderfälle beschränkt.

3.2.5 Bestimmung der Rautiefe

(1) Die Rauhtiefe wird im Regelfall mit dem Sandflächenverfahren festgestellt. Andere Verfahren sind zulässig.

(2) Das Sandflächenverfahren dient der Bestimmung der mittleren Rautiefe auf einer horizontalen Oberfläche. Die Prüfung ist nach Abschluss der Vorbereitung des Betonuntergrundes durchzuführen. Eine definierte Sandmenge (Volumen V) wird auf der zu prüfenden Oberfläche kreisförmig so verteilt, dass die Vertiefungen gerade gefüllt sind. Die mittlere Rautiefe R_t ist definiert als Höhe des gedachten Zylinders mit dem Durchmesser d und dem Sandvolumen V.

(3) An Geräten und Hilfsmitteln sind erforderlich:

- Gefäß mit bekanntem Hohlraumgehalt V, zwischen 25 cm³ und 50 cm³
- trockener Quarzsand, Körnung 0,1 bis 0,3 mm
- runde Hartholzscheibe (Ø 50 mm, Dicke 10 mm) mit einem als Griff dienenden Zapfen in der Mitte der Oberseite
- Maßstab.

(4) Die Lage der Messstellen muss so gewählt werden, dass die Prüfergebnisse repräsentativ für den Prüfbereich (Bauwerksteil) sind. Je Prüfbereich sind mindestens 3 Messstellen vorzusehen.

(5) Die Prüfung ist wie folgt durchzuführen und auszuwerten:

- Gefäß mit Quarzsand füllen und den Inhalt auf die trockene und saubere Oberfläche schütten
- den Sand mit der Scheibe durch spiralförmig sich erweiternde Kreisbewegungen in die Vertiefungen der Oberfläche ohne Druck einreiben, bis die Ver-

tiefungen gerade gefüllt sind

- Durchmesser des Kreises messen.

(6) Die mittlere Rautiefe R_t (mm) ergibt sich für das Sandvolumen V (cm³) und den Durchmesser d (cm) des etwa kreisförmig verteilten Sandes zu

$$R_t = \frac{40 \cdot V}{\pi \cdot d^2} \quad (\text{mm})$$

(7) Die so ermittelte Rautiefe in mm ist im Prüfbericht anzugeben.

3.2.6 Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Unter der Oberflächenzugfestigkeit versteht man die auf eine definierte Prüffläche bezogene, rechtwinklig zur Ebene des vorbereiteten Betonuntergrundes wirkende Zugkraft, die erforderlich ist, um einen Kohäsionsbruch des Betonuntergrundes zu erzeugen.

(2) Die Beschreibung des Prüfverfahrens ist im Anhang C enthalten.

(3) Werden bei der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit Einzelwerte unterhalb des kleinsten zulässigen Einzelwertes gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung etwa bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Bleibt der Wert bestehen, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

3.2.7 Erfassung von Rissen und Hohlräumen

(1) Beim Erfassen von Rissen und Hohlräumen ist so zu verfahren, dass eine sachgerechte Beurteilung der Notwendigkeit und der Art des Füllens vorgenommen werden kann.

(2) Zu den Rissmerkmalen (vgl. Teil 2, Abschnitt 6, Tab. 6.1) zählen:

- Rissart (oberflächennahe Risse/Trennrisse)
- Rissverlauf
- Rissbreite
- Rissbreitenänderung
- Zustand der Risse/Rissflanken (Feuchtezustand einschließlich Verschmutzung/Aussinterung)
- vorangegangene Maßnahmen.

Die vorgefundenen Rissmerkmale lassen unter Berücksichtigung der Bauteilbeanspruchung Rückschlüsse auf die Rissursachen zu.

(3) Die wichtigsten Rissmerkmale (Rissbreiten und Rissbreitenänderungen) sind bei Bauwerken im Freien witterungsbedingten Einflüssen unterworfen. Daher sind außer der Erfassung der Rissmerkmale weitere Angaben zu machen:

- Datum, Uhrzeit
- Lufttemperatur, Bewölkung/Niederschläge
- Bauteiltemperatur im untersuchten Bereich (Bauteiloberfläche und erforderlichenfalls im Bauteilinneren).

(4) Die Rissbreiten sind in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Hierzu genügt die Verwendung eines Rissbreitenmaßstabs.

(5) Rissbreitenänderungen lassen sich mit Methoden unterschiedlicher Genauigkeit erfassen:

- Risslupe
Die Rissbreite kann mit einer Genauigkeit von 0,01 mm gemessen werden. Durch mehrfache Ablesung lassen sich langsame Rissbreitenänderungen auch langfristig verfolgen. Als Hilfsmittel können auf gut vorbereiteten Betonflächen Gipsmarken aufgebracht werden.
- Wegmessgeräte
Diese auf mechanischem oder elektrischem Prinzip beruhenden Methoden können nur von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal angewandt werden. Hierbei können auch sehr kurzzeitig eintretende Änderungen (Verkehrseinflüsse) mit einer Genauigkeit von 0,001 mm registriert werden.

(6) Bauwerke, die der direkten Bewitterung ausgesetzt sind, zeigen Rissbreitenänderungen im Tagesverlauf. Die täglichen Rissbreitenänderungen werden überlagert von langzeitigen Änderungen (im Jahresverlauf) und den kurzzeitigen Änderungen (z. B. aus Verkehrsbelastung).

(7) Die Messzeiträume sollten so gewählt werden, dass aus den Ergebnissen ausreichende Rückschlüsse auf die zu erwartenden kurzzeitigen und täglichen Rissbreitenänderungen zum vorgesehenen Zeitpunkt der Rissfüllung möglich sind. Bei verkehrsbedingten Rissbreitenänderungen sind die Besonderheiten des Verkehrs anzugeben und bei der Bewertung der Messergebnisse zu berücksichtigen.

(8) Hohlräume sind hinsichtlich Lage und Ausmaß z. B. durch Abklopfen, Endoskopie, Impuls-Echo-Verfahren oder Bohrkerne zu erfassen. Die Durchgängigkeit für den Füllstoff ist zu beurteilen. Wenn die Sichtprüfung kein sicheres Ergebnis liefert,

können Probeinjektionen mit Wasser durchgeführt werden.

(9) Der Feuchtezustand der Risse und Hohlräume ist festzustellen und zu beurteilen. Zu unterscheiden ist „trocken“, „feucht“, „drucklos wasserführend“ und „unter Druck wasserführend“ (vgl. Teil 2, Abschnitt 6, Tab. 6.2).

(10) An Bohrkernen lassen sich Rissart, Zustand der Risse/Rissflanken und vorangegangene Maßnahmen feststellen. Bohrkernentnahmen stellen stets Störungen dar und sind daher auf Ausnahmefälle, ggf. mit geringem Durchmesser (50 mm), zu beschränken.

3.2.8 Prüfung der Verarbeitungsbedingungen

3.2.8.1 Lufttemperatur

(1) Zum Messen der Lufttemperatur dürfen handelsübliche Thermometer verwendet werden. Die Ablesegenauigkeit soll mindestens 1 K betragen.

(2) Bei stark schwankenden Temperaturen sollen selbstschreibende Geräte eingesetzt werden.

(3) Die Messungen sollen in unmittelbarer Nähe zur Bauausführung durchgeführt werden.

(4) Der Temperaturfühler darf nicht direkt von der Sonne beschienen werden.

3.2.8.2 Relative Luftfeuchte

(1) Zum Messen der relativen Luftfeuchte dürfen folgende Geräte verwendet werden:

- Haarhygrometer
- Digitalhygrometer
- Hygrographen.

(2) Die Geräte sind vor Beginn der Arbeiten zu kontrollieren und falls erforderlich zu justieren.

(3) Die Messgeräte dürfen nicht direkt von der Sonne beschienen werden.

3.2.8.3 Bauteiltemperatur

(1) Für die Messung sind Thermometer mit Kontaktfühler bzw. Infrarotthermometer zu verwenden.

(2) Die Messungen der Oberflächentemperatur sind an den zu bearbeitenden Bauteilen durchzuführen. Die Zeitabstände der Messungen sind so zu wählen, dass drohende Unterschreitungen der Taupunkttemperatur rechtzeitig festgestellt werden können.

(3) Messungen der Temperatur im Inneren von Bauteilen sind in Bohrlöchern von ca. 8 mm Durchmesser und mindestens 50 mm Tiefe durchzuführen. Die Bohrlöcher müssen an den Bauteiloberflächen wärmedämmend abgedichtet werden.

3.2.8.4 Taupunkttemperatur

(1) Die Taupunkttemperatur kann dem Anhang D für die gemessenen Werte von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte entnommen werden.

(2) Die ermittelte Taupunkttemperatur ist mit der Bauteiltemperatur zu vergleichen.

3.3 Instandsetzungsmörtel und -betone

3.3.1 Allgemeines

Im Regelfall sind bei Instandsetzungsmaßnahmen unter Verwendung von werksgemischten Stoffen zusätzlich zu den in den Anhängen A und B angegebenen Prüfungen im Rahmen der Ausführung nur in begründeten Ausnahmefällen erforderlich. Sie sind vom sachkundigen Planer vorzugeben. In diesem Fall sind die Prüfungen in Anlehnung an DIN 1045, DIN EN 197-1 und DIN 1164, DIN 18551 sowie Teil 2, Abschnitt 4, und Teil 4 dieser Richtlinie durchzuführen.

3.3.2 Bestimmung von Betondeckung, Lage und Durchmesser der Bewehrung

(1) Betondeckung, Lage und Durchmesser der Bewehrung sind zerstörungsfrei mit einem elektronischen Prüfgerät zu messen und zu protokollieren. Für die Handhabung des Gerätes ist die Betriebsanleitung maßgebend. Die Genauigkeit des Gerätes ist zu überprüfen, z. B. neben bereits freiliegender oder örtlich freizulegender Bewehrung.

(2) Eine zerstörende Messung der Betondeckung sollte die Ausnahme sein.

3.4 Oberflächenschutzsysteme

3.4.1 Prüfung der Dicke von Beschichtungen

(1) Die Dicke der Beschichtung ist sowohl über den Verbrauch pro Flächeneinheit unter Berücksichtigung der Rautiefe als auch über die Messung der Nassschichtdicke zu ermitteln.

(2) Nicht zerstörungsfreie Prüfungen sind auf Ausnahmefälle zu beschränken.

(3) In begründeten Fällen, z. B. bei Unregelmäßigkeiten während der Ausführung, sollen Bohrkern kleinen Durchmessers (50 mm oder kleiner) entnommen werden. Durch den Bohrvorgang örtlich eingetretene Veränderungen der Schichtdicke sind zu beachten und gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen zu entfernen. Die Schichtdicke wird an der Mantelfläche mit Hilfe einer Messlupe oder eines Messmikroskops bestimmt.

(4) Zur genauen Ermittlung dünner Schichtdicken und von Einzelschichtdicken mehrschichtiger Systeme sind Schrägschliffe erforderlich. Dazu ist ein Fachlabor einzuschalten.

3.4.2 Prüfung der Haftzugfestigkeit

(1) Unter der Haftzugfestigkeit versteht man die auf eine definierte Prüffläche bezogene, rechtwinklig zur Beschichtungsebene wirkende Zugkraft, die erforderlich ist, um eine Beschichtung vom Untergrund oder einzelnen Schichten voneinander zu trennen. Das Prüfverfahren ist im Anhang C beschrieben.

(2) Die Haftzugfestigkeit wird im Regelfall vor dem Auftragen der letzten Lage geprüft.

3.4.3 Gitterschnittprüfung mit Tape-Test

(1) Die zu prüfende Beschichtung (Maximalschichtdicke 500 µm) und deren Untergrund sollen weitgehend glatte Oberflächen besitzen. Strukturschalungen und sägeraue Holzschalungen ohne Spachtelung sind ungeeignet.

(2) An jeder Messstelle werden mit dem Einschneidergerät a) nach DIN EN ISO 2409 (scharfes Messer mit Abbrechklinge) je 4 senkrecht aufeinander stehende Schnitte angebracht, so dass ein Gitter mit 9 Quadraten entsteht. Der Abstand der parallelen Schnitte soll 4 mm betragen. Die Messstelle wird mit bloßem Auge nach den Gitterschnitt-Kennwerten (DIN EN ISO 2409) beurteilt.

(3) Anschließend wird ein 25 mm breites, transparentes Selbstklebeband (Klebekraft (10 ± 1) N nach IEC 454-2) blasenfrei mit möglichst gleichmäßigem Druck auf das bei der Gitterschnittprüfung erhaltene Gitter gebracht und nach rd. 5 min ruckartig abgerissen (Tape-Test).

(4) Anschließend wird die Messstelle erneut beurteilt. Falls vereinbart, kann die Beurteilung mittels einer Leuchtlupe durchgeführt werden.

(5) Für Dokumentationszwecke ist zu empfehlen, die Klebebandstreifen aus dem Tape-Test auf Klar-sichtfolie aufzubringen und eindeutig den Messstellen zuzuordnen.

3.5 Risse und Hohlräume

(1) Maßnahmen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen sind vorab vom sachkundigen Planer aufgrund der vorgefundenen Rissmerkmale (vgl. Abschnitt 3.2.8), des Instandsetzungsziels und der Eigenschaften des Füllstoffes und des Füllgerätes zu beurteilen. Der sachkundige Planer ist auch an der Festlegung der nachfolgend beschriebenen Prüfverfahren zu beteiligen.

(2) Das Füllen von Rissen und Hohlräumen darf nur innerhalb füllstoff- und füllartspezifischer Anwendungsbedingungen (siehe Teil 2, Abschnitt 6, Tab. 6.3 und 6.4) ausgeführt werden. Deren Einhaltung ist erforderlichenfalls durch Messung zu überprüfen. Die Angaben zur Ausführung sind einzuhalten.

(3) Sollen in wichtigen Fällen die Vollständigkeit der Füllung nach einer Injektion und/oder die Aushärtung des Rissfüllstoffes zuverlässig überprüft werden, so

darf dies nur durch Entnahme von Bohrkernen erfolgen.

(4) Die an der Mantelfläche des Bohrkerns sichtbaren Risse mit Breiten $> 0,1$ mm müssen eine Füllung von mindestens 80 % (Füllgrad) aufweisen.

(5) Die Bohrkernne kleinen Durchmessers (≤ 50 mm) sind aus charakteristischen Bereichen zu entnehmen. Messungen an der Mantelfläche des Bohrkerns können mit Hilfe einer Messlupe oder eines Mikroskops durchgeführt werden.

(6) Soll in begründeten Ausnahmefällen die Fülltiefe von Rissen nach einer Tränkung überprüft werden, so darf dies ebenfalls nur durch zerstörende Prüfung, z. B. durch Entnahme von Bohrkernen, erfolgen.

(7) Durch Tränkung müssen Risse mindestens bis zu einer Tiefe von 5 mm bzw. der 15fachen Rissbreite (der größere Wert ist maßgebend) gefüllt werden.

Normen und weiteres Schrifttum

DIN 459-1	Baustoffmaschinen - Mischer für Beton und Mörtel – Teil 1: Begriffe, Leistungsermittlung, Größen
DIN 459-2	Baustoffmaschinen - Mischer für Beton und Mörtel – Teil 2: Verfahren zur Prüfung der Mischwirkung von Betonmischern
DIN 1045	Beton und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung
DIN 1048-5	Prüfverfahren für Beton; Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper
DIN 1164	Zement mit besonderen Eigenschaften
DIN 18 551	Spritzbeton; Herstellung und Güteüberwachung
DIN 32 539	Flammstrahlen von Stahl- und Betonoberflächen (Ausgabe:1998-07)
DIN 50 986	Messung von Schichtdicken; Keilschnitt-Verfahren zur Messung der Dicke von Anstrichen und ähnlichen Schichten
DIN 50 922	Korrosion der Metalle; Untersuchung der Beständigkeit von metallischen Werkstoffen gegen Spannungsrisskorrosion; Allgemeines
DIN EN 197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN 197-2	Zement – Teil 2: Konformitätsbewertung
DIN EN 12350-1	Prüfung von Frischbeton – Teil 1: Probenahme
DIN EN 12350-2,	Prüfung von Frischbeton – Teil 2: Setzmaß
DIN EN 12350-3,	Prüfung von Frischbeton – Teil 3: Vebe-Prüfung
DIN EN 12350-4,	Prüfung von Frischbeton – Teil 4: Verdichtungsmaß
DIN EN 12350-5,	Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß
DIN EN 12350-6,	Prüfung von Frischbeton – Teil 6: Frischbetonrohichte
DIN EN 12350-7,	Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalte – Druckverfahren
DIN EN ISO 2409	Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung (ISO 2409:1992); Deutsche Fassung EN ISO 2409:1994
DIN ISO 565	Analysensiebe – Metalldrahtgewebe, Lochplatte und elektrogeformte Siebfolien – Nennöffnungsweiten (ISO 565:1990)
DBV-Merkblatt	Anwendung von Reaktionsharzen im Betonbau, Teil 2: Untergrund.
DBV-Merkblatt	Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau.
DAfStb-Heft 401	Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton
DAfStb-Heft 422	Prüfung von Beton – Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048
DGZfP-Merkblatt B4	für das Ultraschall-Impuls-Verfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung mineralischer Baustoffe und Bauteile, 1999, 18 S.

Anhang A (normativ) Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen Blatt 1

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Betonuntergrund												
1	Arbeitsplan (Anweisung für die Vorbereitung des Betonuntergrundes)	Vergleich mit den Erfordernissen	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	vor Beginn der Arbeiten
2	Betonuntergrund	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	x	x	-	Eignung des Betonuntergrundes für die vorgesehene Maßnahme	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten
3		Rautiefe	-	-	-	-	-	x	-	-	Wert ermitteln für Schichtdickenzuschlag	Bestimmung nach Abschnitt 3.2.5 oder Einstufung gemäß Begriffsdefinition der Rautiefe in Teil 1; Häufigkeit wie in Zeile 4
4		Oberflächenzugfestigkeit	x	x	x	x	x	x	-	-	Eignung hinsichtlich der Oberflächenzugfestigkeit gemäß Teil 2, Abschnitt 2, Tabelle 2.3	> 50 m ² : 3 Einzelprüfungen; > 250 m ² : 3 Einzelprüfungen je angefangene 250 m ²
5		Feuchte	x	x	x	x	x	x	x	-	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen
6		Temperatur	x	x	x	x	-	-	x	-	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	arbeitsmäßig, vor Beginn der Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen
7			-	-	-	-	x	x	x	-	Temperatur 3 K höher als die Taupunkttemperatur	
8	Rissmerkmale	Messung der Rissbreiten und Rissbreitenänderungen	x	x	x	x	x	x	x	-	Messgenauigkeit gemäß Teil 3, Abschnitt 3.2.8	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 2

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9		Bohrkernentnahme zur Feststellung von Rissart, Feuchtezustand und vorangegangenen Maßnahmen	x	x	x	x	x	x	x	-	Sichtprüfung zur Rissbeurteilung, Aufschluss über stoffspezifische Anwendungsbedingungen der Rissfüllung und der nachfolgenden Maßnahmen	in Ausnahmefällen, vor Beginn der nachfolgenden Maßnahmen
2 Gelieferte Stoffe												
10	Übergabe von werkgemischten Produkten	Lieferschein u. Verpackungsaufdruck, Kennzeichnung	x ⁵ ₆	x	x	x	x	x	x	x	Bezeichnung, Nachweis der Übereinstimmung	jede Lieferung
11		Sichtprüfung	x	-	x	x	x	x	x	x	keine auffälligen Veränderungen	laufend
12	Lagerung	Lagerungsbedingungen	x	x	x	x	x	x	x	x	nach den vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung	bei der Einlagerung, in Zweifelsfällen
3 Verarbeitungsfertige Stoffe												
13	Zusammensetzung der Stoffe	Konsistenz (nach Augenschein)	x	x	x	x	x	-	-	-	Einhalten der Mischanweisung und des festgelegten Konsistenzbereichs	jede Mischung
14		Luftgehalt (für Mörtel M 3; für Bauwerke im Verkehrsreich)	-	-	-	x	-	-	-	-	Einhaltung der Festlegungen in den Angaben zur Ausführung und gemäß Teil 2, Abschnitt 4	3 x je Arbeitstag
15		Frischmörtelrohichte (für Mörtel M 3; für Bauwerke im Verkehrsreich)	-	-	x	x	-	-	-	-		je angefangene 100 m ² , mindestens 1x je Arbeitstag

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 3

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Risfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	4 Verarbeiten											
16	Arbeitsplan, Anweisung für das Herstellen, Fördern, Verarbeiten und Nachbehandeln	Durchsicht auf Vollständigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	richtig, vollständig	vor Beginn der Arbeiten
17	Witterung	Lufttemperatur, Höchst- und Tiefstwert, Witterungsverhältnisse	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 2 und den Angaben zur Ausführung der verwendeten Stoffe sowie Teil 3, Abschnitt 3.2.9	arbeitstäglich, vor Beginn der Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen
18		Relative Luftfeuchte, Taupunkttemperatur	-	-	-	-	x	x	x	x		
19	Stoffe	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	-	x	x	keine auffälligen Veränderungen	laufend
20	Stoffmengen	Verbrauchsmessung	-	-	-	-	-	x	x	-	Einhalten der Angaben zur Ausführung	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
21	Schichtdicke	Stoffverbrauch, Differenzschichtdickenmessung	-	x	x	x	x	x	-	-	Einhalten der Angaben zur Ausführung	ausreichend häufig, so dass die Angaben der Ausführung eingehalten werden

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 4

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 Ausgehärtete Stoffe												
22		Abklopfen der Oberfläche, Hohlstellen	-	x	x	x	x	-	-	-	keine Hohlstellen	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten
23	Betonersatzsystem	Haftzugfestigkeit	-	x	x	x	x	-	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 4 $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ (Mittelwert) $\beta_{HZ} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ (kleinster Einzelwert)	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer, ohne Festlegung mindestens die Hälfte der Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit
24		Betondeckung, Zerstörungsfreie Messung	x	x	x	x	-	-	-	-	Einhalten der Festlegungen	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
25	Feinspachtel	Haftzugfestigkeit	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 5, Tabelle 5.4, Zeile 19	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer; ohne Festlegung mindestens die Hälfte der Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit
26	OS-System	Sichtprüfung, Poren, Blasen	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Anforderungen nach Teil 2, Abschnitt 5	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
27		Gitterschnitt in Anlehnung an DIN EN ISO 2409 (OS4 + OS5)	-	-	-	-	-	x	-	-	$GT \leq 2$	
28		Haftzugfestigkeit und Schichtdicke	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 5, Tabelle 5.4, Zeile 19 bzw. nach Teil 2, Tabelle 5.2	
29	Füllgrad	Bohrkernentnahme	-	-	-	-	-	-	x	-	$\geq 80 \%$ gemäß Teil 3, Abschnitt 3.5 und Teil 2, Abschn. 6	

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 5

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6 Technische Einrichtungen												
30	Abmessvorrichtung für Zusätze und Wasser	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	x	x	x	einwandfreies Arbeiten	wöchentlich
31		Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Sollmengen mit einer Genauigkeit von 3 %	bei Beginn der Arbeiten, dann monatlich
32	Mischwerkzeuge, Förder-, Einbring- und Verdichtungsgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	einwandfreies Arbeiten	bei Beginn der Arbeiten, dann mindestens monatlich
33	Mess-, Prüf-, Laborgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	ausreichende Messgenauigkeit	bei Inbetriebnahme, in angemessenen Zeitspannen
34	Mess-, Prüf-, Laborgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	ausreichende Messgenauigkeit	bei Inbetriebnahme, in angemessenen Zeitspannen

¹ Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DIN 1045² Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DIN 18551³ Beachtung der Anforderungen und Anwendungsbedingungen nach Teil 2, Abschnitt 6⁴ Bei der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit sind Abschnitt 3.2.7 und Anhang C zu beachten⁵ Bei Transportbeton und werksgemischtem Mörtel: Vollständigkeit der Angaben nach DIN 1045 bzw. DIN 18557⁶ Bei werkgemischten Trockenprodukten: Nachweis der Überwachung nach DAfStb-Richtlinie für Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel⁷ Bei Verarbeitung von Epoxidharz

Anhang B (normativ) – Prüfverfahren *

	Eigenschaft - ggf. Prüfmethode -	zu prüfen durch	Quelle	Beschreibung des Prüfverfahrens siehe Abschnitt
	1	2	3	4
1	Augenscheinliche Beschaffenheit	Baustelle	DBV-Merkblatt: „Anwendung von Reaktionsharzen im Betonbau“, Teil 2: Untergrund. DBV-Merkblatt: „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“. Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.: Richtlinie DVS 0302 / Juli 1985 „Flammstrahlen von Beton“	3.2.1
2	Betondruckfestigkeit	Baustelle und Prüfstelle	DIN EN 12390-1 bis -3	–
3	Oberflächenzugfestigkeit bzw. Haftzugfestigkeit	Baustelle und Prüfstelle	DIN 1048	3.2.6, 3.4.2 und Anhang C
4	Konsistenz	Baustelle	DIN EN 12350-1 bis -5	–
5	Luftgehalt	Baustelle	DIN EN 12350-7	–
6	Rohdichte des Frischbetons/-mörtels	Baustelle	DIN EN 12350-6	–
7	Karbonatisierungstiefe	Baustelle	Heft 422 des DAfStb	–
8	Betondeckung, Lage und Durchmesser der Bewehrung	Baustelle	–	3.3.2
9	Chlorid-Gehalt	Baustelle und Prüfstelle	Heft 401 des DAfStb	–
10	Feuchtegehalt des Betons - durch Erwärmen der Oberfläche - mit dem CM-Gerät - andere geeignete Verfahren	Baustelle	–	3.2.2
		Baustelle	–	Anhang F
		Baustelle und Prüfstelle	DIN 1048-5	–
11	Wassereindringung nach Karsten	Prüfstelle	Karsten, R.: Bauchemie, 10. Auflage 1997, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe	3.2.3
12	Benetzbarkeit	Baustelle	Roth, M.: Zur Wirksamkeit und Haltbarkeit von Silikonimprägnierungen; Deutsche Maler- und Lackiererzeitschrift „Die Mappe“, Heft 12, 1983.	3.2.4
13	Rauheit - Sandflächenverfahren - andere geeignete Verfahren	Baustelle	–	3.2.5
		Prüfstelle	–	–
14	Risszustand - Rissbreitenmaßstab, Risslupe (evtl. mit Gipsmarke) - Setz-Dehnungsmesser, Messuhren und induktive Wegaufnehmer	Baustelle	–	3.2.7
		Prüfstelle	–	–
15	Verarbeitungsbedingungen - Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, Temperatur des Bauteils, Taupunkttemperatur	Baustelle	–	3.2.8
16	Dicke der Beschichtung - Differenzschichtdickenmessung - Keilschnitt-Verfahren - Bohrkern	Baustelle und Prüfstelle	DIN 50986 und 50922	3.4.1
17	Gitterschnittprüfung mit Tape-Test	Prüfstelle	DIN EN ISO 2409	3.4.3
18	Füllgrad von Rissen	Prüfstelle	–	3.5
19	Impuls-Echo-Verfahren	Prüfstelle	DGZfP-Merkblatt B4 für das Ultraschall-Impuls-Verfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung mineralischer Baustoffe und Bauteile, 1999, 18 S.	–

* Geregelte Bauprodukte, z. B. Beton nach DIN 1045 bzw. DIN EN 206-1, sind nach den entsprechenden Normen zu prüfen.

Anhang C (normativ)**Abreißprüfung zur Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit und der Haftzugfestigkeit**

(1) Es werden Prüfstempel (Abzugplatten) aus Stahl mit kreisförmiger Klebefläche verwendet, deren Durchmesser $d_s = 50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ betragen soll. Die Dicke des Prfstempels muss mindestens 25 mm sein; die Restdicke unter zentrischen Bohrungen oder Ausnehmungen darf 15 mm nicht unterschreiten.

(2) Die Prüfungen müssen mit Zugvorrichtungen nach EN 10002-2 und EN 10002-4 durchgeführt werden und mindestens der Klasse 2 zugeordnet werden können.

(3) Die Vorrichtungen müssen so beschaffen sein, dass die Zugkraft frei von Querkräften und Momenten in die Prüffläche eingeleitet werden kann. Die Vorrichtungen müssen so über dem Prüfstempel justiert werden, dass die Achse des Prfstempels und die des Arbeitskolbens auf einer Geraden liegen.

(4) Bei der Festlegung der Prüfflächen ist zu beachten, dass der Abstand der Prfflchenrnder untereinander bzw. zum Bauteilrand mindestens gleich dem Durchmesser der Prüffläche sein sollte.

(5) Vor dem Aufkleben des Prfstempels ist die Prüffläche von lose anhaftendem Schmutz zu befreien. Die durch eine Ringnut begrenzte Prüffläche muss für die Klebung ausreichend trocken sein.

(6) Bei harten Beschichtungen muss die Ringnut mit einer diamantbesetzten Bohrkronen nass gebohrt werden. Die Bohrkronen muss die Beschichtung durchbohren und 5 bis 10 mm in den Beton eindringen. Der Innendurchmesser der Ringnut und der Außendurchmesser des Prfstempels müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass der Stempel bündig auf den freigebohrten Zylinderstumpf aufgeklebt werden kann. Für das Bohren sind gut schneidende Bohrkronen mit abgerundetem Besatz zu verwenden, so dass eine kerbfreie Ringnutwurzel entsteht. Der Zylinderstumpf darf nicht vorgeschädigt werden. Bohrmehl bzw. Bohrschlamm ist gründlich zu entfernen.

(7) Bei weichen Beschichtungen ist die Prüffläche nach dem Aufkleben des Prfstempels bis zum Beton zu durchtrennen. Der Schnitt ist bündig mit der Mantelfläche des Prfstempels zu führen. Als Schneidvorrichtung kann z. B. ein scharfes Messer verwendet werden.

(8) Als Klebstoff sind im Allgemeinen schnellhrtende, pastöse Reaktionsharzklebstoffe zu verwenden.

(9) Der Prüfstempel ist so aufzusetzen, dass überschüssiger Klebstoff aus der Klebefuge herausgedrückt wird und Lufteinschlüsse vermieden werden. berstehender oder ggf. in die Ringnut eingedrungener Klebstoff ist zu entfernen.

(10) Die Stempelflche soll im aufgeklebten Zustand parallel zur Prüffläche liegen; die Klebefuge soll möglichst dünn sein.

(3) Bei harten Beschichtungen soll die Kraft bis zum Bruch stetig so gesteigert werden, dass die Zugspannung in der Klebefuge um etwa $0,05 \text{ N/mm}^2$ je s zunimmt. Für $d_s = 50 \text{ mm}$ entspricht dies einer Kraftsteigerung von rd. 100 N/s.

(4) Bei weichen Beschichtungen soll die Zugspannung um etwa $0,15 \text{ N/mm}^2$ je s zunehmen. Für $d_s = 50 \text{ mm}$ entspricht dies einer Kraftsteigerung von rd. 300 N/s.

(13) Die Bruchfläche ist nach Augenschein zu beurteilen; dabei sind folgende Bruchformen zu unterscheiden:

Kohäsionsversagen:

- Bruchform A: im Beton bzw. im Untergrund
- Bruchform B: in der ersten Schicht des zu prüfenden Systems
- Bruchform C: in der zweiten Schicht des zu prüfenden Systems
- ...
- Bruchform Y: in der Klebschicht

Adhäsionsversagen:

- Bruchform A/B: zwischen Beton (bzw. Unterlage) und der ersten Schicht des zu prüfenden Systems
- Bruchform B/C: zwischen der ersten und zweiten Schicht des zu prüfenden Systems
- Bruchform -/Y: zwischen der letzten Schicht des zu prüfenden Systems und der Klebschicht
- Bruchform Y/Z: zwischen Klebschicht und Stempel

Die den Bruchformen zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % abzuschätzen.

(14) Die Berechnung der Oberflächenzugfestigkeit des Betonuntergrundes ist nur bei Bruchform A möglich. Zur Berechnung der Haftzugfestigkeit werden nur die Bruchformen A/B und B/C herangezogen. Die übrigen Bruchformen können zur Abschätzung der Haftzugfestigkeit mit herangezogen werden.

(15) Bei wechselndem Bruchverlauf ist der Anteil der jeweiligen Bruchfläche abzuschätzen. Der relativ

größte Flächenanteil bestimmt die Zuordnung zu einem Trennfall.

(16) Aus der erreichten Höchstkraft F wird die Haftzugfestigkeit (bzw. Oberflächenzugfestigkeit) errechnet:

$$\beta_{\text{HZ}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Die Festigkeit ist auf $0,1 \text{ N/mm}^2$ anzugeben.

(17) Im Prüfbericht sind anzugeben:

- Tag der Prüfung
- Baustelle, Bauteil
- Lage und Kennzeichnung der Prüffläche
- Art der Beschichtung
- Prüfstempeldurchmesser
- Witterungsbedingungen bei Vorbereitung und Durchführung der Versuche
- Vorbereitung der Prüffläche, Art und Tiefe des Vorbohrers bzw. Einschneidens
- Bruchverlauf bzw. Beschreibung des Trennfalles
- Höchstkraft und errechnete Haftzugfestigkeit (Einzelwerte, Mittelwert)
- ggf. zusätzlich: mit Sicherheit überschrittene Haftzugfestigkeit.

Anhang D (informativ) – Taupunkttafel**Taupunkttafel**

Lufttemperatur (°C)	Taupunkttemperaturen in °C bei einer relativen Luftfeuchte von										
	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
2	- 7,77	- 6,56	- 5,43	- 4,40	- 3,16	- 2,48	- 1,77	- 0,98	- 0,26	+ 0,47	+ 1,20
4	- 6,11	- 4,88	- 3,69	- 2,61	- 1,79	- 0,88	- 0,09	+ 0,78	+ 1,62	+ 2,44	+ 3,20
6	- 4,49	- 3,07	- 2,10	- 1,05	- 0,08	+ 0,85	+ 1,86	+ 2,72	+ 3,62	+ 4,48	+ 5,38
8	- 2,69	- 1,61	- 0,44	+ 0,67	+ 1,80	+ 2,83	+ 3,82	+ 4,77	+ 5,66	+ 6,48	+ 7,32
10	- 1,26	+ 0,02	+ 1,31	+ 2,53	+ 3,74	+ 4,79	+ 5,82	+ 6,79	+ 7,65	+ 8,45	+ 9,31
12	+ 0,35	+ 1,84	+ 3,19	+ 4,46	+ 5,63	+ 6,74	+ 7,75	+ 8,69	+ 9,60	+ 10,48	+ 11,33
14	+ 2,20	+ 3,76	+ 5,10	+ 6,40	+ 7,58	+ 8,67	+ 9,70	+ 10,71	+ 11,64	+ 12,55	+ 13,36
15	+ 3,12	+ 4,65	+ 6,07	+ 7,36	+ 8,52	+ 9,63	+ 10,70	+ 11,69	+ 12,62	+ 13,52	+ 14,42
16	4,07	5,59	6,98	8,29	9,47	10,61	11,68	12,66	13,63	14,58	15,54
17	5,00	6,48	7,92	9,18	10,39	11,48	12,54	13,57	14,50	15,36	16,19
18	5,90	7,43	8,83	10,12	11,33	12,44	13,48	14,56	15,41	16,31	17,25
19	6,80	8,33	9,75	11,09	12,26	13,37	14,49	15,47	16,40	17,37	18,22
20	7,73	9,30	10,72	12,00	13,22	14,40	15,48	16,46	17,44	18,36	19,18
21	8,60	10,22	11,59	12,92	14,21	15,36	16,40	17,44	18,41	19,27	20,19
22	9,54	11,16	12,52	13,89	15,19	16,27	17,41	18,42	19,39	20,28	21,22
23	10,44	12,02	13,47	14,87	16,04	17,29	18,37	19,37	20,37	21,34	22,23
24	11,34	12,93	14,44	15,73	17,06	18,21	19,22	20,33	21,37	22,32	23,18
25	12,20	13,83	15,37	16,69	17,99	19,11	20,24	21,35	22,27	23,30	24,22
26	13,15	14,84	16,26	17,67	18,90	20,09	21,29	22,32	23,32	24,31	25,16
27	14,08	15,68	17,24	18,57	19,83	21,11	22,23	23,31	24,32	25,22	26,10
28	14,96	16,61	18,14	19,38	20,86	22,07	23,18	24,28	25,25	26,20	27,18
29	15,85	17,58	19,04	20,48	21,83	22,97	24,20	25,23	26,21	27,26	28,18
30	16,79	18,44	19,96	21,44	23,71	23,94	25,11	26,10	27,21	28,19	29,09
32	18,62	20,28	21,90	23,26	24,65	25,79	27,08	28,24	29,23	30,16	31,17
34	20,42	22,19	23,77	25,19	26,54	27,85	28,94	30,09	31,19	32,13	33,11
36	22,23	24,08	25,50	27,00	28,41	29,65	30,88	31,97	33,05	34,23	35,06
38	23,97	25,74	27,44	28,87	30,31	31,62	32,78	33,96	35,01	36,05	37,03
40	25,79	27,66	29,22	30,81	32,16	33,48	34,69	35,86	36,98	38,05	39,11
45	30,29	32,17	33,86	35,38	36,85	38,24	39,54	40,74	41,87	42,97	44,03
50	34,76	36,63	38,46	40,09	41,58	42,99	44,33	45,55	46,75	47,90	48,98

Die Taupunkttafel gibt an, bei welchen Oberflächentemperaturen Kondensat auftritt in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit. So wird z.B. bei einer Lufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % Kondensat auf nichtsaugenden Oberflächen mit Oberflächentemperaturen unter 14,4°C anfallen.

Anhang E (informativ) – Empfohlene Ausstattung der Betriebe

	Geräteausstattung	für Voruntersuchung von			bei Instandsetzungen mit							
		Bauteilen	Betonuntergrund	Bewehrungslage	Mörtel und Beton	Spritzbeton	SPCC	PCC	PC	OS	Rissfüllstoffen	Korrosionsschutzstoffen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Geräte für Konsistenzprüfungen, z. B. Ausbreittische				x	x	x	x				
2	Thermohygrometer mit Taupunkttabellen								x	x		x
3	Auflege-, Einsteck-, Digitalsekundenthermometer		x				x	x	x	x	x	
4	Rissbreitenmaßstab (Risschablone), Messlupe	x										
5	Geräte zur Feuchtemessung, z. B. CM-Gerät mit Zubehör (s. Anhang F)		x						x	x		
6	Gerät zur Bestimmung der Oberflächen-/Haftzugfestigkeit		x			x	x	x	x	x		
7	Gerät zur Ermittlung der Betondeckung	x		x								
8	Hilfsmittel zur Ermittlung der Karbonatisierungstiefe	x	x									
9	Geräte zur Probengewinnung zur Bestimmung des Chlorigehalts	x	x									
10	Gerät zur Ermittlung der Viskosität von Flüssigkeiten										x	
11	Gerät zur Ermittlung des Wassereindringens	x	x									
12	Hilfsmittel zur Bestimmung der Rautiefe nach dem Sandflächenverfahren	x	x							x		
13	Probekörperformen 40 mm x 40 mm x 160 mm nach DIN EN 196-1 und Zubehör				x	x	x	x	x			
14	je 3 Würfelformen 150 mm x 150 mm x 150 mm mit Zubehör				x	x						
15	Formen 200 mm x 200 mm x 120 mm für Prüfung der Wasserundurchlässigkeit				x	x						
16	Rütteltisch oder Innenrüttler, Stocherstab, Stampfer				x	x						
17	Lagerungseinrichtungen für Probekörper oder Klimakiste				x	x	x	x	x			
18	Gerät zur zerstörungsfreien Prüfung der Betondruckfestigkeit	x	x		x	x	x	x	x			
19	Waage mit 20 kg Tragkraft und mindestens 1 g Ablesegenauigkeit. (Das Abwiegen von Einzelkomponenten auf der Baustelle ist ein Ausnahmefall.)				x	x	x	x	x	x	x	
20	Kernbohrmaschine (auch über Kopf) und Zubehör	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
21	Transportbehälter, luftdicht schließend (DIN 1048)				x	x	x	x	x	x		
22	Schichtdickenprüfgerät für Differenzschichtdickenmessung									x		
23	Schichtdickenmessgerät für das Keilschnittverfahren (DIN 50986)	x								x		
24	Geräte für Stemm-, Strahl-, Fräs-, Schleif- und Reinigungsarbeiten	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
25	Mischer nach DIN 459 (75 l bis 150 l), Mischer für PC und PCC				x	x	x	x	x			
26	Geräte zum Fördern, Verarbeiten, Glätten und Streichen				x	x	x	x	x	x	x	x
27	Spritzpfannen					x	x					
28	Hydrophobierungsprüfgerät		x							x		
29	Gerät zur Messung des Luftgehalts von Mörteln (z. B. 1 L LP-Topf)				x	x	x	x	x			

Anhang F (informativ)**Prüfung des Feuchtegehaltes des Betonuntergrundes mit dem CM-Gerät****1 Beschreibung des Verfahrens**

(1) Betonstücke werden in einer Mörserschale zerkleinert, abgesiebt und abgewogen. Die Einwaage wird zusammen mit einer definierten Menge Calciumcarbid (Glasampulle mit 5 g) in eine Druckflasche gegeben. Zusätzlich eingefüllte Stahlkugeln bewirken nach mehrmaligem kräftigem Schütteln der Druckflasche die Zerstörung der Glasampulle. Die Vermischung von Prüfgut und Calciumcarbid ermöglicht die chemische Reaktion zwischen dem im Prüfgut vorhandenen Wasser und dem Calciumcarbid, so dass sich Acetylen gas bildet. Der entstehende Gasdruck ist abhängig vom Feuchtegehalt des Probenmaterials und wird am Manometer abgelesen.

(2) Der dem abgelesenen Druck zuzuordnende Feuchtegehalt ist aus den Tabellen F.2 bis F.4 zu entnehmen.

2 Geräte und Hilfsmittel

- CM-Druckflasche mit Manometer
- Elektronische Waage (Wägegenauigkeit 0,1 g)
- Analysensieb mit 2 mm Maschenweite (DIN ISO 565)
- Mörserschale (mit Manschette gegen Wegspringen des Prüfgutes)
- Stahlkugeln, Calciumcarbid-Ampullen, Stoppuhr
- Hammer und Meißel
- sonstiges Zubehör.

3 Durchführung

- Mit Hammer und Meißel Bruchstücke aus dem zu untersuchenden Beton bis zu einer Tiefe von ca. 2 cm lösen (ca. 100 bis 150 g, vgl. Tabelle F.1)
- mit Hammer die Bruchstücke in der Mörserschale zerkleinern (dabei einzelne Zuschlagkörner nicht zerschlagen)
- Probenmaterial über Analysensieb (Maschenweite 2 mm) absieben
- erforderliche Einwaage (vgl. Tabelle F.1) auf der elektronischen Waage abwiegen
- zuerst Stahlkugeln, dann die Einwaage verlustfrei in die Druckflasche geben

- unter leichter Neigung der Druckflasche eine Ampulle Calciumcarbid vorsichtig in die Flasche gleiten lassen
- Deckel mit Manometer auf die Flasche setzen und mit Spannhebeln verschließen.
- Glasampulle durch kräftiges, kreisendes Schütteln der Druckflasche zertrümmern
- das kräftige, kreisende Schütteln ist alle 5 min bis zur Endablesung zu wiederholen
- aus den Tabellen F.2 bis F.4 den zum abgelesenen Druck zugeordneten Feuchtegehalt (in Masse-%) in Abhängigkeit von Einwaage und Größtkorn ermitteln
- nach Versuchsende Druckflasche vorsichtig öffnen (Achtung Druck!) und Acetylen gas entweichen lassen (Achtung! Kein offenes Feuer!)
- Inhalt vorsichtig ausschütten (Achtung! Ätzkalk und Glassplitter!) und Flasche mit trockener Flaschenbürste säubern
- Stahlkugeln mit trockenem Tuch reinigen. Deckel mit Manometer an der Unterseite (Gummidichtung) säubern.

4 Fehlermöglichkeiten

- Temperatur weicht stark von der Umgebungstemperatur ab
- Druckflasche ist nicht gasdicht verschlossen (z. B. beschädigte Dichtung, Materialreste unter der Gummidichtung)
- Calciumcarbidampulle bereits vor dem Einbringen undicht (hellbraune Verfärbung!)
- Unzureichend repräsentatives Probenmaterial führt zu großer Wiederholstreuung.

Tabelle F.1: Erforderliche Einwaage

geschätzter Feuchtegehalt	erforderliche Einwaage	
	Größtkorn ≤ 4 mm	Größtkorn ≤ 16 mm
1	2	3
1,0 % bis 2,5 %	50 g	50 g
3,0 % bis 5,0 %	20 g	20 g
5,5 % bis 7,0 %	20 g	10 g
über 7 %	10 g	10 g

Tabelle F.2: Druck in bar bei Größtkorn bis 4 mm

Druck bei Einwaage 50 g nach			Feuchte- gehalt (%)
15 min	20 min	25 min	
1	2	3	4
-	-	0,330	1,0
-	-	0,495	1,5
-	-	0,655	2,0
-	-	0,820	2,5
Druck bei Einwaage 20 g nach			
15 min	20 min	25 min	
-	0,380	0,390	3,0
-	0,500	0,510	3,5
-	0,615	0,625	4,0
-	0,735	0,745	4,5
-	0,855	0,865	5,0
-	0,970	0,980	5,5
-	1,090	1,100	6,0
-	1,325	1,335	7,0
Druck bei Einwaage 10 g nach			
15 min	20 min	25 min	
0,825	0,83	0,895	8

Tabelle F.3: Druck in bar bei Größtkorn bis 8 mm

Druck bei Einwaage 50 g nach			Feuchte- gehalt (%)
15 min	20 min	25 min	
1	2	3	4
-	-	0,335	1,0
-	-	0,510	1,5
-	-	0,685	2,0
-	-	0,860	2,5
Druck bei Einwaage 20 g nach			
15 min	20 min	25 min	
-	0,405	0,415	3,0
-	0,550	0,560	3,5
-	0,690	0,700	4,0
-	0,835	0,845	4,5
-	0,975	0,985	5,0
-	1,120	1,130	5,5
Druck bei Einwaage 10 g nach			
15 min	20 min	25 min	
0,475	0,480	0,485	5,5
0,530	0,535	0,540	6,0

Tabelle F.4: Druck in bar bei Größtkorn bis 16 mm

Druck bei Einwaage 50 g nach			Feuchte- gehalt (%)
15 min	20 min	25 min	
1	2	3	4
-	-	0,340	1,0
-	-	0,605	1,5
-	-	0,870	2,0
-	-	1,130	2,5
Druck bei Einwaage 20 g			
15 min	20 min	25 min	
-	0,580	0,585	3,0
-	0,750	0,755	3,5
-	0,915	0,925	4,0
-	1,085	1,095	4,5
-	1,255	1,270	5,0
Druck bei Einwaage 10 g nach			
15 min	20 min	25 min	
0,715	0,725	0,730	5,5
0,845	0,850	0,855	6,0

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

Teil 4: Prüfverfahren

Ausgabe Oktober 2001

Ersatz für
Ausgabe November 1992 (Teil 4);
bisherige Vertriebsnummer 65016

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. Nr. L 204 vom 21.07.1998, S. 37) sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin
Tel.: (0 30) 26 01-20 39 Fax: (0 30) 26 01-17 23
dafstb@din.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Inhaltsübersicht

- Abschnitt 1: Allgemeines
- Abschnitt 2: Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3
- Abschnitt 3: Im Spritzverfahren aufzubringender kunststoffmodifizierter Instandsetzungsbeton/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)
- Abschnitt 4: Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2 / PC II und M 2 / PC I
- Abschnitt 5: Oberflächenschutzsysteme
- Abschnitt 6: Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren

Normen und Richtlinien

Tabellen

Bilder

Änderungen gegenüber der Ausgabe November 1992:

Der Inhalt wurde redaktionell überarbeitet. Eine Vielzahl von Prüfungen, die sich in den Abschnitten 2 bis 6 zum Teil wiederholten, ist durch Verweise zusammengefasst.

	Seite		Seite
1 Allgemeines	7	2.5.16 Wasserdampfdurchlässigkeit	12
2 Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3	7	2.6 Grundkörper	12
2.1 Allgemeines	7	2.6.1 Allgemeines	12
2.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	7	2.6.2 Platten- und Balken-Grundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit	12
2.2.1 Allgemeines	7	2.6.3 Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.9	13
2.2.2 Kornzusammensetzung	7	2.6.4 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung der Korrosionsschutzbeschichtung	13
2.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze	7	2.7 Prüfungen am Verbundkörper	13
2.2.4 Thermogravimetrische Analyse	7	2.7.1 Allgemeines	13
2.2.5 Infrarot-Spektrum	7	2.7.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper	14
2.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	8	2.7.3 Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	14
2.3.1 Allgemeines	8	2.7.4 Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	14
2.3.2 Dichte	8	2.7.5 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung	14
2.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl	8	2.7.6 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	14
2.3.4 Thermogravimetrische Analyse	8	2.7.7 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	15
2.3.5 Infrarot-Spektrum	9	2.7.8 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	15
2.3.6 Ablaufneigung	9	2.7.9 Behindertes Schwinden	15
2.3.7 Topfzeit	9	2.7.10 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	16
2.3.8 Härungsverlauf	9	2.7.11 Verhalten bewehrter Verbundkörper	16
2.4 Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch	9	2.7.12 Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl	16
2.4.1 Herstellung der Mischungen	9	2.7.13 Hinweise zur Prüfung der Haftzugfestigkeit	17
2.4.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	9	3 Im Spritzverfahren aufzubringende kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)	17
2.4.3 Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	10	3.1 Allgemeines	17
2.4.4 Ablaufneigung	10	3.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	17
2.4.5 Verarbeitbarkeitsdauer	10	3.2.1 Allgemeines	17
2.5 Prüfungen am festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	10	3.2.2 Kornzusammensetzung	17
2.5.1 Herstellung der Probekörper	10	3.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze	17
2.5.2 Lagerung der Probekörper	10	3.2.4 Thermogravimetrische Analyse	17
2.5.3 Festigkeit nach Lagerung A	10	3.2.5 Infrarot-Spektrum	17
2.5.4 Festigkeit nach Lagerung B	10	3.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	17
2.5.5 Quellen	10	3.3.1 Allgemeines	17
2.5.6 Schwinden	10	3.3.2 Dichte	18
2.5.7 Kriechen	10	3.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl	18
2.5.8 Gesamtgehalt an Halogenen	11	3.3.4 Thermogravimetrische Analyse	18
2.5.9 Korrosionsfördernde Stoffe	11	3.3.5 Infrarot-Spektrum	18
2.5.10 Trockenrohddichte	11	3.3.6 Ablaufneigung	18
2.5.11 Statischer Elastizitätsmodul	11		
2.5.12 Dynamischer Elastizitätsmodul	11		
2.5.13 Karbonatisierungstiefe	12		
2.5.14 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	12		
2.5.15 Kapillare Wasseraufnahme	12		

		Seite			Seite
3.3.7	Topfzeit	18	4.4.8	Dynamischer Elastizitätsmodul	24
3.3.8	Härtungsverlauf	18	4.4.9	Freies Schrumpfen	24
3.4	Im Zwangsmischer hergestellte Mischungen	18	4.5	Grundkörper	24
3.4.1	Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch	18	4.5.1	Allgemeines	24
3.4.2	Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems	18	4.5.2	Plattengrundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit	24
3.5	Grundkörper	19	4.5.3	Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands	24
3.5.1	Spritzpfannen	19	4.6	Prüfungen am Verbundkörper	24
3.5.2	Platten-Grundkörper für die Prüfungen der Haftzugfestigkeit	19	4.6.1	Allgemeines	24
3.5.3	Platten-Grundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	19	4.6.2	Anzahl und Lagerung der Probekörper	25
3.5.4	Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.8	19	4.6.3	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	25
3.5.5	Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.9	19	4.6.4	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	25
3.5.6	Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11	19	4.6.5	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B (Applikation über Kopf)	25
3.6	Prüfungen an gespritzten Proben	19	4.6.6	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	25
3.6.1	Herstellung und Lagerung	19	4.6.7	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	25
3.6.2	Prüfungen am Frischmörtel	20	4.6.8	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	26
3.6.3	Prüfungen am Festmörtel	20	4.6.9	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	26
3.6.4	Prüfungen am Verbundkörper	21	4.6.10	Hinweise zur Haftzugfestigkeitsprüfung	26
4	Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2/PC I und M 2/PC II	22	5	Oberflächenschutzsysteme	26
4.1	Allgemeines	22	5.1	Prüfung an den Ausgangsstoffen	26
4.2	Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke	22	5.1.1	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt	26
4.2.1	Allgemeines	22	5.1.2	Wirkstoffgehalt	26
4.2.2	Bindemittel	22	5.1.3	Infrarot-Spektrum	26
4.2.3	Zuschlag	22	5.1.4	Dichte	26
4.2.4	Zuschlag mit Reaktionsharz- bzw. Härter	23	5.1.5	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	26
4.3	Prüfungen am Frischmörtel/Gemisch	23	5.1.6	Viskosität	26
4.3.1	Herstellung der Mischungen	23	5.1.7	Hydroxylzahl, Isocyanat-Gehalt	27
4.3.2	Topfzeit	23	5.1.8	Epoxidäquivalent, Aminzahl	27
4.3.3	Härtungsverlauf	23	5.1.9	Kornzusammensetzung	27
4.3.4	Ablaufneigung	23	5.2	Prüfungen an den gemischten Stoffen	27
4.3.5	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen	23	5.2.1	Mischen	27
4.4	Prüfungen am Festmörtel	23	5.2.2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	28
4.4.1	Herstellung der Probekörper	23	5.2.3	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	28
4.4.2	Lagerung der Probekörper	23	5.2.4	Härtungsverlauf	28
4.4.3	Rohdichte	23	5.2.5	Topfzeit	28
4.4.4	Festigkeit nach Lagerung A	24	5.2.6	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen	28
4.4.5	Festigkeit nach Lagerung B	24	5.3	Prüfungen an den erhärteten Stoffen	28
4.4.6	Festigkeit nach Lagerung C	24	5.3.1	Probekörperherstellung	28
4.4.7	Thermische Dehnung	24	5.3.2	Probekörperlagerung	28
			5.3.3	Diffusionswiderstand gegen CO ₂	29
			5.3.4	Diffusionswiderstand gegen Wasserdampf	29
			5.3.5	Festigkeit nach Lagerung B	29
			5.3.6	Gesamtgehalt an Halogenen	29
			5.4	Grundkörper	29
			5.4.1	Allgemeines	29
			5.4.2	Grundkörper für Abreißprüfung	29

	Seite		Seite
5.4.3 Grundkörper für Prüfung der Rissüberbrückung	29	6.2 Prüfung am Verbundsystem: Epoxidharz im Riss	40
5.4.4 Grundkörper für Frost-Tausalz-Beanspruchung	30	6.2.1 Allgemeines	40
5.4.5 Grundkörper für Wasseraufnahmeprüfung	30	6.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau	40
5.4.6 Grundkörper für Bewitterungsprüfungen	30	6.2.3 Injektion	40
5.4.7 Grundkörper für Haftzugfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteeinwirkung	30	6.2.4 Überlastungsversuch	40
5.5 Prüfungen an Verbundkörpern	30	6.2.5 Füllgradbestimmung	40
5.5.1 Beschichten der Grundkörper	30	6.2.6 Prüfbericht	40
5.5.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper	31	6.3 Prüfungen am Polyurethanharz	41
5.5.3 Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T_{NORM}	31	6.3.1 Allgemeines	41
5.5.4 Temperaturwechsel-Beanspruchung	31	6.3.2 Dichte	41
5.5.5 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	33	6.3.3 Infrarotspektrum	41
5.5.6 Masseverlust nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	33	6.3.4 Isocyanatgehalt	41
5.5.7 Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T_{NORM})	33	6.3.5 Funktionale Gruppen	41
5.5.8 Rissüberbrückung	33	6.3.6 Thermogravimetrische Analyse	41
5.5.9 Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung nach EN 13580	35	6.3.7 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg bei isothermen Bedingungen	41
5.5.10 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung	35	6.3.8 Viskositätsanstieg bei freier Temperaturentwicklung des Gebindes	42
5.5.11 Hinweise zur Haftzugfestigkeitsprüfung	35	6.3.9 Viskosität am Ende der Verarbeitbarkeitsdauer	42
5.5.12 Hinweise zur Durchführung der Gitterschnittprüfung mit Tape-Test	36	6.3.10 Einfluss unterschiedlicher Lagerungen	42
5.5.13 Hinweise zur Ermittlung der baupraktisch relevanten Schichtdicken	36	6.3.11 Änderung der Masse bei Wasserlagerung	42
5.5.14 Hinweise zur Ermittlung der Auftragsmenge und der Schichtdicken	36	6.3.12 Glasübergangstemperatur	42
5.5.15 Haftzugfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteeinwirkung	36	6.3.13 Flüchtige Bestandteile	42
5.5.16 Chemikalienbeständigkeit	37	6.3.14 Einwaage	43
5.5.17 Schlagfestigkeit	38	6.3.15 Prüfbericht für Polyurethanharz und Polyurethanschaum	43
6 Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren	38	6.4 Prüfungen am Verbundsystem Polyurethanharz/Polyurethanschaum im Riss	43
6.1 Prüfungen am Epoxidharz	38	6.4.1 Allgemeines	43
6.1.1 Allgemeines	38	6.4.2 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)	43
6.1.2 Dichte	38	6.4.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)	44
6.1.3 Epoxidäquivalent	38	6.4.4 Dehnfähigkeitsmessung (Prüfart 1)	44
6.1.4 Aminzahl	38	6.4.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)	44
6.1.5 Infrarotspektrum	38	6.4.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)	44
6.1.6 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg	38	6.4.7 Prüfbericht	45
6.1.7 Gebindeverarbeitbarkeitsdauer	38	6.5 Prüfungen von Zementleim, Zementsuspension und Zusätzen	45
6.1.8 Zugfestigkeitsentwicklung	39	6.5.1 Allgemeines	45
6.1.9 Relaxationstemperatur	39	6.5.2 Dichte	45
6.1.10 Flüchtige Bestandteile	39	6.5.3 Korngrößenverteilung	45
6.1.11 Einwaage	39	6.5.4 Mahlfeinheit	45
6.1.12 Mischgenauigkeit	39	6.5.5 Chemische Zusammensetzung	45
6.1.13 Prüfbericht für Rissfüllstoff	39	6.5.6 Infrarotspektrum	45
		6.5.7 Rohdichte	45
		6.5.8 Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit	46
		6.5.10 Druckfestigkeit	46
		6.5.11 Raumänderung	46
		6.5.12 Elektrochemische Prüfung	46
		6.5.13 Thermogravimetrische Analyse	46
		6.5.14 Einwaage	46

	Seite		Seite
6.5.15 Prüfbericht für Zementleim und Zementsuspension	46	6.6.7 Füllgradbestimmung nach Rissinjektion (Prüfart 2)	48
6.6 Prüfungen am Verbundsystem Zementleim/Zementsuspension im Riss	46	6.6.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	48
6.6.1 Allgemeines	46	6.6.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	48
6.6.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 1)	47	6.6.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	48
6.6.3 Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1)	47	6.6.11 Prüfbericht	48
6.6.4 Füllgradbestimmung (Prüfart 1)	47	Normen und Richtlinien	50
6.6.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 2)	47	Tabellenanhang	53
6.6.6 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)	48	Bildanhang	69

1 Allgemeines

(1) Teil 4 enthält alle notwendigen Angaben zur Durchführung von Prüfungen, die nach Teil 2 erforderlich sein können.

(2) Art und Umfang der Prüfungen sowie die Anforderungen an die Stoffe sind Teil 2 zu entnehmen.

(3) Soweit nichts anderes angegeben ist, erfolgen Probenvorbereitung, Lagerung und Prüfung im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Ausgangsstoffe und Prüfgeräte sind durch ausreichend lange Lagerungsdauer an die jeweilige Prüftemperatur anzupassen.

(4) Es sollten ganze Gebinde verwendet werden. Anbruchgebinde sind derart zu verschließen, dass bei weiterer Lagerung keine Veränderungen der Stoffe auftreten. Auf Stoffbestandteile, die sich bei Präparation und Prüfung verändern können, ist vom Hersteller hinzuweisen.

(5) Als Prüfergebnisse sind grundsätzlich Einzel- und Mittelwerte anzugeben.

2 Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3

2.1 Allgemeines

Die Stoffe werden im Folgenden einheitlich als PCC bezeichnet. Art und Umfang der durchzuführenden Prüfungen sowie die Anforderungen an die Prüfergebnisse, die Übereinstimmungsnachweise und die Lieferbedingungen sind Teil 2, Abschnitten 1, 4 und 7, zu entnehmen. Systeme auf der Basis von Zementmörtel nach Teil 2, Abschnitt 4.3.2, müssen die nachfolgenden Prüfungen ebenfalls erfüllen.

2.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

2.2.1 Allgemeines

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

2.2.2 Kornzusammensetzung

(1) Die Kornzusammensetzung ist in Anlehnung an DIN 4226-3 unter Berücksichtigung von DIN 52098 bzw. DIN EN 12192-1 jeweils in Luft an zwei homogenisierten Zuschlaggebinden durch Sieben zu ermitteln. Vorzugsweise sind folgende Prüfkorngrößen zu verwenden:

0,063 – 0,125 – 0,25 – 0,5 – 1 – 2 – 4 – 8 – 16 mm.

(2) Je Gebinde der Trockenkomponente sind mindestens zwei Siebungen durchzuführen. Anzugeben sind die Einzel- und Mittelwerte der Siebdurchgänge und Kornklassen je Gebinde sowie die Gesamtmittelwerte auf 0,1 M.-% genau. Die gemittelte Siebdurchgangslinie ist darzustellen.

2.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze

Der Festkörpergehalt von Dispersionen ist nach DIN EN ISO 3251 mit einer Trocknungszeit von 1 h bei $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ zu bestimmen. Dies gilt sinngemäß auch für den Trockenrückstand voremulgierter Epoxidharze und Härter.

2.2.4 Thermogravimetrische Analyse

(1) Die thermogravimetrische Analyse ist nach DIN EN ISO 11358, Abschnitt 8 (dynamisches Verfahren), durchzuführen.

(2) Die thermogravimetrische Analyse (TGA) ist an der Trockenkomponente und am Kunststoffzusatz, soweit er getrennt vorliegt, durchzuführen. Sie erfolgt bei der Trockenkomponente an einer Probe des Siebdurchganges durch das Analysensieb 0,25 mm nach DIN ISO 3310-1. Bei wasser- und lösemittelhaltigen 1-K-Systemen ist die TGA an dem bei $105 ^\circ\text{C}$ getrockneten Film durchzuführen. Bei mehrkomponentigen Systemen sind die Einzelkomponenten zu untersuchen.

(3) Die Analyse umfasst den Temperaturbereich von Raumtemperatur bis mindestens $600 ^\circ\text{C}$, bei gefüllten Systemen bis $900 ^\circ\text{C}$. Die Einwaagemengen sind dem Messgerät und der Zusammensetzung der Probe anzupassen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind

- der Masseverlust bei $600 ^\circ\text{C}$,
- die Massenverluste der einzelnen Stufen und
- die Peaktemperaturen

anzugeben.

(4) Aufzuzeichnen und auszuwerten sind der Masseverlust (TG) der Probe und die zugehörige Differentialkurve (DTG) in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei der DTG muss der Hauptpeak eine relative Intensität von mindestens 80 % aufweisen. Einwaage und Aufheizrate sind anzugeben. Die skalierten TG- und DTG-Kurven sind dem Prüfbericht beizufügen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind der Masseverlust bei $600 ^\circ\text{C}$, die Massenverluste der einzelnen Stufen und die Peaktemperaturen anzugeben.

2.2.5 Infrarot-Spektrum

(1) Die Prüfung ist unter Zugrundelegung von DIN EN 1767 und DIN 51451 durchzuführen.

(2) Folgende Verfahrensweisen sind für die IR-Aufnahmen der Stoffe zulässig:

- Messung in Durchstrahltechnik in Küvetten zwischen Fenstern oder am Film auf einem Fenster im Spektralbereich 4000 cm^{-1} bis 400 cm^{-1} ;
- Messung auf ATR-Kristallen im Spektralbereich 4000 cm^{-1} bis 500 cm^{-1} .

(4) Die stärksten Absorptionsbanden im Spektrum sollen im Bereich zwischen 5 % und 15 % Durchlässigkeit liegen.

(5) Bei Verwendung konventioneller Gittergeräte sollte die Aufnahmezeit rd. 15 min. betragen. Das Trägermaterial darf durch die Flüssigkomponenten nicht verändert werden.

(6) Zuschläge, Füllstoffe und Pigmente sind vor der Messung, z. B. durch Zentrifugieren oder Mikrofiltration, gegebenenfalls mit vorgeschalteter Extraktion mit einem geeigneten Lösemittel, abzutrennen. Mit dem Eluat ist dann wie mit einem lösemittelhaltigen Stoff weiter zu verfahren.

(7) Der Hersteller hat Lösemittel anzugeben, die sich für die Extraktion des Kunststoffzusatzes der Trockenkomponente eignen.

(8) Lösemittel sind aus den Stoffen quantitativ zu entfernen. Dazu wird der Stoff auf das Fenstermaterial oder den ATR-Kristall aufgetragen und ca. 10 min. bei 50 °C bis 105 °C gegebenenfalls im Unterdruck schonend abgelüftet. Die Lösemittelfreiheit des Stoffes ist sicherzustellen.

(9) Klare, lösemittelfreie Einzelkomponenten werden ohne Probenpräparation gemessen. Das Trägermaterial darf durch die Flüssigmuster nicht verändert werden.

(10) Im Prüfbericht sind anzugeben:

- Gerätetyp und Messbedingungen,
- Präparationsbedingungen,
- Beschriftung der Diagramme,
- IR-Spektren im Format DIN-A4.

2.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betoner-satzsystems

2.3.1 Allgemeines

(1) Tabelle 2 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die Prüfungen erfolgen an den Flüssigkomponenten und am Harzgemisch. Bei gefüllten Systemen werden die Prüfungen nach den Abschnitten 2.3.3, 2.3.4 und 2.3.5 an den Originalkomponenten und an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösemittel zu machen. Das gewählte Trennverfahren, vorzugsweise Heißeextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren, ist anzugeben.

(3) Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Produkten, sind die Prüfungen an beiden Produkten durchzuführen.

(4) Die Komponenten sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min im Rührwerk mit max. 300 min^{-1} Umdrehungen zu mischen; sie muss augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Temperatur ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

2.3.2 Dichte

Die Dichte ist nach ISO 2811-1 und ISO 2811-2 bzw. DIN 51757 an den Flüssigkomponenten in jeweils zwei Einzelversuchen zu ermitteln. Das gewählte Verfahren ist anzugeben. Einzelwerte und Mittelwert sind auf $0,001\text{ g/cm}^3$ anzugeben.

2.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl

(1) Das Epoxidäquivalent ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16 945 bzw. DIN EN 1877-1, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu bestimmen. Das gewählte Verfahren ist anzugeben.

(2) Die Aminzahl ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16 945 zu ermitteln. Einzel- und Mittelwerte sind auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet in mg KOH/g anzugeben. Alternativ wird die Totalbasizität nach DIN EN 1877-2 bestimmt (Angabe in mol/kg).

(3) Zuschläge, Füllstoffe und Pigmente sind vor der Bestimmung in geeigneter Weise abzutrennen, z. B. mit Hilfe eines Lösemittels und anschließender Zentrifugierung oder Mikrofiltration. Lösemittel sind aus dem Eluat durch Erwärmen auf 50 °C bis 105 °C zu entfernen.

2.3.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4

2.3.5 Infrarot-Spektrum

Die Flüssigkomponenten sind infrarotspektroskopisch entsprechend Abschnitt 2.2.5 zu untersuchen.

2.3.6 Ablaufneigung

Das Harzgemisch ist mit einem Spaltrakel, Spaltweite 200 µm bzw. 500 µm je nach Gesamt-Sollschichtdicke, auf zwei waagrecht liegende Stahlplatten nach DIN EN 13062 (Mindestmaße: 70 mm x 150 mm), aufzubringen und zu prüfen.

2.3.7 Topfzeit¹

(1) Die Einzelkomponenten sind bei $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ mindestens 24 h zu lagern. Es sind zwei Versuche durchzuführen. Die Mindestansatzmenge beträgt 150 g. Die Mischung der Einzelkomponenten erfolgt von Hand mit geeignetem Rührspatel, alternativ mit einem Laborrührwerk mit einer Drehzahl von 200 U/min, bis die Mischung homogen ist. Die Mischzeit beträgt unmittelbar nach dem Dosiervorgang 1 min.

(2) Nach dem Mischen sind 100 ml unverzüglich in eine Blechdose mit einem Durchmesser von 65 mm zu geben. Die Blechdose ist allseitig durch eine mindestens 30 mm dicke Schaumstoffschicht wärmegeklämt. Die Temperaturentwicklung ist mit einem Thermoelement im Schwerpunkt des Stoffgemisches zu messen. Die Zeit zwischen Beendigung des Homogenisierens und dem Anstieg der Temperatur auf 40 °C wird als Topfzeit definiert.

(3) Topfzeit, maximal erreichte Temperatur und die hierfür benötigte Zeit (Reaktionszeit) sind als Einzelwerte und Mittelwert mit einer Genauigkeit von 1 min bzw. 1 K anzugeben. Das Ergebnis ist das arithmetische Mittel aus zwei Einzelbestimmungen.

2.3.8 Härtungsverlauf

(1) Die Bestimmung des Härtungsverlaufs sowie der daraus abgeleiteten Härtungszeit bis zur Endhärte erfolgt im Klima DIN 50014 - 23/50-1 an aus den Einzelkomponenten gemischtem Stoff durch Prüfung der Shore-A- oder Shore-D-Härte nach DIN EN ISO 868. Hiervon abweichend dürfen auch Schichtdicken ≤ 6 mm, jedoch nicht < 3 mm, geprüft werden. Das Prüfverfahren und die Schichtdicke sind zwischen dem Hersteller und der Prüfstelle zu vereinbaren und im Prüfbericht der Grundprüfung anzugeben. Die vereinbarte Schichtdicke muss nicht identisch mit der Schichtdicke in der Angabe zur Ausführung sein.

(2) Die Komponenten sind 24 h vor dem Mischen im Prüfklima zu lagern. Der Stoff wird in der fest-

gelegten Schichtdicke in einem Eindruckdeckel aus Blech (\varnothing mindestens 75 mm) aufgebracht. Während der Härtung erfolgt die Härteprüfung in Zeitintervallen, die dem voraussichtlichen Härtungsverlauf anzupassen sind.

(3) Die Härte ist in mindestens 5 Zeitintervallen (6 Messpunkte) zu prüfen.

(4) Der gemessene Härtungsverlauf ist grafisch bis zur Endhärte aufzutragen. Als Endhärte wird die Härte nach siebentägiger Lagerung im Prüfklima definiert. Als Härtungszeit ist das Zeitintervall bis zum Erreichen von 50 % der Endhärte anzugeben.

2.4 Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

2.4.1 Herstellung der Mischungen

(1) Tabelle 3 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die PCC sind mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen. Zusätzlich sind Mischungen mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge herzustellen und nach den Abschnitten 2.4.2, 2.4.3 und 2.5.4 zu prüfen.

(3) Zur Gleichmäßigkeitskontrolle sind an sämtlichen Mischungen die Prüfungen nach den Abschnitten 2.4.2 und 2.5.4 (nur nach 28 d) durchzuführen.

(4) Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Die Prüfungen am Frisch- und Festmörtel sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung durchgeführt werden. Mischzeit und Mischabfolge sind vom Hersteller anzugeben. Typ des Zwangsmischers, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben.

(5) Für die Prüfungen der Konsistenzänderung (Abschnitt 2.4.3) sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 mit geringer Drehzahl.

2.4.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt sind mit der minimalen und der maximalen Flüssigkeitszugabemenge nach DIN 18555-2 unmittelbar nach dem Mischen bzw. der gegebenenfalls vom Hersteller angegebenen Reifezeit zu ermitteln. Ist wegen sehr weicher Konsistenz eine Bestimmung des Ausbreitmaßes nicht möglich, wird der Versuch ohne Hubschläge durchgeführt. Das gewählte Verfahren ist im Prüfbericht anzugeben. Bei Bestimmung von Rohdichte und Luftgehalt sind Art und Dauer der

¹ s. a. DIN EN ISO 9514

Verdichtung im Prüfbericht anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

2.4.3 Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)

Die Konsistenzänderung ist anhand der Veränderung des Ausbreitmaßes nach Abschnitt 2.4.2 zu beurteilen. Die Prüfungen erfolgen bei Normalklima DIN 50014-23/50-2 mit den auf $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ vortemperierten Ausgangsstoffen und Mischwerkzeugen. Das Ausbreitmaß ist zusätzlich gemäß Abschnitt 2.4.2 in viertelstündigen Abständen bis zu einer Gesamtzeit von 1,5 h sowie 2 h, 3 h, 4 h, 5 h und 6 h nach dem Mischen jeweils an derselben Probe zu bestimmen. Zwischen den einzelnen Prüfungen ist die Probe in einem abgedeckten Behälter sowie die Mischwerkzeuge bei den jeweiligen Temperaturen zu lagern. Unmittelbar vor jeder Prüfung ist die Probe 15 s durchzumischen (geringe Drehzahl des Mixers nach DIN EN 196-1). Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

2.4.4 Ablaufneigung

Die zementgebundene Korrosionsschutzbeschichtung ist mit einem Spaltrakel, Spaltweite 500 μm bzw. 1000 μm je nach Gesamt-Sollschichtdicke, auf zwei waagerecht liegende Stahlplatten nach DIN EN 13062 (Mindestmaße: 70 mm x 150 mm) aufzubringen und zu prüfen.

2.4.5 Verarbeitbarkeitsdauer

Die Verarbeitbarkeitsdauer der zementgebundenen Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke wird anhand der Streichfähigkeit beurteilt. Die Probe ist zwischen den Prüfungen in einem abgedeckten Behälter zu lagern und jeweils vor der Prüfung aufzurühren.

2.5 Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

Tabelle 4 enthält eine Übersicht über die Anzahl der für die Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems erforderlichen Probekörper.

2.5.1 Herstellung der Probekörper

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN 18555-3:1982-09, Abschnitt 3. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

(2) Die Mischung sollte nicht länger als 15 min nach Ende des Mischvorganges bzw. der Reifezeit

zu Probekörpern verarbeitet werden. Die Proben bleiben 24 h in der Form.

2.5.2 Lagerung der Probekörper

Nach der Herstellung sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

Lagerung A

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach unter Wasser mit $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;

Lagerung B

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

2.5.3 Festigkeit nach Lagerung A

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen der Altersstufen 2 d, 7 d, 28 d und 90 d zu ermitteln.

2.5.4 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen zu ermitteln. Mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge sind die Festigkeiten im Alter von 1 d, 2 d, 7 d, 28 d und 90 d und mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 28 d zu bestimmen.

2.5.5 Quellen

Das Quellen ist durch Längenänderungsmessungen gemäß DIN 52450 an drei Prismen der Lagerung A im Alter von 1 d, 2 d, 3 d, 7 d, 14 d, 21 d, 28 d zu bestimmen. Die Ausgangsmessung erfolgt nach dem Entformen. Zusätzlich sind die Prismen fortlaufend zu wiegen und die Masseänderungen anzugeben. Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

2.5.6 Schwinden

Das Schwinden ist, wie in Abschnitt 2.5.5 beschrieben, an sechs Prismen der Lagerung B zu bestimmen.

2.5.7 Kriechen

(1) Das Kriechen wird an Mörtelzylindern ($h = 150 \text{ mm}$, $\varnothing = 50 \text{ mm}$) ermittelt. Die Zylinder werden in der Schalung 1 d feucht bei 23°C gelagert. Nach dem Ausschalen werden die Zylinder mit Aluminiumfolie versiegelt und bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert. Es werden 6 Zylinder aus einer Mischung hergestellt, von denen jeweils 3 im Alter von 28 d für die folgenden Prüfungen verwendet werden:

- Ermittlung der Kurzzeitdruckfestigkeit in Anlehnung an DIN 1048-5;
- Druckkriechversuch

(2) Die Kriechspannung beträgt ein Drittel der ermittelten Kurzzeitdruckfestigkeit. Die Belastungsvorrichtung muss eine momentenfreie Belastung der Probekörper sicherstellen. Die versiegelten Zylinder sind während der gesamten Versuchsdauer von mindestens 180 d einer Prüftemperatur von 23 °C ausgesetzt.

(3) Die Verformungen werden an 3 gleichmäßig über den Zylinderumfang verteilten Messstellen gemessen. Die Verformungen sind nach 15 min, 1 h, 2 h, 1 d, 4 d und 7 d, anschließend wöchentlich bis 42 d, 14tägig bis 98 d und danach vierwöchentlich abzulesen. Die Einzelwerte der Kriechverformungen sind zahlenmäßig anzugeben. Die über die 3 Messstellen gemittelte Kriechkurve ist grafisch darzustellen.

(4) Zur Abschätzung des Endkriechmaßes ε_{∞} werden die Quotienten aus Belastungsdauer und Kriechdehnung über der Belastungsdauer grafisch aufgetragen. Das Endkriechmaß wird aus dem Reziprokwert der Steigung der durch lineare Regression auf der Basis der gemittelten Messwerte bestimmten Ausgleichsgeraden berechnet. Neben dem Endkriechmaß wird die Endkriechzahl angegeben als

$$\varphi_{\infty} = \varepsilon_{\infty} / \varepsilon_{el}$$

mit

ε_{el} elastische Verformung unmittelbar nach Erreichen der Kriechlast.

(5) Der lineare Teil der Kurve zur Ermittlung des Endkriechmaßes muss einen Zeitraum von 90 d umfassen. Gegebenenfalls ist der Prüfzeitraum entsprechend zu verlängern.

2.5.8 Gesamtgehalt an Halogenen

Der Gesamtgehalt an Halogenen (außer Fluor) ist an einer Probe des rd. 7 d erhärteten Mörtels (Lagerung B) zu ermitteln. Die aufgemahlene, bis zur Massekonstanz bei 105 °C getrocknete Probe ist im HNO₃-Aufschlussverfahren (Heißaufschlussverfahren) im Platintiegel zu behandeln. Nach Entfernen des Kohlenstoffdioxids durch Rühren ist das salpetersaure Filtrat bei einem pH-Wert von 2,5 in Gegenwart von Aceton mit Silbernitratlösung der Stoffmengenkonzentration von 0,02 Mol/dm³ potentiometrisch zu titrieren. Bei Halogengehalten von höchstens 0,01 M.-% ist es zweckmäßig, der Lösung vor der Titration Natriumchloridlösung der Stoffmengenkonzentration 0,02 Mol/dm³ zuzugeben, die bei der Berechnung des Halogengehaltes zu berücksichtigen ist. Ebenso muss der Halogengehalt der verwendeten Reagenzien und feinporigen Filter (Blindwert) ermittelt und bei der Auswertung berücksichtigt werden.

2.5.9 Korrosionsfördernde Stoffe

Die Prüfung erfolgt entsprechend den Zulassungsrichtlinien für Betonzusatzmittel². Abweichend darf die Elektrode in praxisgerechter Schichtdicke mit der Korrosionsschutzbeschichtung bzw. der Haftbrücke versehen und nach deren Erhärtung in den zugehörigen Mörtel eingebettet werden.

2.5.10 Trockenrohddichte

(1) Zur Ermittlung der Trockenrohddichte des auf Platten-Grundkörpern verarbeiteten Mörtels werden nach erfolgter Abreißprüfung den Probekörpern nach Abschnitt 2.7.4 (Prüfalter 28 d) jeweils zwei Bohrkerne und aus 3 Platten Mörtelscheiben mit Durchmesser von ca. 50 mm und ca. 15 mm bzw. 35 mm Dicke entnommen, wobei die dem Grundkörperbeton bzw. der Oberfläche/Klebeschicht zugewandten Grenzschichten abzuschneiden sind. Hierfür dürfen die Bohrkerne zur Ermittlung der Haftzugfestigkeit der Versagensart A oder A/B verwendet werden. Gegebenenfalls sind gesonderte Bohrkerne zu entnehmen.

(2) An den Bohrkernen ist die Trockenrohddichte entsprechend DIN 52170-1 zu ermitteln, wobei die Volumenbestimmung durch Tauchwägung erfolgt. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung sind auf 0,001 kg/dm³ anzugeben.

2.5.11 Statischer Elastizitätsmodul

Der statische Elastizitätsmodul wird in Anlehnung an DIN 1048-5 im Druckversuch ermittelt. Die Messungen sind an drei Zylindern ($\varnothing = 50$ mm, $h = 150$ mm) nach Lagerung B im Alter von 28 d durchzuführen.

2.5.12 Dynamischer Elastizitätsmodul

(1) Der dynamische Elastizitätsmodul E_{dyn} ist mit Hilfe der Ultraschallaufzeitmessung zu ermitteln. Die Messungen sind an drei Prismen der Lagerung B im Alter von 28 d durchzuführen. Aus der Schallgeschwindigkeit c und der Rohddichte ρ ist vereinfachend der dynamische Elastizitätsmodul $E_{dyn} = c^2 \cdot \rho$ zu berechnen.

(2) Die Einzelwerte sind auf 100 N/mm² und der Mittelwert auf 500 N/mm² gerundet anzugeben.

² Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsrichtlinien), DIBt, in der jeweils gültigen Fassung (derzeit: Mai 2000)

2.5.13 Karbonatisierungstiefe

Die Karbonatisierungstiefe ist an frischen Bruchflächen von je drei Prismen der Lagerung B im Alter von 28 d, 56 d und 90 d mit dem Phenolphthaleintest (einprozentige Phenolphthalein-Lösung in 70%igem Alkohol) zu ermitteln; die Messung erfolgt 1 h nach dem Aufsprühen. Der Abstand der Farbumschlaggrenze von der Einfüllseite ist auszumessen und zu mitteln. Einzelwerte sind auf 0,1 mm und der Mittelwert auf 0,5 mm gerundet anzugeben. Für eine genauere Beurteilung des zeitlichen Verlaufs sind weitere Prüftermine nach rd. 180 d sowie nach 1, 2 und 5 Jahren erforderlich. Die Prüfergebnisse sind dem Prüfbericht beizufügen.

2.5.14 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

Neun Prismen der Lagerung B sind im Alter von 28 d für weitere 28 d in gesättigter Calciumhydroxidlösung bei $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu lagern. Danach sind die Prismen unter feuchten Tüchern abzukühlen. Drei Prismen sind unmittelbar danach auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 zu prüfen. Sechs Prismen werden im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bis zum Alter von 90 d gelagert und auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 geprüft. Anzugeben sind die Einzel- und Mittelwerte.

2.5.15 Kapillare Wasseraufnahme

(1) Die Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme nach DIN 52617 erfolgt an drei Scheiben mit einem Durchmesser von rd. 100 mm und einer Höhe von 20 mm.

(2) Die Scheiben sind im Alter von 28 d (Lagerung B) mit der Einfüllseite nach unten 2 bis 5 mm tief in Wasser mit einer Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu legen. Die Wasseraufnahme ist auf 0,01 g genau bis zum Ablauf von 14 d zu messen. Einzelwerte und Mittelwert des Wasseraufnahmekoeffizienten W_{24} sind gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern anzugeben. Die Wasseraufnahme der einzelnen Scheiben über den Prüfzeitraum von 14 d ist grafisch darzustellen.

2.5.16 Wasserdampfdurchlässigkeit

(1) Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgt entsprechend DIN 52615 an fünf Kreisscheiben mit einem Durchmesser von rd. 100 mm und einer Höhe $h = 20$ mm unter der Randbedingung B (Feuchtbereichsverfahren).

(2) Die Herstellformen für die Scheiben dürfen nicht mit Trennmittel versehen werden. Es empfiehlt sich daher die Verwendung von PE, PP, PTFE oder Silikonkautschuk. Die gemäß Lagerung B gelagerten Scheiben sind im Alter von 28 d

mit der Einfüllseite nach unten dampfdicht auf bzw. in die Gefäße zu bauen (entsprechende Abdichtungsmittel sind in DIN 53122-1 beschrieben). Danach sind die Proben bis zum Abschluss der Prüfung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(3) Die Proben sind auf mindestens 0,01 g genau zu wiegen. Die Einzelwerte, der Mittelwert und die Standardabweichung der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke s_d und der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ sind, gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern, anzugeben.

2.6 Grundkörper

2.6.1 Allgemeines

(1) Im Folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als „Grundkörper“ bezeichnet.

(2) Es werden Grundkörper in folgenden Formen und mit folgenden Maßen verwendet:

- Platten-Grundkörper 300 mm x 300 mm x 100 mm gemäß Bild 6
- Balken-Grundkörper gemäß Bild 1
- Schwindrinne gemäß Bild 2
- Reprofilierungsplatten-Grundkörper gemäß Bildern 3 und 4.

2.6.2 Platten- und Balken-Grundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit

(1) Die Grundkörper (Bild 1) sind mit Kiessand des Sieblinienbereichs A/B 8 nach DIN 1045-2:2001-07 (gegebenenfalls Zugabe von bis zu 20 % Hartsteinsplitt) und Zement CEM I 42,5 R nach DIN EN 197-1 herzustellen.

(2) Der Beton muss der Festigkeitsklasse C 50/55 nach DIN 1045-2 entsprechen. Folgende Betonzusammensetzung wird empfohlen:

- Zementgehalt: ca. 460 kg/m³;
- Mischungsverhältnis: z/g/w = 1/3,70/0,40;
- gegebenenfalls Zugabe eines Betonverflüssigers (BV) oder Fließmittels (FM).

(3) Zur Kontrolle von Gleichmäßigkeit und Güte der Betonmischungen sind je Mischung 3 Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Mittelwert im Prüfbericht anzugeben.

(4) Herstellung und Lagerung erfolgen nach DIN 1048-5:

- Entschalen nach 24 h Erhärtung;
- Wasserlagerung bis zum Alter von 7 d, danach Lagerung bei Raumtemperatur.

(5) Im Alter von rd. 21 d ist die bei der Herstellung unten liegende Seite der Grundkörper oder, soweit zutreffend: die Aussparung der Balken, durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen oder zum Beschichten vorzubereiten.

(6) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rautiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens³ und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN 1048-2 bzw. EN 1542 zu bestimmen. Die Rautiefe darf einen Wert von $R_t = 1,0$ mm nicht überschreiten. Die Rautiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(7) Die Oberflächenzugfestigkeit muss bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $\beta_{HZ} = 3,0$ N/mm² betragen; Einzelwerte bis $\beta_{HZ} = 2,0$ N/mm² sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

2.6.3 Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.9

Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen entsprechend Bild 2 zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen sind.

2.6.4 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Grundkörper sind mit Kiessand des Sieblinienbereiches A/B 16 nach DIN 1045-2:2001-07 und Zement CEM I 32,5 R nach DIN EN 196-1 herzustellen.

(2) Der Beton muss der Festigkeitsklasse C 20/25 nach DIN 1045-2 entsprechen. Folgende Betonzusammensetzung wird empfohlen:

- Zementgehalt: ca. 300 kg/m³;
- Mischungsverhältnis: z/g/w = 1/6, 2/0,6;
- gegebenenfalls Zugabe eines Luftporenbildners.

(3) Zur Kontrolle von Gleichmäßigkeit und Güte der Betonmischungen sind je Mischung drei Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(4) Herstellung und Lagerung der Grundkörper erfolgen nach DIN 1048-5:

- Entschalen nach 24 h Erhärtung;

- Wasserlagerung bis zum Alter von 7 d, danach Lagerung bei Raumtemperatur.

(5) Vor dem Beschichten ist die ausgesparte Seite der Grundkörper durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel vorzubereiten. Dabei sind die freiliegenden Stabstähle nach DIN EN ISO 12944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosteten.

2.7 Prüfungen am Verbundkörper

2.7.1 Allgemeines

(1) Die freiliegenden Bewehrungsstäbe der Reprofilierungsplatten sind mit der zum Betonersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu beschichten. Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Produkten, so ist die Schichtenfolge anzugeben.

(2) Die Auftragsmengen der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie die Verfahrensweise beim Beschichten sind im Prüfbericht anzugeben.

(3) Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des PCC ist Abschnitt 2.4.1 zu beachten. Abweichend hiervon dürfen die Prüfungen nach den Abschnitten 2.7.6 und 2.7.9 mit einer vom Hersteller anzugebenden verminderten Flüssigkeitszugabemenge durchgeführt werden.

(4) Alle Komponenten des Betonersatzsystems für den Anwendungsbereich PCC I werden von oben auf liegende und für den Anwendungsbereich PCC II auf senkrecht stehende Platten-Grundkörper nach den Abschnitten 2.6.2 und 2.6.4 aufgetragen. Bei Betonersatzsystemen für die Anwendungsbereiche PCC I und PCC II sind senkrecht stehende Plattengrundkörper zu beschichten. Für PCC II ist als Größtkorn > 4 mm zulässig (gesonderter Nachweis nach Abschnitt 2.7.8).

(5) Nach Aufbringen des PCC sind die Probekörper in der Applikationslage mit feuchten Tüchern und Folie für 24 h bis zum Entfernen der Schalung abzudecken und danach gemäß Abschnitt 2.7.2 zu lagern.

(6) Die Beschichtungsdicke der Platten-Grundkörper richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser des PCC und beträgt bei dem Größtkorndurchmesser ≤ 4 mm 20 mm bzw. 40 mm beim Größtkorndurchmesser > 4 mm. Abweichungen hiervon sind auf Wunsch des Herstellers möglich. Der Größtkorndurchmesser des PCC für die Beschichtung der Balken-Grundkörper beträgt höchstens 4 mm.

³ Prüfung nach N. Kaufmann: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971), Nr. 3, S. 171 ff

2.7.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

(1) Tabelle 5 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und die Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonersatzsystem.

(2) Die Grundkörper sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu konditionieren.

2.7.3 Haftzugfestigkeit nach Lagerung A

Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche hinsichtlich Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend ist die Haftzugfestigkeit an drei Probekörpern der Altersstufe 90 d gemäß Abschnitt 2.7.11 zu ermitteln.

2.7.4 Haftzugfestigkeit nach Lagerung B

Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche hinsichtlich Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend ist die Haftzugfestigkeit an drei Probekörpern nach 7 d gemäß Abschnitt 2.7.13 zu ermitteln.

2.7.5 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper der Lagerung B sind im Alter von 25 d für 3 d in Wasser bei Raumtemperatur einzulagern. Rund 3 d bevor sie in das Wasser eingelagert werden, sind sämtliche Plattenflächen bis auf die Deckfläche des Mörtels (300 mm x 300 mm) mit einem geeigneten Reaktionsharz zu beschichten. Hiermit soll das seitliche und rückseitige Eindringen von Flüssigkeit während der Wechselagerung verhindert werden.

(2) Die Temperaturwechselbeanspruchung, mit der nach der Wasservorlagerung begonnen wird, muss in einer geschlossenen Prüfruhe mit Umluft-, Heizungs-, Kühl- und Flutungseinrichtung durchgeführt werden.

(3) Die Platten werden senkrecht in die Prüfruhe gestellt. Der Abstand der Platten untereinander muss mindestens 100 mm und zu den Wänden der Prüfruhe mindestens 50 mm betragen. Die Medientemperaturen T in der Prüfruhe müssen so geregelt werden, dass sie im Verlauf des folgenden Prüfzyklus in einem Abstand von (10 ± 2) mm von dem Mittelpunkt jeder Beschichtungsoberfläche innerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

(4) Die Einhaltung der zulässigen Temperaturabweichungen ist bei herkömmlichen Prüfruhen an einem Volumenverhältnis Prüfraum/Probekörper > 7 möglich.

- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von höchstens 15 min am Ende)
- 3 h Abkühlen mit Luft auf $T = (-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen $20 ^\circ\text{C}$ und $-15 ^\circ\text{C}$: $\pm 3 \text{ K}$)
- 4 h Lagerung bei $T = (-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 0,25 h Erwärmen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $-17 ^\circ\text{C} < T < 22 ^\circ\text{C}$)
- 1,25 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende)
- 1,5 h Aufheizen mit Luft auf $T = (60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen $20 ^\circ\text{C}$ und $60 ^\circ\text{C}$: $\pm 3 \text{ K}$)
- 10 h Luftlagerung bei $T = (60 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 0,25 h Abkühlen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $62 ^\circ\text{C} > T > 18 ^\circ\text{C}$)
- 1,75 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

(5) Die Temperatur des einlaufenden Wassers muss zwischen $18 ^\circ\text{C}$ und $22 ^\circ\text{C}$ liegen. Ein Zyklus dauert jeweils 24 h. Die Temperaturwechselbeanspruchung umfasst 20 Zyklen.

(6) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Prüfruhe ist eine ausreichende Bewegung der Luft und des Wassers sicherzustellen. Eine Regelung der Luftfeuchte in der Prüfruhe ist nicht notwendig.

(7) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus der Prüfruhe sind die Platten auf Oberflächenveränderungen (Risse, Ablösungen und Abwitterungen) zu untersuchen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

(8) Die Bestimmung der Haftzugfestigkeit erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitt 2.7.13. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

2.7.6 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper sind gemäß Abschnitt 2.7.5, Absatz (1), herzustellen und in Wasser vorzulagern.

(2) Nach der Wasservorlagerung werden die Probekörper 50-mal mit folgendem Zyklus beansprucht:

- 2 h Lagerung in gesättigter Kochsalzlösung bei $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- 2 h Wasserlagerung bei $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

(3) Die Platten werden senkrecht in die mit Flüssigkeit gefüllten Behälter gestellt. Der Abstand der Platten untereinander und zu den Behälterwänden muss mindestens 100 mm betragen. Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung ist eine ausreichende Bewegung der Umgebungsmedien sicherzustellen. Das Volumenverhältnis von Flüssigkeit zu Probekörper ist so zu wählen, dass die angegebenen Temperaturen, 50 mm von der Plattenoberfläche entfernt gemessen, zu jeder Zeit und bei jeder Platte eingehalten werden. Die Umlagerung einer Platte darf max. 5 min in Anspruch nehmen. Die zeitliche Reihenfolge der Platten beim Umlagern ist stets beizubehalten.

(4) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper innerhalb von 30 Minuten augenscheinlich auf Abwitterung und Rissbildung zu untersuchen. Risse ab einer Rissbreite von 0,05 mm sind in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend sind die Probekörper hinsichtlich ihrer Lage im Lagerungsbehälter zu vertauschen, damit mögliche Unterschiede in der Beanspruchung an einzelnen Stellen im jeweiligen Lagerungsmedium ausgeglichen werden.

(5) Bei Unterbrechung der Wechsellagerung (über Nacht, am Wochenende oder bei Störungen) lagern die Probekörper im Wasser von $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

(6) Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitt 2.7.13 zu ermitteln.

2.7.7 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Je drei Platten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.1 mit PCC und Feinspachtel oder nur mit Feinspachtel zu beschichten.

(2) Die Probekörper sind nach 28 d Lagerung B einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation mit folgendem Zyklus 10-mal auszusetzen:

- Warmlagerung bei $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
Dauer 5 h 45 min;
- Beregnung mit Leitungswasser bei $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
Dauer 15 min;

(3) Die Temperatur wird mit auf die Beschichtungsoberfläche geklebten Temperaturfühlern gemessen; sie darf bei der Warmlagerung frühestens nach 0,5 h und muss spätestens nach 1 h im genannten Bereich liegen.

(4) Die Probekörper werden von oben beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung (1,5 % bis 3 %) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers sicherzustellen. Die

Prüfung findet in einem offenen System statt, so dass sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(5) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen werden, muss im Bereich $(50 \pm 5) \text{ K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen; die Beregnungsmenge muss mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$ betragen.

(6) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitt 2.7.13 ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel bzw. im Feinspachtel ab einer Rissbreite von 0,10 mm sind in Schritten von 0,10 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

2.7.8 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

(1) Das Auftragen des PCC erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Balken-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild 1 dargestellt. Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, dass folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

- Extremwerte der Dehnung in der Bindeebene Beton/PCC: $0 \% \leq \varepsilon_{z,R} \leq 0,004 \%$;
- Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$;
- Dauer $t = 24 \text{ h}$.

(2) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der PCC für die Dauer der Schwingbeanspruchung nachbehandelt. Der beschichtete Balken-Grundkörper lagert nach Beendigung der Schwingbeanspruchung 27 d im Normklima DIN 50014-23/50-2 (Lagerung B).

(3) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel ab einer Rissbreite von 0,10 mm sind in Schritten von 0,10 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

(4) Die Haftzugfestigkeit ist gemäß Abschnitt 2.7.13 an 8 gleichmäßig über die PCC-Fläche verteilten Prüfstellen (Bild 1) zu ermitteln.

2.7.9 Behindertes Schwinden

(1) Der PCC wird in liegende Schwindrinnen (Bild 2) eingefüllt, verdichtet, abgezogen und abgerieben. Die Verdichtungsart ist anzugeben.

(2) Anschließend sind die Schwindrinnen ohne Abdeckung zu lagern und auf Rissbildung zu beobachten.

(3) Gegebenenfalls aufgetretene Risse sind nach 90 d in der Längsachse auf 0,02 mm genau auszumessen. Anzugeben sind die Anzahl der Risse, die mittlere und die maximale Rissbreite sowie gegebenenfalls Zeitpunkt der Rissbildung und großflächige Ablösungen vom Stahl. Außerdem ist die Karbonatisierungstiefe entsprechend Abschnitt 2.5.13 anzugeben.

2.7.10 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Betonstabstähle und das Stahlblech (Bild 5) sind nach DIN EN ISO 12944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosten. Die Rautiefe des Stahlblechs ist im Prüfbericht anzugeben.

(2) Danach werden die Betonstabstähle und das Stahlblech nach Angabe des Herstellers vollständig mit der Korrosionsschutzbeschichtung versehen. Während des Aufbringens und des Erhärtens der Korrosionsschutzbeschichtung sind die Stabstähle senkrecht und das Stahlblech waagrecht zu lagern. Ist nach Angabe des Herstellers ein Absanden der Korrosionsschutzbeschichtung vorgesehen, so sind je ein Betonstabstahl Ø 8 mm und Ø 16 mm und eine Seite des Stahlblechs abzusanden. Auftragsmenge und Trockenschichtdicke der Korrosionsschutzbeschichtung auf der nicht besandeten Seite des Stahlblechs sind zu bestimmen und im Prüfbericht anzugeben.

(3) Nach der vom Hersteller vorgegebenen Wartezeit – vorzugsweise nach 7 d – ist eine Längskante des Stahlblechs vorsichtig freizuschleifen, ohne den Haftverbund zwischen Korrosionsschutzbeschichtung und Stahlblech zu beeinträchtigen.

(4) Anschließend sind die Stahlproben senkrecht zur Hälfte in eine mit dem zum Betonersatzsystem gehörenden PCC gefüllte Form einzubetten (Bild 5) und nach dem Entformen 7 d im Normklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(5) Der Probekörper ist dann liegend (freigeschliffene Blechkante nach untenweisend) nacheinander folgenden Prüfungen zu unterziehen:

- nach DIN 50018 im Prüfklima DIN 50017 – KFW: 10 Prüfzyklen;
- nach DIN EN ISO 6988 mit 0,2 L (Liter) SO₂: 10 Prüfzyklen;
- nach DIN 50021 SS: 5 Beanspruchungstage.

(6) Danach sind die Betonstabstähle und das Stahlblech optisch auf Rostbildung und Unterrostung zu untersuchen. Zur Beurteilung der Unterrostung ist – ausgehend von der freigeschliffenen Kante des Stahlblechs – die Korrosionsschutzbe-

schichtung so zu entfernen, dass eventuell vorhandene Korrosion sichtbar wird. Das Untersuchungsergebnis ist im Prüfbericht anzugeben.

2.7.11 Verhalten bewehrter Verbundkörper

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.1 mit dem PCC zu beschichten. Alle nicht mit PCC versehenen Flächen sind mit einem Reaktionsharz wasserundurchlässig zu beschichten.

(2) Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper erfolgen gemäß Abschnitt 2.7.6.

(3) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper augenscheinlich auf Rissbildung und Abwitterung zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,10 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung sind die Probekörper längs der in Bild 3 bzw. Bild 4 skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und auf Rissbildung und Hohlstellen zu beurteilen. Die Bewehrungsstähle sind freizulegen und auf Korrosionserscheinungen zu beurteilen.

2.7.12 Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

(1) Die Prüfung wird in Anlehnung an RILEM/CEB/FIP-Recommendation RC 6 – 1978 „Bond test reinforcing steel – 2. Pull-out test“ durchgeführt. Die Prüfung erfolgt mit Betonstabstäben BSt 500 S, Ø 16 mm, nach DIN 488-1; sie gliedert sich in drei Prüfabschnitte. Je Prüfabschnitt werden 3 Stabstähle geprüft.

- a: unbeschichteter Stabstahl in einem Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 nach DIN 1045-2:
 - Lagerung der Probekörper: 7 d feucht, anschließend bei Raumtemperatur
 - Seriendruckfestigkeit: $\beta_{ws,soll} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- b: unbeschichteter Stabstahl im systemgebundenen Mörtel/Beton für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3:
 - Lagerung der Probekörper: 1 d feucht, anschließend im Normklima DIN 50014-23/50-2
 - Prüfdauer: 28 d
- c: beschichteter Stabstahl (maximale Beschichtungsdicke gemäß Angaben zur Ausführung) im systemgebundenen Mörtel/Beton für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3:
 - Lagerung der Probekörper: 1 d feucht, anschließend Normklima DIN 50014-23/50-2
 - Prüfdauer: 28 d.

(2) Beurteilungskriterium ist die Verbundspannung bei einem Verschiebeweg von $\Delta = 0,1$ mm. Aus den Versuchsergebnissen der Prüfserie a wird die Bezugsverbundspannung $\tau(\beta_{ws,soll})$ wie folgt berechnet:

$$\tau(\beta_{ws,soll}) = \tau(\beta_{ws,ist}) \frac{\beta_{ws,soll}}{\beta_{ws,ist}}$$

(3) Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die in den Versuchsabschnitten b und c ermittelte Verbundspannung jeweils mindestens 80 % der im Nullversuch (Versuchsabschnitt a) ermittelten Bezugsverbundspannung beträgt.

2.7.13 Hinweise zur Prüfung der Haftzugfestigkeit

(1) Die Oberfläche des Probekörpers muss zum Erreichen eines haftfähigen Untergrundes mit einem geeigneten Verfahren (z. B. Strahlen, Bürsten, Schleifen), bis oberflächennahes Korn gerade sichtbar wird, vorbereitet werden. Der Probekörper ist mit einem Kernbohrer, Innendurchmesser $d_i = 50$ mm, bis in eine Tiefe von 10 mm in den Grundkörper anzubohren. Auf den Kern ist ein Prüfstempel mit einer Dicke von mindestens 25 mm zu kleben. Der Klebstoff ist vom Hersteller des Mörtels zu benennen. Lage und Kennzeichnung der Prüfstellen auf den Probekörpern sind in Bild 6 dargestellt.

(2) Die Prüfung erfolgt mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 100 N/s. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung der Haftzugfestigkeitswerte sind, auf 0,1 N/mm² gerundet, anzugeben.

(3) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in

Kohäsionsversagen:

- Versagensart A: im Beton
- Versagensart B: im PCC
- Versagensart C: im Feinspachtel

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und dem PCC
- Versagensart B/C: zwischen dem PCC und dem Feinspachtel
- Versagensart B/Y: zwischen dem PCC und der Klebeschicht
- Versagensart C/Y: zwischen dem Feinspachtel und der Klebeschicht
- Versagensart Y/Z: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

(4) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

3 Im Spritzverfahren aufzubringende kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)

3.1 Allgemeines

Die Stoffe, die im Nass- oder Trockenspritzverfahren aufgebracht werden, werden im Folgenden einheitlich als SPCC bezeichnet. Der Umfang der durchzuführenden Prüfungen sowie die Anforderungen an die Prüfergebnisse sind Teil 2, Abschnitte 1, 4 und 7, zu entnehmen.

3.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.2.1 Allgemeines

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.2.2 Kornzusammensetzung

Siehe Abschnitt 2.2.2

3.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze

Siehe Abschnitt 2.2.3

3.2.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4

3.2.5 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

3.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.3.1 Allgemeines

(1) Tabelle 2 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die Prüfungen erfolgen an den Flüssigkomponenten und am Harzgemisch. Bei gefüllten Systemen werden die Prüfungen nach den Abschnitten 3.3, 3.4 und 3.5 an den Originalkomponenten und an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen

durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösemittel zu machen. Das gewählte Trennverfahren, vorzugsweise Heißextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren, ist anzugeben.

(3) Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Produkten, sind die Prüfungen an beiden Produkten durchzuführen.

(4) Die Komponenten sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min bei einer Drehzahl von max. 300 min⁻¹ zu mischen; sie muss augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Temperatur ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

3.3.2 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

3.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3

3.3.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4.

3.3.5 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

3.3.6 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.3.6.

3.3.7 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

3.3.8 Härungsverlauf

Siehe Abschnitt 2.3.8.

3.4 Im Zwangsmischer hergestellte Mischungen

Tabellen 6 und 7 enthalten eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.4.1 Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

3.4.1.1 Herstellung der Mischungen

(1) Sowohl für das Nass- als auch für das Trockenspritzverfahren ist mit der vom Hersteller vorgesehenen Flüssigkeitszugabe (Höchstmenge) ein Mörtel nach dessen Maßgabe im Zwangsmischer (Fassungsvermögen mindestens 30 l) herzustellen. Mischertyp, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben. Hierbei sind die Frischmörtelkennwerte zu ermitteln. Für die Ermittlung der Frischmörtelkennwerte sind mindestens drei Mischungen herzustellen.

(2) Für die Prüfungen der Ablaufneigung (Abschnitt 2.4.4) sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 mit geringer Drehzahl.

3.4.1.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Siehe Abschnitt 2.4.2.

3.4.1.3 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.4.4.

3.4.1.4 Verarbeitbarkeitsdauer

Die Verarbeitbarkeitsdauer der zementgebundenen Korrosionsschutzbeschichtung wird anhand der Streichfähigkeit beurteilt. Die Probe ist zwischen den Prüfungen in einem abgedeckten Behälter zu lagern und jeweils vor der Prüfung aufzurühren.

3.4.2 Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.4.2.1 Herstellung der Probekörper

Siehe Abschnitt 2.5.1.

3.4.2.2 Lagerung der Probekörper

Siehe Abschnitt 2.5.2.

3.4.2.3 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im Alter von 28 d zu ermitteln.

3.4.2.4 Schwinden

Siehe Abschnitt 2.5.6.

3.4.2.5 Gesamtgehalt an Halogenen

Siehe Abschnitt 2.5.8.

3.4.2.6 Korrosionsfördernde Stoffe

Siehe Abschnitt 2.5.9.

3.5 Grundkörper

3.5.1 Spritzpfannen

Es sind Spritzpfannen gemäß Bild 9 zu verwenden. Die Innenflächen der Spritzpfannen sind durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen. Der Rand der Pfanne zur Bestimmung der Frischmörtelrohichte muss plan geschliffen sein. Für die Ermittlung der Frischmörtelrohichte des gespritzten PCC (Abschnitt 3.6.2) und die Herstellung von gespritzten PCC-Probekörpern sind für die Überkopfanwendung fünf und für die Anwendung an vertikalen Flächen drei Spritzpfannen erforderlich.

3.5.2 Platten-Grundkörper für die Prüfungen der Haftzugfestigkeit

Die Platten-Grundkörper 300 mm x 300 mm x 100 mm sind nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

3.5.3 Platten-Grundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

Die Platten-Grundkörper (Bild 7) sind entsprechend Abschnitt 2.6.2, Absätze (1) bis (4), jedoch mit Zement CEM III/A 42,5 nach DIN EN 197-1, herzustellen und zu prüfen.

3.5.4 Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.8

Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen entsprechend Bild 2 zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen sind.

3.5.5 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.9

(1) Zur Überprüfung des Verhaltens am bewehrten Gesamtsystem werden bei ≤ 4 mm Größtkorn des SPCC Reprofilierungsplatten-Grundkörper mit 17 mm (Bild 3) bzw. bei 8 mm Größtkorn des SPCC mit 40 mm (Bild 4) tiefer Aussparung verwendet.

(2) Die Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.6.4, Absätze (2) bis (4), herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

(3) Auf der Rückseite der Reprofilierungsplatten sind Ankerschienen einzubauen, mit denen die Reprofilierungsplatten am Spritzstand befestigt werden können.

(4) Rechtzeitig vor dem Einbau der Reprofilierungsplatten in den Spritzstand sind die Stabstähle mit der zum Betonersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu versehen.

(5) Vor dem Beschichten ist die ausgesparte Seite der Grundkörper durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel vorzubehandeln. Dabei sind die freiliegenden Stabstähle nach DIN EN ISO 12944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosten.

3.5.6 Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11

Verwendet werden 2 Spritzkästen (mit Stabstählen versehene Holzschalungskästen) entsprechend Bild 8. Bevor die im Bild 8 markierten Betonstabstähle nach Angabe des Herstellers vollständig mit der Korrosionsschutzbeschichtung versehen werden, sind sie nach DIN EN ISO 12944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosten. Während des Aufbringens und Erhärtens der Korrosionsschutzbeschichtung sind die Stabstähle senkrecht zu lagern. Ist eine Absandung vorgesehen, ist je Stabdurchmesser einer der beiden Stabstähle abzusanden. Die Auftragsmengen sind im Prüfbericht anzugeben. Die Korrosionsschutzbeschichtung wird 3 d vor dem Spritzen aufgebracht, sofern der Hersteller keine andere Angabe macht.

3.6 Prüfungen an gespritzten Proben

3.6.1 Herstellung und Lagerung

3.6.1.1 Allgemeines

(1) Im Folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten Körper als „Grundkörper“ bezeichnet.

(2) Während der Herstellung der Probekörper, d. h. bis zu ihrer Entnahme aus dem Spritzstand, muss die Umgebung eine Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und eine rel. Luftfeuchte von $(50 \pm 20) \%$ aufweisen. Die klimatischen Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben. Die für den Auftrag des SPCC verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

3.6.1.2 Applikation

(1) Soweit nicht anders angegeben, lagern die Grundkörper bis zum Einbau in den Spritzstand bei Raumtemperatur. Für die Applikation des SPCC

sind die Grundkörper im Spritzstand so zu befestigen, dass während des Spritzvorgangs keine gefügestörenden Schwingungen auftreten können. Das Vornässen der Grundkörper erfolgt nach Maßgabe des Herstellers.

(2) Die Auftragsdicke des SPCC richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser und dem vorgesehenen oberen Maß für den großflächigen Auftrag bei der Ausführung (Tabelle 8).

(3) Der Abstand der Spritzdüse von der Auftragsfläche beträgt mind. 0,50 m. Beim Hinterspritzen von vollständig freiliegender Bewehrung darf der Düsenabstand verringert werden.

(4) Die Applikation des SPCC erfolgt in zwei Lagen. Die Wartezeit bis zum Aufbringen der nachfolgenden Lage ist vom Hersteller festzulegen und im Prüfbericht anzugeben. Zwischen den einzelnen Spritzlagen ist der SPCC gegebenenfalls nachzubehandeln. Eine Nachbearbeitung zur Verbesserung der Verdichtung bzw. Haftung ist nicht zulässig.

(5) Zusätzlich ist das Verhalten des SPCC bei einlagigem Auftrag zu überprüfen. Hierzu sind drei Platten-Grundkörper mit einer Auftragsdicke von 20 mm nach Abschnitt 3.5.2 und zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.5 mit $t = 17$ mm tiefer Aussparung in einem Arbeitsgang zu spritzen, bei einem Größtkorndurchmesser > 4 mm sind Reprofilierungsplatten-Grundkörper mit einer Aussparung von $t = 40$ mm zu verwenden. Der Hersteller entscheidet, ob auch bei einlagigem Aufbau die Oberfläche geglättet werden kann oder spritzrau belassen werden muss.

(6) Die Spritzpfanne für die Bestimmung der Frischmörtelrohichte (siehe Bild 9) sowie die Spritzkästen nach Abschnitt 7.5.6 sind in einem Arbeitsgang zu spritzen. Beide Spritzkästen sind mit gleicher Einstellung des Spritzaggregates nacheinander vollzuspritzen.

(7) Anschließend entscheidet die Prüfstelle, aus welchem Kasten die 4 Stabstähle für die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung entnommen werden. Diese Stabstähle werden unmittelbar nach Beendigung des Spritzvorgangs aus dem frischen SPCC entnommen. Nach Beendigung des Spritzvorganges ist die Oberfläche abzuziehen und zu glätten.

(8) Die Frischmörtelrohichte wird sowohl beim ersten als auch beim zweiten Spritzauftrag bestimmt. Dazu ist die Spritzpfanne jeweils sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, abzuziehen und zu glätten.

3.6.1.3 Lagerung der Probekörper

(1) Nach der Applikation der letzten Spritzlage sind die Probekörper im Spritzstand wie folgt zu lagern:

- Lagerung A – ständig feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);
- Lagerung B – 24 Stunden feucht (wie Lagerung A), anschließend ohne Nachbehandlung im Klima des Spritzstandes (vgl. Abschnitt 3.6.1.1).

(2) 48 Stunden nach dem Auftragen der jeweils letzten Spritzlage sind die Probekörper aus dem Spritzstand zu entnehmen. Anschließend sind aus dem SPCC Prismen und Scheiben herauszuschneiden bzw. zu bohren.

(3) Nach der Entnahme aus dem Spritzstand sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

- Lagerung A: unter Wasser mit (23 ± 2) °C;
- Lagerung B: im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

3.6.2 Prüfungen am Frischmörtel

Die Rohdichte des SPCC ist durch Wägung und Volumenbestimmung der in die Spritzpfanne gespritzten Probe zu ermitteln. Die Prüfung ist unmittelbar nach Beendigung des jeweiligen Spritzvorganges durchzuführen (vgl. Abschnitt 3.6.1.2).

3.6.3 Prüfungen am Festmörtel

Tabelle 9 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.6.3.1 Festigkeit nach Lagerung A und B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen der Altersstufen 7 d, 28 d und 90 d je Lagerungsart zu ermitteln. Die Maße der Prismen sind auf 0,1 mm anzugeben.

3.6.3.2 Quellen

Das Quellen ist, wie in Abschnitt 2.5.5 beschrieben, nach 3 d, 7 d, 14 d, 21 d und 28 d zu bestimmen.

3.6.3.3 Schwinden

Das Schwinden ist, wie in Abschnitt 3.6.3.2 beschrieben, an sechs Prismen der Lagerung B im Alter von 3 d, 7 d, 14 d, 21 d und 28 d zu bestimmen.

3.6.3.4 Trockenrohichte

Die Trockenrohichte ist gemäß DIN 52170-1 an sechs Prismen im Alter von 28 d nach Lagerung B

zu ermitteln. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung sind auf 0,001 kg/dm³ anzugeben.

3.6.3.5 Dynamischer Elastizitätsmodul

Siehe Abschnitt 2.5.12.

3.6.3.6 Karbonatisierungstiefe

Siehe Abschnitt 2.5.13.

3.6.3.7 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

Siehe Abschnitt 2.5.14.

3.6.3.8 Kapillare Wasseraufnahme

Siehe Abschnitt 2.5.15.

3.6.4 Prüfungen am Verbundkörper

3.6.4.1 Allgemeines

(1) Eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonsatzsystem enthält Tabelle 10.

(2) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitten 3.6.4.2, 3.6.4.3 und 3.6.4.4 ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite > 0,10 mm in Schritten von 0,10 mm anzugeben.

3.6.4.2 Haftzugfestigkeit nach Lagerung A

Die Haftzugfestigkeit ist an drei Probekörpern der Altersstufe 90 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.3 Haftzugfestigkeit nach Lagerung B

Die Haftzugfestigkeit ist an drei Probekörpern der Altersstufe 7 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.4 Haftzugfestigkeit an einlagig gespritzten Proben

Die Haftzugfestigkeit ist an drei Probekörpern der Altersstufe 7 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.5 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper sind gemäß Abschnitt 2.7.6, Absätze (1) bis (5) herzustellen und zu lagern und zu prüfen.

(2) Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.6 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Drei Probekörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.7, Absätze (1) bis (5) herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

(2) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitt 3.6.4.12 ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel ab einer Rissbreite von 0,05 mm sind in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

3.6.4.7 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

(1) Das Auftragen des SPCC erfolgt entsprechend Abschnitt 2.7.8 unter Beachtung folgender Abweichungen:

- Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild 7 dargestellt.
- Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben.
- Die Haftzugfestigkeit ist gemäß Abschnitt 3.6.4.12 an 15 gleichmäßig über die SPCC-Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

3.6.4.8 Behindertes Schwinden

(1) Die Schwindrinnen gemäß Bild 2 sind im Spritzstand waagrecht anzubringen, so dass die SPCC-Oberflächen senkrecht ausgerichtet sind. Die SPCC-Oberflächen sind abziehen und abzureißen.

(2) Die Schwindrinnen sind nach ihrem Ausbau aus dem Spritzstand nach Abschnitt 2.7.9, Absätze (2) und (3) zu lagern und zu prüfen.

3.6.4.9 Verhalten bewehrter Verbundkörper

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 3.5.5 mit dem SPCC zu beschichten. Für die Prüfung gilt Abschnitt 2.7.11 mit folgenden Abweichungen:

- Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper richten sich nach Abschnitt 3.6.4.5.
- Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite > 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben.

3.6.4.10 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Beständigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung wird anhand der 4 Stabstähle aus Abschnitt 3.6.1.2 und einem Stahlblech 200 mm x 90 mm x 1,5 mm aus S235JRG nach DIN EN 10027-1 beurteilt.

(2) Die Stahloberflächen sind nach Abschnitt 2.7.10 zu behandeln und zu prüfen.

(3) Die aus dem frischen SPCC entnommenen Stabstähle werden gereinigt und getrocknet. Anschließend werden sie augenscheinlich auf Beschädigungen der Korrosionsschutzbeschichtung untersucht. Das Ergebnis ist im Prüfbericht festzuhalten.

3.6.4.11 Feststellung der Spritzeignung des SPCC

Zur Feststellung der Spritzeignung des SPCC ist der Probekörper nach Bild 8 entsprechend der dort skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Spritzschatten und Hohlstellen an den Schnittflächen oberhalb der in Bild 8 angegebenen Zahlenreihen wie folgt zu beurteilen:

- bei flächenhaften Spritzschatten und Hohlstellen, die an Stabstähle angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung (bei Doppelstäben vom Schwerpunkt ausgehend), multipliziert mit dem Faktor 2;
- bei linienförmigen Spritzschatten und Hohlstellen, die nicht an einen Stabstahl angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung.

3.6.4.12 Hinweise zur Prüfung der Haftzugfestigkeit

(1) Es ist entsprechend Abschnitt 2.7.13 zu verfahren.

(2) Bei der Beschreibung der Bruchfläche ist zu unterscheiden in:

Kohäsionsversagen:

- Versagensart A: im Beton
- Versagensart B: im SPCC

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und dem SPCC
- Versagensart B/Y: zwischen dem SPCC und der Klebeschicht
- Versagensart Y/Z: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

(4) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

4 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2/PC I und M 2/PC II

4.1 Allgemeines

(1) Die Stoffe werden im Folgenden einheitlich als PC bezeichnet. Art und Umfang der Prüfungen, die Anforderungen an die Prüfergebnisse, die Übereinstimmungsnachweise und die Lieferbedingungen sind Teil 2, Abschnitten 1, 4 und 7, zu entnehmen.

(2) Bei gefüllten Systemen werden Prüfungen an den Originalkomponenten bzw. an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösungsmittel zu machen. Das gewählte Trennverfahren – vorzugsweise Heißeextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren – ist anzugeben.

4.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke

4.2.1 Allgemeines

Tabelle 11 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen.

4.2.2 Bindemittel

4.2.2.1 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

4.2.2.2 Epoxidäquivalent und Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

4.2.2.3 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4.

4.2.2.4 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

4.2.3 Zuschlag

4.2.3.1 Kornzusammensetzung

siehe Abschnitt 2.2.2

4.2.4 Zuschlag mit Reaktionsharz bzw. Härter

4.2.4.1 Rohdichte

Die Rohdichte des Gemisches ist nach DIN 18555-2 an jeweils zwei Proben aus zwei Zuschlag-Gebinden zu bestimmen.

4.2.4.2 Kornzusammensetzung

Die Kornzusammensetzung ist nach Extraktion der Bindemittelkomponente mit einem geeigneten Lösemittel gemäß Abschnitt 2.2.2 zu ermitteln.

4.2.4.3 Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt

Die Festlegung der Reaktionsharz- bzw. Härtergehaltsbestimmung in der Grundprüfung ist zwischen Hersteller und Prüfstelle abzustimmen. Eine genaue Prüfvorschrift ist durch den Hersteller bei der jeweiligen Prüfstelle zu hinterlegen und muss im Prüfbericht der Grundprüfung festgehalten werden. Der Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt ist auf 0,1 M.-% genau im Prüfbericht anzugeben.

4.3 Prüfungen am Frischmörtel/Gemisch

4.3.1 Herstellung der Mischungen

(1) Tabelle 11 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch.

(2) Die Einwaage der Mörtel-Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 % vorzunehmen. Die Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch und am Festmörtel sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung durchgeführt werden. Die Ausgangsmischung ist nach den Vorgaben des Herstellers herzustellen. Das Verfahren (Mischgerät, Mischabfolge, Mischzeit) ist anzugeben.

(3) Die Komponenten der Haftbrücke und der Korrosionsschutzbeschichtung sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min bei einer Rührdrehzahl von max. 300 min⁻¹ zu mischen; sie muss augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

4.3.2 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

4.3.3 Härtungsverlauf

Siehe Abschnitt 2.3.8.

4.3.4 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.3.6

4.3.5 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen erfolgt an den angemischten Stoffen nach 24-stündiger Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 und anschließender dreistündiger Lagerung bei (105 ± 2) °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3251.

4.4 Prüfungen am Festmörtel

Tabelle 12 enthält eine Übersicht über den Umfang der Prüfungen am Festmörtel.

4.4.1 Herstellung der Probekörper

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt nach DIN 18555-3. Die Art der Verdichtung ist im Prüfbericht anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

(2) Zusätzlich zu den Probekörpern der Grundprüfung sind Prismen herzustellen, die mit einem Thermoelement zur Messung der Kerntemperatur zu versehen sind. Diese Prismen dienen bei den Versuchen nach den Abschnitten 4.4.4, 4.4.6, 4.4.7 und 4.4.8 als Temperatur-Kontrollprobekörper.

4.4.2 Lagerung der Probekörper

Nach der Herstellung sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

- Lagerung A: bei (T_{min,P} ± 1) °C
- Lagerung B: im Normalklima DIN 50 014-23/50-2
- Lagerung C: 6 h Lagerung B, anschließend 18 h bei (60 ± 2) °C, danach 24 h Lagerung B

4.4.3 Rohdichte

(1) Die Rohdichte ist an drei Prismen nach 7 d Lagerung B gemäß DIN 52170-1 zu ermitteln. Das Volumen ist durch Tauchwägung zu bestimmen.

(2) Die Probekörpermasse ist auf 0,01 g genau zu ermitteln. Einzelwerte und Mittelwert der Rohdichte sind auf 0,001 kg/dm³ anzugeben. Darüber hinaus ist der Sollwert der Rohdichte bei vollkommener Verdichtung vom Hersteller anzugeben.

4.4.4 Festigkeit nach Lagerung A

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen der Altersstufen 1 d, 2 d, 3 d und 7 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln. Die Prüfungen erfolgen zügig nach der Entnahme aus dem Kälte-lagerungsbehälter. Die zulässige Abweichung der Kerntemperatur von der Lagerungstemperatur beträgt 0,5 K bei der Festigkeitsprüfung.

4.4.5 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen der Altersstufen 1 d und 7 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

4.4.6 Festigkeit nach Lagerung C

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen im Alter von 2 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

4.4.7 Thermische Dehnung

(1) Die thermische Dehnung ist an Probekörpern des PC, nach Lagerung B, im Alter von 7 d gemäß DIN EN 1770 zu ermitteln.

(2) Die Messungen erfolgen nacheinander bei Probekörpertemperaturen von 23 °C, -20 °C, 40 °C und 60 °C (jeweils ± 2 K).

(3) Es sind die Wärmedehnzahlen α_t für die Temperaturbereiche von -20 °C bis 23 °C, von 23 °C bis 40 °C sowie von -20 °C bis 40 °C zu berechnen.

(4) Die Einzelwerte und der Mittelwert der Wärmedehnzahlen sind auf $0,5 \times 10^{-6}$ K genau anzugeben.

(5) Bei Verwendung der Dilatometermethode ist die grafische Darstellung dem Prüfbericht beizufügen.

4.4.8 Dynamischer Elastizitätsmodul

Siehe Abschnitt 2.5.12.

4.4.9 Freies Schrumpfen

(1) Zur Bestimmung des freien Schrumpfs sind zwei Rinnen aus Winkelstahl entsprechend Bild 2 zu verwenden. Vor dem Einfüllen des PC ist die Rinneninnenfläche mit einem Trennmittel zu versehen. Der PC ist manuell zu verdichten, bündig abzuziehen und zu glätten.

(2) Nach 14 d Lagerung B ist das Mörtelprofil in derselben Rinne auf einer Seite zum Anschlag zu bringen und der entstandene Spalt zu vermessen. Die Spaltbreite, bezogen auf die Ausgangslänge von 1 m, wird als Schrumpfmaß definiert. Einzel-

werte und Mittelwert des Schrumpfmaßes sind auf 0,1 mm/m anzugeben.

4.5 Grundkörper

4.5.1 Allgemeines

(1) Im Folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als „Grundkörper“ bezeichnet.

(2) Es werden Grundkörper in folgenden Formen und Maßen verwendet:

- Plattendgrundkörper:
300 mm x 300 mm x 100 mm
- Reprofilierungsplatten-Grundkörper gem. Bild 3

4.5.2 Plattendgrundkörper für die Prüfung der Haftzugfestigkeit

(1) Die Grundkörper (Bild 6) sind nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen und zu prüfen.

(2) Abweichend gilt: Die Rautiefe der gestrahlten Seite und die Oberflächenzugfestigkeit sind nur an jedem 10. Platten-Grundkörper zu ermitteln.

4.5.3 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands

Die Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.6.4, Absätze (1) bis (5) herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

4.6 Prüfungen am Verbundkörper

4.6.1 Allgemeines

(1) Die freiliegenden Bewehrungsstäbe der Reprofilierungsplatten sind mit der zum Betonersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu beschichten. Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Varianten, so ist die Schichtenfolge anzugeben. Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des PC ist Abschnitt 4.3.1 zu beachten.

(2) Die Auftragsmengen der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie die Verfahrensweise beim Beschichten sind im Prüfbericht anzugeben.

(3) Die Beschichtungsdicke der Plattendgrundkörper richtet sich

- a) nach dem Größtkorndurchmesser des Zuschlags

Größtkorn	Beschichtungsdicke
$\leq 4 \text{ mm}$	20 mm
$> 4 \text{ mm}$	40 mm

- b) nach der max. Anwendungsschichtdicke.

Anwendungsdicke x	Beschichtungsdicke
$x \leq 20 \text{ mm}$	20 mm
$20 < x \leq 40 \text{ mm}$	40 mm

Der größere Wert ist maßgebend.

4.6.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

(1) Tabelle 13 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und die Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonersatzsystem.

(2) Soweit nichts anderes angegeben ist, lagern die Grundkörper bei Raumtemperatur und sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu konditionieren.

4.6.3 Haftzugfestigkeit nach Lagerung A

Stoffe, Grundkörper und Mischwerkzeuge sind mindestens 24 h bei $T_{\min,P}$ zu konditionieren. Anschließend sind die Grundkörper bei $T_{\min,P}$ zu beschichten. Lufttemperatur und Luftfeuchte während des Beschichtens sind im Prüfbericht anzugeben.

4.6.4 Haftzugfestigkeit nach Lagerung B

Die Haftzugfestigkeit ist an jeweils zwei Probekörpern der Altersstufen 1 d und 7 d gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

4.6.5 Haftzugfestigkeit nach Lagerung B (Applikation über Kopf)

Zwei Platten-Grundkörper sind über Kopf zu beschichten. Die Haftzugfestigkeit ist im Alter von 7 d gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

4.6.6 Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Stoffe, Grundkörper und Mischwerkzeuge sind mindestens 24 h bei $T_{\min,P}$ zu konditionieren. Anschließend sind die Grundkörper bei $T_{\min,P}$ zu beschichten. Nach dem Beschichten lagern die Probekörper 2 Tage bei $T_{\min,P}$ und anschließend im Normalklima. Vor der Wasservorlagerung sind sämtliche Probekörperflächen, außer der Deckfläche des PC (300 mm x 300 mm), mit einem Reaktionsharz zu beschichten. Danach sind die Platten für 3 d in Wasser von $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ zu lagern.

(2) Anschließend ist fortzufahren, wie in Abschnitt 2.7.6, Absätze (2) bis (5), dargestellt.

(3) Abweichend von Abschnitt 2.7.6, Absatz (4), sind Risse ohne Angabe der Rissbreite zu dokumentieren.

(4) Frühestens 7 d nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Die Ringnuten werden mindestens 1 d vor der Prüfung gebohrt.

4.6.7 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Die Probekörper sind nach 7 d der Lagerung B einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation mit folgendem Zyklus 10-mal auszusetzen:

- Warmlagerung bei $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$; Dauer 5 h 45 min;
- Beregnung mit Leitungswasser bei $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$, Dauer 15 min.

(2) Die Temperatur wird mit auf die Beschichtungsfläche geklebten Temperaturfühlern gemessen; sie darf frühestens nach 0,5 h und muss spätestens nach 1 h im genannten Bereich liegen.

(3) Die Probekörper werden von oben thermisch beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung (1,5 bis 3 %) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers sicherzustellen. Die Prüfung findet in einem offenen System statt, so dass sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(4) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen werden, muss im Bereich $(50 \pm 5) \text{ K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen; die Beregnungsmenge muss mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ betragen.

(5) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Oberfläche der Probekörper auf Risse zu untersuchen. Risse sind zu dokumentieren. Auch im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten. Frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Haftzugfestigkeit gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Die Ringnuten werden mindestens 1 d vor der Prüfung gebohrt.

4.6.8 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

Die Prüfung ist nach Abschnitt 2.7.10 durchzuführen.

4.6.9 Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 4.6.1 zu beschichten. Alle nicht mit PC versehenen Flächen sind mit einem Reaktionsharz wasserundurchlässig zu beschichten.

(2) Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper erfolgen gemäß Abschnitt 4.6.6.

(3) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper innerhalb von 30 min augenscheinlich auf Rissbildung und Abwitterung des PC zu untersuchen. Risse sind zu dokumentieren. Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung sind die Probekörper längs der in Bild 3 skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Rissbildung und Hohlstellen zu beurteilen. Die Bewehrungsstäbe sind freizulegen und hinsichtlich Korrosionsercheinungen zu beurteilen.

4.6.10 Hinweise zur Haftzugfestigkeitsprüfung

(1) Es ist nach Abschnitt 2.7.13, Absätze (1) bis (2) zu verfahren.

(2) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in:

Kohäsionsversagen:

- Versagensart A: im Beton
- Versagensart B: in der Haftbrücke
- Versagensart C: im PC
- Versagensart D: in der Klebeschicht

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und der Haftbrücke
- Versagensart B/C: zwischen der Haftbrücke und dem PC
- Versagensart C/D: zwischen dem PC und der Klebeschicht
- Versagensart D/E: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

(3) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

5 Oberflächenschutzsysteme

5.1 Prüfung an den Ausgangsstoffen

5.1.1 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen von physikalisch trocknenden Systemen, 1-K-PU-Systemen und Dispersionen erfolgt gemäß DIN EN ISO 3251 nach einer Trocknungszeit von 1 h bei 105 °C.

5.1.2 Wirkstoffgehalt

Die Festlegung der Wirkstoffgehaltsbestimmung in der Grundprüfung ist zwischen dem Lieferanten/Rohstoffhersteller und Prüfstelle abzustimmen. Als Analysenverfahren können Gaschromatographie, Refraktometrie und gravimetrische Bestimmung gegebenenfalls nach Totalhydrolyse, H^1 -NMR und IR, nicht jedoch TGA, eingesetzt werden. Eine genaue Analysenvorschrift ist durch den Hersteller bei der jeweiligen Prüfstelle zu hinterlegen und muss im Prüfbericht der Grundprüfung festgehalten werden. Der Wirkstoffgehalt ist im Prüfbericht der Grundprüfung anzugeben.

5.1.3 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

5.1.4 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

5.1.5 Thermogravimetrische Analyse (TGA)

Siehe Abschnitt 2.2.4

5.1.6 Viskosität

5.1.6.1 Allgemeines

Bei der Bestimmung der Viskosität ist auf die Vorgeschichte der Probe zu achten. Die Viskosität darf nur an Proben bestimmt werden, die in geschlossenen Gebinden unter Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Lagerungsbedingungen gelagert wurden.

5.1.6.2 Verfahren A: Auslaufzeit

(1) Die Auslaufzeit wird nach DIN EN ISO 2431 an den Flüssigmustern der Einzelkomponenten als Doppelbestimmung mit den Auslaufbechern DIN EN ISO 2431 mit 3, 4 oder 6 mm Düsendurchmesser gemessen.

(2) Die Einzelkomponenten sind vor der Messung bei $(23 \pm 0,5)$ °C zu lagern. Die Prüfung wird im Normalklima DIN 50014-23/50-2 durchgeführt.

(3) Es ist ein Auslaufbecher zu wählen, bei dem eine Auslaufzeit zwischen 30 s und 100 s des zu prüfenden Stoffes erreicht wird.

(4) Die Temperaturen zur Konditionierung der Stoffe und des Auslaufbeckers von $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ müssen eingehalten werden.

(5) Das Ergebnis in Sekunden ist das arithmetische Mittel aus zwei Einzelbestimmungen.

5.1.6.3 Verfahren B: Dynamische Viskosität

(1) Die Viskosität ist an Flüssigmustern der Einzelkomponenten als Doppelbestimmung mit einem Zylinder oder Kegel/Platte-Rotationsviskosimeter nach DIN EN ISO 3219 zu bestimmen.

(2) Die Temperatur der Stoffe und des Prüfgerätes beträgt $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. Das Geschwindigkeitsgefälle ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert zu steigern. Die dynamische Viskosität ist aus der Schubspannung bei maximalem Geschwindigkeitsgefälle zu berechnen und, auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet, in $\text{mPa} \cdot \text{s}$ mit dem zugehörigen Geschwindigkeitsgefälle anzugeben. Im Prüfbericht sind außerdem die Geräteparameter und sämtliche Präparationsschritte anzugeben und die Fließkurven beizufügen.

5.1.7 Hydroxylzahl, Isocyanat-Gehalt

(1) Die Hydroxylzahl ist nach DIN 53240 bzw. nach DIN EN 1240, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu bestimmen.

(2) Sofern die Methode nach DIN 53240 nicht zu eindeutigen Ergebnissen führt, kann auch nach der Analysenvorschrift Do 180/72 der Bayer AG, Dormagen, gearbeitet werden.

(3) Der Isocyanat-Gehalt ist nach DIN EN ISO 11909, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu ermitteln.

5.1.8 Epoxidäquivalent, Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

5.1.9 Kornzusammensetzung

(1) Die Kornzusammensetzung ist in Anlehnung an DIN 4226-3 unter Berücksichtigung von DIN 66165-1, Verfahren A (Hand-) oder D (Luftstrahl-) oder F (Maschinensiebung) jeweils in Luft an zwei Gebinden der Trockenkomponente durch Sieben zu ermitteln, wobei folgende Prüfkorngrößen gelten:

$0,032^4 - 0,063 - 0,125 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 \text{ mm}$

⁴ nur OS 5 b und nur bei der Grundprüfung und Fremdüberwachung

(2) Für die feineren Korngruppen dürfen auch andere, gleichwertige Verfahren, z. B. Laser-Granulometer, verwendet werden.

(3) Je Gebinde der Trockenkomponente, das homogenisiert worden ist, sind mindestens 2 Siebungen an getrockneten Teilproben durchzuführen. Die Prüfmenge je Siebung beträgt im Regelfall 100 g. Die Einzel- und Mittelwerte je Gebinde sowie die Gesamtmittelwerte der für die einzelnen Kornklassen ermittelten Anteile sind auf 0,1 M.-% anzugeben. Die gemittelte Siebdurchgangslinie ist darzustellen, die Werte sind anzugeben.

(4) Bei der Grundprüfung und der Fremdüberwachung ist für OS 5 b vorzugsweise das Verfahren D (Luftstrahlsiebung) anzuwenden.

5.2 Prüfungen an den gemischten Stoffen

5.2.1 Mischen

5.2.1.1 Mischen zementhaltiger Stoffe

(1) Die Komponenten sind in dem vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnis zu mischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Die Prüfungen an zementhaltigen Stoffen im Frisch- und Festzustand sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung (Chargen-Nr.) durchgeführt werden. Die Ausgangsmischung ist nach Maßgabe des Herstellers und der von ihm anzugebenden maximalen Mischzeit im Regelfall in einem Zwangsmischer herzustellen. Ansatzmenge, Mischungsverhältnis, Mischertyp, Mischzeit und Mischabfolge sind anzugeben.

(2) Für die Prüfung nach Abschnitt 5.2.1 sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung der Mischung erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 bei langsamer Rührdrehzahl.

(3) Diese Mischanleitung gilt für alle Prüfungen der Abschnitte 5.2.2 und 5.2.3, soweit nicht ausdrücklich abweichende Vorgehensweisen vorgeschrieben werden. Die Beschichtungsmaterialien und die Mischwerkzeuge sind vorher mindestens 24 h im Applikationsklima zu konditionieren.

5.2.1.2 Mischen polymerer Stoffe

(1) Die Komponenten sind in dem vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnis zu mischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Als Mischwerkzeuge kommen nach Maßgabe des Herstellers im Regelfall Bohrmaschinen mit Drehzahlregulierung zum Einsatz, die mit unterschiedlichen Aufsätzen (Doppelrührkorb, Tellerrührer,

Korbrührer, Zwangsrührer etc.) ausgestattet sind. Ansatzmenge, Mischungsverhältnis (in Massenteilen), Mischwerkzeug, Drehzahl, Mischdauer und Mischabfolge sind anzugeben.

(2) Diese Mischanleitung gilt für alle Prüfungen des Abschnitts 5.2.4, soweit nicht ausdrücklich abweichende Vorgehensweisen vorgeschrieben werden. Die Mischung erfolgt bei den Prüfungen nach Abschnitt 5.2.5 im Applikationsklima. Die Beschichtungsmaterialien und die Mischwerkzeuge sind vorher mindestens 24 h im Applikationsklima zu konditionieren.

5.2.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Es ist nach Abschnitt 2.4.2 vorzugehen. Bei OS 5 b darf die Vibrationsverdichtung jedoch nicht durchgeführt werden.

5.2.3 Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)

Es ist nach Abschnitt 2.4.3 vorzugehen. Bei OS 5 b entfällt die Vortemperierung auf $(5 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

5.2.4 Härungsverlauf

(1) Es ist nach Abschnitt 2.3.8 vorzugehen.

(2) Bei Stoffsystemen auf der Basis von PMMA wird die Shore-Härte > 2 h nach Erreichen des Temperaturmaximums nach Abschnitt 2.3.7 als einmalige Messung bestimmt. Aus einem 100-cm^3 -Ansatz wird in einen Eindruckdeckel aus Blech (Mindestdurchmesser 75 mm) auf wärmedämmender Unterlage (z. B. Holzbrett) eine Probe gegossen und bei Raumtemperatur gehärtet. Dabei ist darauf zu achten, dass die Schichtdicke zwischen 3 mm und 4 mm beträgt.

5.2.5 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

5.2.6 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen erfolgt an den angemischten 2 K-Produkten nach 24-stündiger Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 und anschließender dreistündiger Lagerung bei $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in Anlehnung an DIN EN ISO 3251.

5.3 Prüfungen an den erhärteten Stoffen

5.3.1 Probekörperherstellung

5.3.1.1 Freie Filme

Der Beschichtungsstoff ist entsprechend den Angaben des Herstellers zu mischen (falls erforderlich) und unter Berücksichtigung der Mindestschichtdicke (d_{\min}) auf eine ebene Unterlage aufzutragen, die das Ablösen des Beschichtungsfilms nach der Filmbildung gestattet. Je nach Beschichtungsstoff ist eine geeignete Unterlage auszuwählen; in Frage kommen z. B. PTFE-, PPH-Folie oder Fotopapier. Trennmittel dürfen nicht verwendet werden. In der Regel erfolgt der Auftrag mit einem Spaltrakel; bei gut verlaufenden Stoffen können auch Pinsel oder Rolle verwendet werden. Die Trockenschichtdicke ist anzugeben.

5.3.1.2 Beschichtungen auf Trägermaterial

(1) Ist die Herstellung freier Filme aus stoffbedingten oder prüftechnischen Gründen nicht möglich oder nicht sinnvoll, ist die Beschichtung in der beschriebenen Weise auf Glasfritten als Träger aufzutragen.

(2) Verwendet werden Glasfritten des Typs P 16 gemäß ISO 4793. Der Index der Porengröße muss $> 10 \mu\text{m}$ und $\leq 16 \mu\text{m}$ sein. Die Luftdurchlässigkeit muss $\geq 10,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ sein.

5.3.1.3 Mörtelprismen

Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN 18555-3:1982-09, Abschnitt 3.1 bzw. DIN EN 12190. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden. Die Mischung sollte nicht länger als 15 min nach Ende des Mischvorgangs bzw. der Reifezeit zu Probekörpern verarbeitet werden. Die Proben bleiben 24 h in der Form.

5.3.2 Probekörperlagerung

(1) Freie Filme bzw. Beschichtungen auf Trägermaterial werden 28 d gelagert. Daran schließen sich 3 Zyklen an, bestehend aus:

- 24 h Wasserlagerung bei $23 ^\circ\text{C}$,
- 24 h Trocknung bei $50 ^\circ\text{C}$.

Anschließend sind die Proben mindestens 14 Tage im Normalklima zu lagern.

(2) Die Mörtelprismen sind nach der Herstellung 24 h feucht (Lagerung B: z. B. in einem Feuchtkasten) und danach im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

5.3.3 Diffusionswiderstand gegen CO₂

(1) An den entsprechend Abschnitt 5.3.1 hergestellten und entsprechend Abschnitt 5.2.2 konditionierten Proben wird der Diffusionswiderstand gegen CO₂ nach prEN 1062-6, Verfahren A, bestimmt.

Als Ergebnis sind anzugeben:

- die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d
- die Diffusionswiderstandszahl μ und
- der Diffusionsstrom.

(2) Durch lineare Extrapolation ist die Schichtdicke zu berechnen, die dem in Teil 2, Abschnitt 5, angegebenen Mindestwert der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (s_d) entspricht.

5.3.4 Diffusionswiderstand gegen Wasserdampf

(1) Die Bestimmung erfolgt an entsprechend Abschnitt 5.3.1 hergestellten und entsprechend Abschnitt 5.3.2 konditionierten Proben nach DIN 52615 im Feuchtbereichsverfahren 23-50/95 bzw. nach DIN EN ISO 7783-1/DIN EN ISO 7783-2.

(2) Als Ergebnis sind anzugeben:

- die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d
- die Diffusionswiderstandszahl μ und
- der Diffusionsstrom.

(3) Durch die lineare Extrapolation ist die Schichtdicke zu berechnen, die dem in Teil 2, Abschnitt 5, angegebenen Maximalwert der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (s_d) entspricht.

5.3.5 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an 3 Prismen im Alter von 28 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

5.3.6 Gesamtgehalt an Halogenen

(1) Der Gesamtgehalt an Halogenen (außer Fluor) ist an einer Probe des rd. 7 d erhärteten Stoffes (24 h feucht und anschließend Lagerung im Normklima DIN 50014-23/50-2) zu ermitteln.

(2) Die Probe ist auf $\leq 0,09$ mm aufzumahlen und bis zur Massekonstanz bei 105 °C zu trocknen. An 2 Teilproben von jeweils 2,000 g ist nach Aufschluss mit heißer Salpetersäure gemäß der „Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton“⁵ der Chloridgehalt durch potentiometrische Titration zu bestimmen.

(3) Der Halogengehalt, ausgedrückt als Chlorid, wird in Masseprozent, bezogen auf die getrocknete Ausgangsmasse, angegeben.

5.4 Grundkörper

5.4.1 Allgemeines

Im Folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als „Grundkörper“ bezeichnet.

5.4.2 Grundkörper für Abreißprüfung

(1) Für die Prüfung der Haftzugfestigkeit sind nach DIN EN 1766, Typ MC (040), Platten mit Mindestmaßen 300 mm x 300 mm x 60 mm (OS 9, OS 11, OS 13 und Feinspachtel) bzw. 200 mm x 200 mm x 60 mm (OS 2, OS 4, OS 5) nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen und zu prüfen.

(2) Abweichend gilt: Die Rautiefe der gestrahlten Seite und die Oberflächenzugfestigkeit sind nur an jedem 10. Platten-Grundkörper zu ermitteln.

(3) Die Rautiefe soll 0,5 mm bis 1,0 mm betragen. Die Oberflächenzugfestigkeit muss bei 5 Einzelwerten im Mittel mindestens $\beta_A = 3,0$ N/mm² betragen; Einzelwerte bis $\beta_A = 2,0$ N/mm² sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung im Prüfbericht anzugeben.

5.4.3 Grundkörper für Prüfung der Rissüberbrückung

5.4.3.1 Dynamische Prüfung

(1) Für die Prüfung der Rissüberbrückung von OS 5, OS 9 und OS 11 werden Grundkörper in Anlehnung an DIN EN 196-1 aus einem Prüfmörtel aus Normsand 0-2 mm und einem CEM I 52,5 hergestellt.

(2) Bei der Wahl der Grundkörpergeometrie ist zu berücksichtigen, dass die beschichtete Fläche bei der Prüfung eine Mindestbreite von 40 mm und eine Mindestlänge von 160 mm aufweisen muss.

(3) Die der Beschichtung gegenüberliegende Seite wird zur Prüfung in der Mitte durch eine Kerbe geschwächt, um an dieser Stelle einen planmäßigen Riss zu erzeugen.

(4) Nach Herstellung sind die Probekörper 7 d in Wasser und anschließend mindestens 20 d an Luft zu lagern. Im Alter von frühestens 28 d werden die Grundkörper beschichtet. Die zu beschichtende Seite (gegenüber der Sollbruchstelle) wird vorher von Zementschlämme und losen Teilen durch Sandstrahlen gesäubert.

⁵ DAfStb Heft 401

5.4.3.2 Statische Prüfung

(1) Für die Prüfung der Rissüberbrückung von OS 13 werden Grundkörper mit den Maßen 200 mm x 300 mm x 40 mm verwendet.

(2) Zur Beschichtungsfläche hin wird eine Bewehrung aus 6 Längsstäben Ø 4 mm mit Endhaken und 2 entsprechenden Querstäben eingebaut (Bild 10). Es wird ein Stahldraht (Werkstoff-Nr. 1.0010, D 9-1) mit einer Bruchdehnung von etwa 25 % verwendet. Die Betondeckung muss 10 mm betragen. Die Bewehrungslage ist zu fixieren.

(3) Auf der der Beschichtungsoberfläche abgewandten Seite erhalten die Platten in der Mitte eine durchgehende Scheinfuge in Dreiecksform (Bild 11).

(4) Die Formen sind aus Stahl und haben als Bodeneinlage eine PVC-Platte. Die Schalungsflächen sind dünn mit einem Trennmittel einzureiben.

(5) Die Betonmischung wird im trockenen Zustand aus Rundkorn der Sieblinie B 8 (DIN 1045-2:2001-07) hergestellt. Der Zementgehalt an CEM I 32,5 R beträgt $z = 310 \text{ kg/m}^3$ und der Anteil an Steinkohlflugasche $f = 50 \text{ kg/m}^3$ Beton. Als Wasserzementwert ist $w/z = 0,64$ zu wählen. Bei Anrechnung der Steinkohlflugasche mit $k = 0,4$ ergibt sich folgender Wasserbindemittelwert:

$$w/(z + 0,4 f) = 198/(310 + 0,4 \times 50) = 0,60$$

(6) Die Konsistenz des Frischbetons liegt im Bereich KS:

(7) Nach Einbringen der Mischung in die Schalung wird der Beton auf einem Rütteltisch verdichtet. Die Einfüllseite der Platten wird mit einem Holzbrett abgerieben.

(8) Bis zu ihrer Auslieferung werden die Platten nach DIN 1048-5, Abschnitte 6.1 und 6.2, gelagert. Das Trennmittel wird nach der Herstellung (vor dem Versand) abgewaschen.

(9) Die Betonfestigkeitsklasse muss mindestens C 20/25 entsprechen.

(10) Bild 11 zeigt die Prüfplatte, wie sie für die Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag, hergestellt wird.

5.4.4 Grundkörper für Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Für die Prüfung von Hydrophobierungen (OS 1) sind Würfel mit 100 mm Kantenlänge nach Abschnitt 2.6.4 herzustellen und zu prüfen.

(2) Die Würfel mit 100 mm Kantenlänge sind nach 24 h Erhärtung zu entschalen und danach bei

Raumtemperatur bis zur Prüfung im Alter von mindestens 90 d zu lagern.

5.4.5 Grundkörper für Wasseraufnahmeprüfung

(1) Die Mörtelscheiben für die Bestimmung der Wasseraufnahme sowie der Beständigkeit in alkalischer Umgebung von Hydrophobierungen (OS 1) werden mit einem Durchmesser von 100 mm und einer Höhe von 20 mm, nach DIN EN 196-1 unter Verwendung von CEM I 42,5 R, hergestellt. Die Herstellung erfolgt in zylindrischen Schalringen. Die Probekörper werden 24 h feucht gehalten, dann ausgeformt und mindestens 90 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 gelagert.

(2) Die Wasseraufnahme der Nullproben sollte 4 bis 7 M.-% betragen.

5.4.6 Grundkörper für Bewitterungsprüfungen

Für die visuelle Beurteilung von OS 2 und OS 4 nach der Bewitterung sind handelsübliche Faserzementplatten auf eine Mindestgröße von 45 mm x 135 mm x 6,5 mm durch Trennschnitte zu präparieren. Die Lagerung erfolgt bei Raumtemperatur, die Platten sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 mindestens 24 h zu konditionieren.

5.4.7 Grundkörper für Haftzugfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteinwirkung

a) Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm nach DIN EN 1766 MC 040 (Festigkeitsklasse C 50/55), vgl. Abschnitt 5.4.2.

b) Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm (Festigkeitsklasse C 20/25) gemäß Abschnitt 5.4.4.

5.5 Prüfungen an Verbundkörpern

5.5.1 Beschichten der Grundkörper

(1) Soweit nichts anderes angegeben ist, lagern die Grundkörper bei Raumtemperatur. Sie sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bzw. bei T_{\min} (8 °C) mindestens 24 h zu konditionieren. Das zugehörige Beschichtungsmaterial ist ebenfalls mindestens 24 h bei 8 °C zu konditionieren.

(2) Das Auftragen der Hydrophobierung, des Feinspachtels, der Grundierung sowie der einzelnen Schutzschichten erfolgt nach Maßgabe des Herstellers mit dem Applikationsverfahren, das auch auf der Baustelle angewendet wird, soweit es in den folgenden Abschnitten nicht anders festgelegt ist. Die Beschichtungsarbeiten werden im Regelfall

von einem Vertreter des Herstellers unter Aufsicht des Vertreters der Prüfstelle hergestellt. Die Beschichtung sowie die Lagerung während der Wartezeiten (zwischen der Applikation der einzelnen Lagen) erfolgen, soweit nichts anderes angegeben, im Normalklima DIN 50014-23/50-2 (T_{NORM}) bzw. bei T_{min} (8°C).

(3) Die Beschichtung erfolgt, mit Ausnahme von OS 11, in senkrechter Lage. Der Auftrag der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten (hwO) erfolgt gemäß den Angaben des Herstellers unter Berücksichtigung der Mindestschichtdicken gemäß Teil 2, Tabelle 5.2 (siehe auch Teil 4, Abschnitte 5.5.13 und 5.5.14). Die verarbeiteten Auftragsmengen sind, getrennt für die einzelnen Lagen des Oberflächenschutzsystems, in g/m^2 anzugeben. Die Messung der Schichtdicken erfolgt nach Filmbildung nach DIN EN ISO 2808, Verfahren 3 bzw. 5.

(4) Anzugeben sind die Applikationsgeräte sowie die Wartezeiten zwischen der Applikation der Lagen.

5.5.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

Tabelle 14 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und Lagerung der Probekörper für jeweils ein OS-System.

5.5.3 Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T_{NORM}

Die Haftzugfestigkeit nach DIN EN 1542 und der Gitterschnittkennwert nach EN 2409 mit einer Schnittbreite von 4 mm sind an 2 Platten frühestens 14 d nach Abschluss der Beschichtungsarbeiten bei Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 gemäß Abschnitt 5.5.11 bzw. Abschnitt 5.5.12 zu ermitteln. Ablösungen, Risse bzw. Blasen sind nach DIN 53 209 zu dokumentieren.

5.5.4 Temperaturwechsel-Beanspruchung

5.5.4.1 Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung (Beschichten bei T_{min}) im Vergleich zur unbehandelten Probe

(1) Vier Platten sind bei $(8 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ und $(85 \pm 5) \% \text{ r. F. } (T_{\text{min}})$ mindestens 24 h zu konditionieren und zu beschichten. Nach der Beschichtung sind die Probekörper zwei weitere Tage bei T_{min} und anschließend 12 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern

(2) Vor Beginn der Temperaturwechselbeanspruchung sind die Seitenflächen der betreffenden beiden Platten mit einem Reaktionsharz zu versie-

geln, die Plattenunterseiten sind zu hydrophobieren.

(3) Unbehandelte Grundkörper lagern während der Temperaturwechselbeanspruchung und Frost-Tausalz-Beanspruchung im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

(4) Anschließend beginnt die Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregensimulation nach EN 13 687-2⁶ mit folgendem Zyklus:

- Warmlagerung: Temperatur $T = (60 \pm 5)^{\circ}\text{C}$; Dauer 5 h 45 min
- Beregnung mit Leitungswasser: Temperatur $T = (12 \pm 3)^{\circ}\text{C}$; Dauer 15 min
- Temperatur-Differenz: mind. $(48 \pm 2) \text{ K}$

Die Temperaturwechselbeanspruchung umfasst 10 Zyklen.

(5) Die Probekörper werden von oben beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung ($1,5 \% \text{ bis } 3 \%$) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers zu gewährleisten. Die Prüfung findet in einem offenen System statt, so dass sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(6) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen werden, muss im Bereich $(50 \pm 5) \text{ K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen, die Beregnungsmenge muss mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ betragen.

(7) Nach Beendigung dieser 10 Zyklen umfassenden Gewitterregensimulation werden die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53209 untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind zu dokumentieren.

(8) Anschließend werden die Platten 3 d in Wasser gelagert. Danach werden die Probekörper 50-mal mit folgendem Zyklus nach EN 13687-1⁵ beansprucht:

- 2 h Lagerung in gesättigter Kochsalzlösung bei $T = (-15 \pm 3)^{\circ}\text{C}$,
- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.

(9) Die Platten werden senkrecht in die Bäder gestellt. Der Abstand der Platten untereinander und

⁵ s. S. 29

⁶ z. Z. Entwurf

zu den Behälterwänden muss mindestens 100 mm betragen.

(10) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in den Bädern ist eine ausreichende Bewegung der Umgebungsmedien sicherzustellen. Das Volumenverhältnis von Flüssigkeit zu Probekörper in den Bädern ist so zu wählen, dass die angegebenen Temperaturen in den Bädern, 50 mm von der Plattenoberfläche entfernt gemessen, zu jeder Zeit und an jeder Platte eingehalten werden.

(11) Die Umlagerung einer Platte darf maximal 5 min in Anspruch nehmen. Die zeitliche Reihenfolge der Platten beim Umlagern ist stets beizubehalten.

(12) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus dem Wasser sind die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53209 zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind zu dokumentieren.

(13) Die Bestimmung der Haftzugfestigkeit und des Gitterschnittkennwertes erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitten 5.5.11 und 5.5.12. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

(14) Bei Unterbrechung der Wechsellagerung (über Nacht, am Wochenende oder bei Störungen) lagern die Probekörper in Wasser von $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$. Im Falle von Oberflächenschutzsystemen, die nicht im Spritzbereich von Tausalzen angewendet werden, lagern die Platten während der Unterbrechungszeiten bei Raumtemperatur an der Luft.

5.5.4.2 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung ohne Tausalzeinfluss nach EN 13687-3⁷ im Vergleich zur unbeanspruchten Probe

(1) Zwei Platten sind bei 8°C und 85 % r. F. (T_{\min}) mindestens 24 h zu konditionieren und zu beschichten. Das zugehörige Beschichtungsmaterial ist ebenfalls mindestens 24 h bei 8°C zu konditionieren. Alternativ kann die Beschichtung auch bei Raumtemperatur erfolgen, wenn gewährleistet ist, dass die Taupunkttemperatur der Luft mindestens 3 K unterhalb der Oberflächentemperatur der Grundkörper liegt. Die Lagerung während der Wartezeiten (zwischen den einzelnen Beschichtungsabschnitten) erfolgt bei T_{\min} . Nach der Beschichtung lagern die Probekörper zwei weitere Tage bei T_{\min} und anschließend mindestens 12 d im Normalklima.

(2) Vor Beginn der Temperaturwechselbeanspruchung sind die Seitenflächen der Platten mit einem Reaktionsharz abzudichten, die Plattenunterseiten

sind zu hydrophobieren. Anschließend beginnt die Temperaturwechselbeanspruchung.

(3) Die Temperaturwechselbeanspruchung muss in einer geschlossenen Prüfruhe mit Umluft-, Heizungs-, Kühl- und Flutungseinrichtung durchgeführt werden. Die Platten werden senkrecht in die Prüfruhe gestellt. Der Abstand der Platten untereinander muss mindestens 100 mm und zu den Wänden der Prüfruhe mindestens 50 mm betragen. Die Medientemperaturen T in der Prüfruhe müssen so geregelt werden, dass sie im Verlauf des folgenden Prüfzyklus in einem Abstand von (10 ± 2) mm von dem Mittelpunkt jeder Beschichtungsfläche innerhalb der angegebenen Bereiche liegen⁸ (s. auch Bild 12).

- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende),
- 3 h Abkühlen mit Luft auf $T = (-15 \pm 2)^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20°C und -15°C : $\pm 3\text{ K}$),
- 4 h Lagerung bei $T = (-15 \pm 2)^\circ\text{C}$,
- 0,25 h Erwärmen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $-17^\circ\text{C} < T < 22^\circ\text{C}$),
- 1,25 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende),
- 1,5 h Aufheizen mit Luft auf $T = (60 \pm 2)^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20°C und 60°C : $\pm 3\text{ K}$),
- 10 h Luftlagerung bei $T = (60 \pm 2)^\circ\text{C}$,
- 0,25 h Abkühlen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $62^\circ\text{C} > T > 18^\circ\text{C}$),
- 1,75 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

(4) Die Temperatur des einlaufenden Wassers muss zwischen 18°C und 22°C liegen.

(5) Ein Zyklus dauert jeweils 24 h. Die Temperaturwechselbeanspruchung umfasst 20 Zyklen.

(6) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Prüfruhe ist eine ausreichende Bewegung der Luft und des Wassers sicherzustellen⁹.

(7) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus der Prüfruhe sind die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53209 zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind gegebenenfalls nach DIN 53209 zu dokumentieren.

⁸ Die Einhaltung der Temperaturtoleranzen ist bei herkömmlichen Prüfruhen ab einem Volumenverhältnis Prüfraum/Probekörper > 7 möglich.

⁹ Eine Regelung der Luftfeuchte in der Prüfruhe ist derzeit nicht vorgesehen.

(8) Die Bestimmung der Haftzugfestigkeit erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitt 5.5.11. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

5.5.5 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Die Platten nach Abschnitt 5.4.2 sind entsprechend Abschnitt 5.5.1 mit Feinspachtel zu beschichten.

(2) Die Platten sind nach Auftrag des Feinspachtels 28 d (24 h feucht, 27 d Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2) zu lagern.

(3) Im Alter von 28 d sind die Platten einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation entsprechend Abschnitt 5.5.4 auszusetzen. Nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit nach Abschnitt 5.5.11 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

5.5.6 Masseverlust nach Frost-Tausalzbeanspruchung

(1) Die Beanspruchung erfolgt gemäß EN 13581¹⁰ mit 50 Zyklen an insgesamt acht Betonwürfeln (vier Würfel für die zu prüfende Hydrophobierung und vier unbehandelte Würfel). Es werden Würfel nach Abschnitt 5.4.4 verwendet. Das Alter des Betons beträgt mindestens 90 Tage. Die vier Würfel für das zu prüfende Hydrophobiermittel werden vor der Hydrophobierung mit einer Wurzelbürste abgebürstet. Eine weitere Untergrundvorbereitung der Würfel darf nicht erfolgen. Die vier Würfel werden durch vollständiges Eintauchen in das entsprechende Hydrophobiermittel für die Dauer von 1 min getränkt. Anschließend sind die Probekörper 14 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(2) Danach wird die Ausgangsmasse bestimmt. Die Probekörper werden für die Dauer von 24 h in eine 3%ige NaCl-Lösung eingelagert. Die aufgenommene Menge an Flüssigkeit wird durch Wägung bestimmt. Danach wird mit der Frost-Tausalzbeanspruchung begonnen. (Es wird die simultane Prüfung von zwei Referenzhydrophobierungen empfohlen.)

(3) Die Masse der Probekörper ist auf 1 g gerundet vor und nach dem ersten Zyklus und mindestens alle 5 Zyklen zu bestimmen. Ferner ist nach jeder Wägung eine augenscheinliche Beurteilung (Hinweise auf Risse, wesentliche Veränderungen der Probekörper, Abwitterung als Flächen- oder Kantenabtrag) vorzunehmen.

(4) Die Masseänderung ist über der Zyklenzahl grafisch in Masseprozent darzustellen (0 % = Ausgangsmasse vor der Lagerung in NaCl-Lösung).

5.5.7 Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T_{NORM})

(1) Die künstliche Bewitterung erfolgt nach DIN 53384 bzw. EN 1062-11¹¹ an 2 von 4 bei T_{NORM} (Abschnitt 5.4.6) beschichteten Faserzementplatten.

(2) Es sind folgende Parameter zu wählen:

- Strahlungsfunktion: Verfahren B
- Prüfzyklus: Verfahren B mit $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Schwarzstandardtemperatur in der Trockenphase
- Bestrahlung H_e ($\lambda \leq 400 \text{ nm}$): 500 MJ/m^2 .

(3) Die Gesamtbewitterungsdauer beträgt 2480 h.

(4) Aufgetretene Ablösungen, Risse und Blasen in der Beschichtung sind nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53209 zu dokumentieren und mit den beiden nicht bewitterten Proben zu vergleichen.

5.5.8 Rissüberbrückung

5.5.8.1 Dynamische Rissüberbrückung nach DIN EN 1062-7, Verfahren B

(1) Die Grundkörper nach Abschnitt 5.4.3 werden nach Maßgabe des Herstellers bei T_{NORM} beschichtet. Es ist darauf zu achten, dass die Mindestschichtdicke gemäß Teil 2, Tabelle 5.2, erreicht wird (evtl. seitliches Abkleben in Beschichtungsdicke). Zur Filmbildung lagern die Proben mindestens 14 d. Die Seitenflächen der Proben sind mit einem Reaktionsharz zu versiegeln. Die Rückseite ist zu hydrophobieren.

(2) Die Probekörper werden dann einer künstlichen Bewitterungsbeanspruchung nach Abschnitt 5.5.7 für OS 5 und OS 9 bzw. einer 7 d Alterung bei $70 ^\circ\text{C}$ für OS 11 ausgesetzt. Unmittelbar nach Abschluss der Bewitterungsbeanspruchung werden in der Beschichtung aufgetretene Risse, Ablösungen und Blasen nach DIN 53209 dokumentiert. Nach Beendigung der Bewitterungsbeanspruchung lagern die Proben mindestens 7 d. Anschließend werden mindestens drei Proben (beschichtete Flächen: Breite $b \geq 40 \text{ mm}$; Länge $l \geq 160 \text{ mm}$) auf Rissüberbrückung geprüft.

(3) Maßgebend für die Art der Beanspruchung ist die entsprechend der Oberflächenschutzsystemen mindestens geforderte Rissüberbrückungsklasse nach Tabelle 15. Die dynamische Prüfung erfolgt in

¹⁰ z. Z. Entwurf

¹¹ z. Z. Entwurf

einer Zugprüfmaschine, die die Möglichkeit einer Probekörpertemperierung auf -20 °C hat und mit der dynamische Dauerzugschwellbelastungen durchgeführt werden können.

(4) Vor der Prüfung erfolgt, sofern möglich, über dem Rissbereich etwa im Abstand von 2 mm parallel zu den Rändern des Prismas je ein 15 mm bis 20 mm langer Einschnitt bis auf den Grundkörper. Dann wird bei Raumtemperatur durch eine leichte Biegebeanspruchung per Hand ein erster Anriss im Beton erzeugt, die Null-Messung durchgeführt und der Probekörper in die Prüfmaschine eingebaut. An der Seite, an der der größte Riss entsteht, ist in der Ebene der Beschichtung über dem Riss ein Wegaufnehmer anzubringen, der die Rissbewegung unter der Beschichtung auf 0,001 mm genau erfasst.

(5) Bei Raumtemperatur sollen die Rissbreiten $W_{T,U}$ und $W_{T,O}$ angefahren werden, um einen festen Sitz des Probekörpers zu gewährleisten. Anschließend wird der Riss auf den kleinstmöglichen Wert zurückgefahren. Es folgt eine mindestens zweistündige Temperierung des Probekörpers auf -20 °C . Während der Einkühlphase ist sicherzustellen, dass $W_{T,O}$ nicht überschritten wird.

(6) Die dynamische Prüfung erfolgt weggeregelt (Regelgröße: Rissbreite) mit der der jeweilig geforderten Rissüberbrückungsklasse zugeordneten Rissbreitenfunktion (s. Tabelle 15 und Bilder 16 und 17). Biegungen sind zu vermeiden.

(7) Während der Versuchsdauer ist die Probekörperoberfläche regelmäßig visuell auf Risse zu untersuchen. Das Auftreten von Rissen ist zu vermerken.

(8) Nach Erreichen der vorgesehenen Risswechselzahl wird die Temperierung aufgehoben und der Probekörper in auf $W_{T,O}$ geöffnetem Risszustand mit einer Lupe auf Beschädigungen wie Durchrisse oder oberseitige Anrisse untersucht. Um eventuelle Ablösungen vom Beton beiderseits der Rissflanken und eventuell vorhandene unterseitige Anrisse bei den Systemen der Klassen OS 5 b, OS 9 und OS 11 besser feststellen zu können, wird rückseitig Tinte in den Riss des Prismengrundkörpers injiziert. Nach einer Wartezeit von 24 h sind mindestens 4 rd. 5 mm breite Scheibchen aus dem unmittelbaren Rissbereich herauszutrennen (Schnittrichtung: senkrecht zum Riss). Die Untersuchung sollte unter dem Mikroskop erfolgen.

(9) Im Prüfbericht sind anzugeben:

- unterseitige Anrisse in der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (%; μm)
- Ablösungen an beiden Seiten des Risses (μm ; in %, bezogen auf die Dicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht)

- keine Durchrisse und oberseitige Einrisse der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht, Verschleißschicht und Deckversiegelung
- eventuelle Durchrisse und oberseitige Einrisse der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht, Verschleißschicht und Deckversiegelung.

(10) In der Umgebung des Risses sind an fünf Stellen die Schichtdicken (d) der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht zu ermitteln. Mittelwert, Standardabweichung und Spannweite der Einzelwerte sind, auf 0,01 mm gerundet, in mm anzugeben.

5.5.8.2 Statische Rissüberbrückung nach DIN EN 1062-7, Verfahren C2

(1) Die Grundkörper nach Abschnitt 5.4.3 werden nach Maßgabe des Herstellers bei T_{NORM} beschichtet. Es ist darauf zu achten, dass die Mindestschichtdicke gemäß Tabelle 15 erreicht wird. Beschichtet wird ein Streifen von 150 mm Breite auf der ganzen Grundkörperlänge. An den Rändern sollen ca. 25 mm breite Streifen zum Beobachten von Rissen freibleiben.

(2) Zur Filmbildung lagern die Proben mindestens 14 Tage im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Probekörper werden dann einer künstlichen Alterung von 7 d bei 70 °C ausgesetzt. Unmittelbar nach Abschluss der Alterungsprüfung werden in der Beschichtung aufgetretene Risse nach DIN ISO 4628-4, Ablösungen nach DIN ISO 4628-5 und Blasen nach DIN 53209 dokumentiert. Nach Beendigung der Alterungsbeanspruchung lagern die Proben mindestens 2 d in Normalklima DIN 50014-23/50-2. Anschließend werden mindestens 2 Proben bei einer Lufttemperatur von $(-10 \pm 2)\text{ °C}$ geprüft.

(3) Die Prüfung der Rissüberbrückung erfolgt nach DIN EN 1062-7, Methode A, Verfahren C.2, als weg- oder verformungsgesteuerter 3-Punkt-Biegezugversuch mit einer Rissöffnungsgeschwindigkeit von 0,05 mm/min nach der Belastungsanordnung in Bild 13.

(4) Während des Versuchs ist die Rissöffnung im unbeschichteten Randbereich der Prüfplattenoberfläche kontinuierlich zu messen. Der in der Prüfplatte zu erzeugende Riss muss beidseitig bis auf eine Breite von 0,10 mm geöffnet werden. Nach Erreichen der Rissbreite von 0,10 mm wird Tinte auf die Oberfläche im Rissbereich aufgebracht zum besseren Erkennen von eventuellen Fehlstellen. Danach wird der Riss bis zur maximalen Rissbreite geöffnet. Während des Versuchs ist die Beschichtung zu beobachten, um Veränderungen an der Beschichtung festzustellen (z. B. Auftreten einer hellen Zone, Einschnürungen, Poren oder Rissbildung).

5.5.9 Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung nach EN 13580¹²

(1) Zehn nach Abschnitt 5.4.5 hergestellte Mörtelscheiben werden nach einer Lagerungsdauer von mindestens 90 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 (Normalklimagewicht) mit einer Wurzelbürste abgebürstet, und es wird die Wasseraufnahme nach 28 d bestimmt. Für die Hydrophobierung werden 5 Mörtelscheiben, die dem Mittelwert der Wasseraufnahme (WA) der 10 Mörtelscheiben am nächsten kommen, ausgewählt. Anschließend lagern die Mörtelscheiben bei 75 °C bis zum Erreichen des Normalklimagewichts im Trockenschrank.

(2) Nach dreitägiger Lagerung der Mörtelscheiben im Normalklima DIN 50014-23/50-2 werden sie 2 min in Wasser getaucht. Über einen Zeitraum von 24 h werden die getauchten Proben im Klima 23/95 und 2 h vor Beginn der Hydrophobierung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 gelagert.

(3) Diese fünf Mörtelscheiben werden durch vollständiges Eintauchen in das Hydrophobierungsmittel für die Dauer von 1 min getränkt. Die aufgenommene Menge ist durch Wägung vor und nach der Tränkung zu ermitteln. Anschließend sind alle Probekörper 14 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(4) Die fünf getränkten Probekörper werden 48 h in 0,1 molare KOH gelegt, wobei die Flüssigkeit 50 mm über den Proben stehen soll. Die aufgenommene Flüssigkeitsmenge ist durch Wägung zu bestimmen. Danach werden die Probekörper mit Leitungswasser abgespült und bis zum Erreichen des Normalklimagewichtes bei 75 °C im Trockenschrank gelagert. Nach 3 d Lagerung der Probekörper im Normalklima DIN 50014-23/50-2 erfolgt die Bestimmung der Wasseraufnahme und der Eindringtiefe der Hydrophobierung in der nachfolgend beschriebenen Weise.

(5) Zur Bestimmung der Wasseraufnahme werden die Probekörper 28 d lang in demineralisiertem Wasser mit einer Leitfähigkeit von ca. 5 µS/cm gelegt, wobei die Flüssigkeit 50 mm über den Proben stehen soll. Durch Wägung auf mindestens 0,01 g genau wird die Wasseraufnahme nach 2 d und 28 d ermittelt. Einzelwerte, Mittelwerte und Standardabweichung sind gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern anzugeben. Der 2 d-Wert ist ein zusätzliches Abbruchkriterium.

(6) Nach 24 h Trocknung bei 75 °C wird durch Brechen der Mörtelscheiben und Aufsprühen von Wasser auf die Bruchflächen die durchschnittliche Eindringtiefe der Hydrophobierung auf 0,1 mm genau sowohl auf der abgeriebenen als auch auf der geschalteten Seite bestimmt.

(7) Der Prüfablauf ist in Bild 15 schematisch dargestellt.

5.5.10 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung

5.5.10.1 Prüfung mit Deckversiegelung

(1) Die Griffigkeitsmessung erfolgt vor Beanspruchung an 2 Faserzementplatten 200 mm x 200 mm, 7 Tage bei 70 °C gealtert, mit dem Pendelgerät nach der Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen (FGSV) vom 27.11.1972, Abschnitt 3, bzw. nach EN 13036-4¹³.

(2) Anschließend erfolgt die Verschleißfestigkeitsprüfung in Anlehnung an DIN EN 660-1.

(3) Die Prüfung wird mit einem Gummisohlenmaterial der Härte (90 ± 2) Shore A, Dicke ($2,5 \pm 0,1$) mm mit einem Profil der Profilhöhe $0,9 \pm 0,1$ mm, der Wellenlänge (13 ± 2) mm und einer Amplitude (4 ± 1) mm gemäß DIN EN 1963 durchgeführt.

(4) Nach 1000 und 2000 Doppelhüben wird eine visuelle Beurteilung vorgenommen sowie der Massenverlust ermittelt. Vor Ermittlung des Abriebs wird die Oberfläche mit einer festen Wurzelbürste abgebürstet und mit Druckluft abgeblasen.

(5) Danach ist erneut die Griffigkeitsmessung mit dem Pendelgerät gemäß o. a. Arbeitsanweisung durchzuführen.

5.5.10.2 Prüfung ohne Deckversiegelung (nur OS 13)

(1) Die Verschleißprüfung wird an 2 Faserzementplatten 200 mm x 200 mm, 7 Tage bei 70 °C gealtert, in Anlehnung an DIN EN 660-1 durchgeführt. Dabei werden zunächst 50 Doppelhübe ausgeführt, um lockere Körner herauszulösen.

(2) Nach 50 und 2000 Doppelhüben wird eine visuelle Beurteilung vorgenommen sowie der Massenverlust zwischen 50 und 2000 Doppelhüben bestimmt. Vor Ermittlung des Abriebs wird die Oberfläche mit einer festen Wurzelbürste abgebürstet und mit Druckluft abgeblasen.

5.5.11 Hinweise zur Haftzugfestigkeitsprüfung

(1) Der Probekörper ist mit einem Kernbohrer, Innendurchmesser $d_i = 50$ mm, bis in eine Tiefe von 10 mm in den Grundkörper anzubohren. Elastische bzw. weiche Beschichtungen sind mit Hilfe

¹² z. Z. Entwurf

¹³ z. Z. Entwurf

einer Schneidvorrichtung, z. B. eines scharfen Messers, bis auf die Oberfläche des Grundkörpers zu durchtrennen. Auf den Kern ist ein Prüfstempel mit einer Dicke von mindestens 25 mm zu kleben. Der Klebstoff ist vom Hersteller der Beschichtung zu benennen.

(2) Lage und Kennzeichnung der Prüfstellen auf den Probekörpern sind in Bild 6 dargestellt.

(3) Die Prüfung erfolgt bei OS 2 und OS 4 mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 100 N/s und bei OS 5, OS 9 und OS 11, abweichend von DIN EN 1542, mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 300 N/s.

(4) Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung der Haftzugfestigkeitswerte sind auf 0,1 N/mm² gerundet anzugeben.

(5) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in:

- Kohäsionsversagen:
 - Versagensart A: im Beton bzw. in der Unterlage
 - Versagensart B: in der ersten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart C: in der zweiten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart Y: in der Klebschicht
- Adhäsionsversagen:
 - Versagensart A/B: zwischen Beton (bzw. Unterlage) und der ersten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart B/C: zwischen der ersten und zweiten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart -/Y: zwischen der letzten Schicht des zu prüfenden Stoffes und der Klebschicht
 - Versagensart Y/Z: zwischen Klebschicht und Stempel

(6) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % abzuschätzen.

5.5.12 Hinweise zur Durchführung der Gitterschnittprüfung mit Tape-Test

(1) An jeder Messstelle werden mit dem Einschneidegerät A nach DIN EN ISO 2409 2 x 4 senkrecht aufeinanderstehende Schnitte so durchgeführt, dass ein Gitter mit 9 Quadraten entsteht. Der Abstand der parallelen Schnitte soll 4 mm betragen. Nach dem Eintragen des Gitterschnittes wird die Messstelle nach den Gitterschnittkennwerten (DIN EN ISO 2409) beurteilt.

(2) Anschließend wird ein transparentes Klebeband nach DIN EN ISO 2409 mit einem möglichst gleichmäßigen Druck (mit einer Weichgummiwalze) auf das bei der Gitterschnittprüfung erhaltene Gitter gebracht und nach ca. 1 min. ruckartig abgerissen (Tape-Test).

(3) Diese Prüfung wird an den Systemen OS 4, OS 5 und OS 9 durchgeführt.

(4) Nach jeder Prüfung (Gitterschnitt und Tape-Test) wird die Messstelle mittels einer Leuchtlupe (6fache Vergrößerung) nach den Gitterschnitt-Kennwerten (DIN EN ISO 2409) beurteilt.

5.5.13 Hinweise zur Ermittlung der baupraktisch relevanten Schichtdicken

(1) Die Schichtdicken werden wie in Teil 2, Abschnitt 5.2, beschrieben, ermittelt.

(2) Die Schichtdicken sind auf 10 µm genau im Prüfbericht anzugeben.

5.5.14 Hinweise zur Ermittlung der Auftragsmenge und der Schichtdicken

(1) Bei der Beschichtung der Grundkörper wird für jede Schicht des Oberflächenschutzsystems die verarbeitete Auftragsmenge gemessen. Sie ist für Platten, Prismen und Trägermaterial getrennt als Mittelwert in g/m² anzugeben.

(2) Die Messung der Schichtdicken der für die Funktion hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten erfolgt nach Erhärtung der Beschichtung am freien Film nach DIN EN 22286-3 und an den Probekörpern nach DIN EN ISO 2808.

(3) An jeder Probe ist die Messung an fünf gleichmäßig verteilten Stellen vorzunehmen. Bei den Prismen sind diese beidseitig des Risses nach der Prüfung vorzunehmen.

(4) Mittelwert und Spannweite der Einzelwerte sind für jede Probe, auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet, in µm anzugeben.

5.5.15 Haftzugfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteinwirkung

5.5.15.1 Allgemeines

(1) Diese Prüfung wird an Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm der Festigkeitsklassen C 50/55 und C 20/25 nach Abschnitt 5.4.7 durchgeführt.

(2) Die Betongrundkörper werden mit den zu prüfenden Beschichtungsstoffen beschichtet. Die beschichteten Probekörper werden in Wasser als Betriebsbeanspruchung gelagert. Während und

nach der Betriebsbeanspruchung wird die Beschichtung auf Blasenbildung überprüft. Nach der Betriebsbeanspruchung ist die Abreißfestigkeit der Beschichtung zu bestimmen, wobei die maximale Bruchkraft und die zugehörige Versagensart zu registrieren zu sind.

5.5.15.2 Beschichten der Betongrundkörper

(1) Das Beschichten der 6 Betongrundkörper erfolgt im Alter von mindestens 28 d bei folgenden Bedingungen:

- Normalklima DIN 50014-23/50-2 Vorlagerung von 3 Betongrundkörpern (Festigkeitsklasse C 20/25) in Luft: 14 d bei Normalklima DIN 50014-23/50-2
- $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$ Vorlagerung von 2 Betongrundkörpern (Festigkeitsklasse C 50/55): 14 d unter Wasser bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C}$
- $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$ Vorlagerung von 1 Betongrundkörper (Festigkeitsklasse C 50/55) in Luft: 14 d bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$

(2) Die Grundkörper werden aus dem Konditionierungsklima entnommen, wobei die nass vorgelagerten Probekörper 15 min nach der Entnahme aus dem Wasser grundiert werden.

(3) Während der 15-minütigen Wartezeit zwischen der Entnahme aus dem Wasser und dem Auftragen der Grundierung lagern die Grundkörper horizontal liegend. Nach 15-minütiger Wartezeit werden die Beschichtungsflächen leicht abgetupft, so dass eine gleichmäßig mattfeuchte Oberfläche für die Grundierung zur Verfügung steht. Unmittelbar nach dem Abtupfen werden die Grundkörper liegend grundiert.

(4) Die Beschichtungsstoffe sind 48 h vor Beschichtungsbeginn bei den entsprechenden Temperaturen ($23 ^\circ\text{C}$ bzw. $8 ^\circ\text{C}$) zu konditionieren und bei dieser Temperatur zu mischen. Die Mischfolge und die Dauer des Mischens erfolgen nach den Angaben zur Ausführung.

(5) Nach Applikation der Grundierung bzw. dem Auftrag der einzelnen Deckbeschichtungen und nach der letzten Deckbeschichtung lagern die Probekörper bei

- $(23 \pm 2) ^\circ\text{C} / (50 \pm 10) \% \text{ r. F.}$ (trocken) bzw.
- $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$ in einem Wasserbecken auf einem Lattenrost liegend,

so dass der Wasserspiegel 10 mm unterhalb der Beschichtungsebene endet (siehe Bild 14).

5.5.15.3 Beanspruchung der beschichteten Probekörper

(1) Zwei der trocken vorgelagerten und bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C} / (50 \pm 10) \% \text{ r. F.}$ beschichteten Probe-

körper werden zur Aushärtung 7 d bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C} / (50 \pm 10) \% \text{ r. F.}$ gelagert und anschließend 56 d in Wasser (siehe Bild 14) im Normalklima DIN 50014-23/50-2 gelagert. Der dritte Probekörper (Referenz) wird weitere 56 Tage im Normalklima DIN 50014-23/50-2 gelagert.

(2) Die beiden nass vorgelagerten und bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$ beschichteten Probekörper lagern nach dem letzten Arbeitsgang weitere 56 Tage in Wasser bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$

(3) Der trocken vorgelagerte und bei $8 ^\circ\text{C}$ beschichtete Referenzprobekörper wird nach dem letzten Arbeitsgang für 56 Tage bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C} / (60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$ gelagert.

(4) Während der 56-tägigen Wasserlagerung sind die Beschichtungsflächen in regelmäßigen Abständen (3 d bis 7 d) visuell zu bemustern. Wahrnehmbare Eigenschaftsänderungen der Beschichtung (Ablösungen, Blasen, Farbänderungen) nach DIN ISO 4628-4 und nach DIN 53209 sind zu registrieren.

5.5.15.4 Prüfung

(1) Nach Abschluss der Wasserlagerung sind die Probekörper dem Wasser zu entnehmen. Möglicherweise entstandene Blasen sind mit einem Filzstift zu markieren und fotografisch festzuhalten. Anschließend sind die Probekörper 2 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(3) Danach ist die Beschichtung erneut auf Blasen zu untersuchen, um festzustellen, ob die Blasen sich wieder zurückgebildet haben. Unmittelbar daran anschließend wird die Abreißfestigkeit nach Abschnitt 5.5.11 bei den Plattenprobekörpern an 5 Prüfstellen bestimmt. Die Abreißfestigkeit und die aufgetretene Versagensart sind zu registrieren. Die Abreißfestigkeit der trocken gelagerten Referenzprobekörper ist ebenfalls zu bestimmen.

5.5.16 Chemikalienbeständigkeit

(1) Die Prüfung erfolgt nach E DIN EN 13529. Als Untergrund sind Prüfplatten mit den Maßen 300 mm x 300 mm x 60 mm aus Referenzbeton, Typ MC (040), nach DIN EN 1766 zu verwenden. Die Betonplatten werden mit dem Beschichtungssystem ohne Zuschläge und Abstreuerung in der Anwendungsdicke nach Maßgabe der Produkthersteller, unter Berücksichtigung der Angaben in Tabelle 14 in Teil 2, Abschnitt 5.2, im Normalklima DIN 50014-23/50-2 hergestellt. Die Aushärtezeit beträgt 14 d.

(2) Auf die beschichteten Probekörper werden 3 Plastikringe mit einer Höhe von 20 mm und einem inneren Durchmesser von 100 mm aufgeklebt. Die Prüfflüssigkeiten werden 10 mm hoch in den Ring eingefüllt.

(3) Nach einer Einwirkungsdauer von 7 d bei 23 °C wird die Beschichtung auf Risse nach DIN ISO 4628-4, Ablösungen nach DIN ISO 4628-5 und Blasen nach DIN 53209 untersucht.

(4) Direkt nach Beendigung der Prüfung und nach 24 h Rekonditionierung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 wird der Eindruckwiderstand der Beschichtung nach Buchholz gemäß DIN EN ISO 2815 geprüft und das Ergebnis mit dem der nicht beanspruchten Beschichtung verglichen.

(5) Als Prüfflüssigkeiten werden die in der Tabelle 16 aufgelisteten Prüfflüssigkeiten nach den Zulassungsgrundsätzen „Beschichtungssysteme für Beton in LAU-Anlagen“ vom DIBt, Berlin¹⁴, verwendet.

5.5.17 Schlagfestigkeit

Die Prüfung der Schlagfestigkeit erfolgt nach DIN EN ISO 6272 durch ein fallendes Gewichtsstück mit einer Fallenergie von 4 Nm an zwei gemäß Abschnitt 5.5.1 beschichteten und 7 d bei 70 °C gealterten Probekörpern.

6 Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren

6.1 Prüfungen am Epoxidharz

6.1.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen (s. Tabelle 17) an

- Flüssigmustern der Einzelkomponenten
- Epoxidharzgemisch
- erhärtetem Epoxidharz.

(2) Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen; das Mischungsverhältnis gemäß Angaben zur Ausführung ist auf ± 1 % genau einzuhalten. Das Harzgemisch ist mit einem Rührwerk zwei Minuten mit einer Drehzahl von 200 min⁻¹ herzustellen. Es muss augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein.

6.1.2 Dichte

Die Dichte ist durch hydrostatische Wägung in Anlehnung an DIN 51757 (Verfahren B) an den Flüssigmustern der Einzelkomponenten in jeweils 2 Einzelversuchen zu ermitteln. Einzel- und Mittelwerte sind auf 0,001 g/cm³ anzugeben.

6.1.3 Epoxidäquivalent

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.1.4 Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.1.5 Infrarotspektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

6.1.6 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg

(1) Die dynamische Viskosität und der Viskositätsanstieg sind am Harzgemisch bei +8°, +15° und +23 °C in jeweils drei Einzelversuchen mit einem Zylinder-Rotationsviskosimeter (vgl. DIN 53018-1) in Anlehnung an DIN 53214 zu bestimmen.

(2) Das Harzgemisch ist nach dem Mischen unverzüglich in das Prüfgefäß einzufüllen und zu prüfen. Die Zeitzählung beginnt mit dem Einfüllen.

(3) Die Drehzahl des Rotationskörpers ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert von 128 min⁻¹ zu steigern. Es ist eine höhere Drehzahl zu wählen, wenn eine maximale Scherspannung von $S > 30$ % nicht erreicht wird. Die dynamische Viskosität ist aus der relativen Scherspannung bei maximaler Drehzahl, auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet, in mPa · s zu ermitteln.

(4) Nach der Beschleunigung auf den Höchstwert ist die Drehzahl unter isothermen Bedingungen konstant zu halten, bis eine Viskosität von mindestens 1000 mPa · s erreicht ist.

(5) Der Höchstwert der Drehzahl ist anzugeben. Der Anstieg der Viskosität über die Zeit ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen.

6.1.7 Gebindeverarbeitbarkeitsdauer

(1) Die Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ist in drei Versuchen bei +8 °C, +15 ° und +23 °C durchzuführen. Sie ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16945 im Rahmen einer Chargenprüfung zu ermitteln.

(2) Das Harzgemisch ist aus den Einzelkomponenten in den Originalgebinden nach Angabe des Herstellers bzw. Abschnitt 6.1.1 herzustellen. Die

¹⁴ (BPG Beschichtungen Auffangräume) vom „DIBt Berlin“

Temperaturentwicklung ist durch ein Thermoelement etwa in der Mitte der Prüfmenge zu messen.

(3) Als Gebindeverarbeitbarkeitsdauer wird die Zeit nach Abschluss des Mischvorgangs bis zum Anstieg der Temperatur auf $+40\text{ °C}$, abzüglich 20 %, jedoch mindestens abzüglich 10 min, definiert.

(4) Die Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ist je Prüftemperatur mit einer Genauigkeit von 1 min anzugeben.

6.1.8 Zugfestigkeitsentwicklung

(1) Die Zugfestigkeitsentwicklung ist mit Hilfe einer in Bild 18 dargestellten Prüfeinrichtung in einer geregelten Prüfmaschine gemäß DIN 51221, Klasse 1, im zentrischen Zugversuch bei einer Verformungsrate von 0,1 mm/min zu ermitteln. Es sind je Prüftemperatur so viele Prüfungen durchzuführen, dass im Bereich des Festigkeitsanstieges bis 5 N/mm^2 mindestens 6 verwertbare Einzelwerte (Kohäsionsbrüche) vorliegen.

(2) Die Grundflächen von Vertiefung und Stempel der Prüfeinrichtung sind durch vorsichtiges Strahlen mit Korund, die Seitenflächen durch Trennmittel vorzubereiten.

(3) Nach dem Mischen ist das Harzgemisch unverzüglich in den 1 mm hohen Prüfspalt einzubringen. Lagerung und Prüfung der so vorbereiteten Proben erfolgen unter Einhaltung der Prüftemperatur mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{ K}$.

(4) Die Zugfestigkeiten sind in einem Diagramm über die Zeit nach dem Mischen darzustellen. Als Erhärtungszeit mit einer Genauigkeit von 1 min wird die Zeit bis zum Erreichen von 3 N/mm^2 , die durch Interpolieren zu ermitteln ist, definiert.

(5) Die Diagramme für die Zugfestigkeitsentwicklung und die Erhärtungszeiten sind dem Prüfbericht beizufügen.

6.1.9 Relaxationstemperatur

(1) Die Relaxationstemperatur ist mittels thermischer Analyse DSC an drei Proben zu bestimmen. Das Epoxidharzgemisch härtet nach dem Mischen in einer Schichtdicke von rd. 1 mm 2 d im Normal-klima DIN 50014 23/50-1 aus.

(2) Die Proben mit einer Einwaagemenge von $(10 \pm 0,5)\text{ mg}$ sind mit einer Heizrate von 5 K/min in einem Temperaturbereich von $+10\text{ °C}$ bis $+200\text{ °C}$ zu prüfen. Eine Probe ist anschließend bei $+100\text{ °C}$ 24 h zu tempern und wiederholt zu prüfen.

(3) Die Relaxationstemperatur T_{Rel} (vgl. ASTM D 3418-99, T_m), ist als Minimum des endothermen Peaks mit einer Genauigkeit von 1 K definiert.

Kann diese nicht bestimmt werden, so ist die Glasübergangstemperatur T_g (vgl. ASTM D 3418-99, T_g) als Wendepunkt der endothermen Stufe mit einer Genauigkeit von 1 K zu ermitteln.

(4) Die Relaxationstemperatur T_{REL} oder Glasübergangstemperatur T_g ist anzugeben.

6.1.10 Flüchtige Bestandteile

(1) Drei Proben des Epoxidharzgemisches von 10 g härten 2 d nach dem Anmischen in trockener Atmosphäre von nicht mehr als 1 % relativer Feuchte (z. B. Stickstoff) bei $(23 \pm 2)\text{ °C}$ aus. Der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ist als der Gewichtsverlust der Probe mit einer Genauigkeit von 0,1 M.-% anzugeben.

(2) Anschließend werden die Proben 3 h bei $(105 \pm 2)\text{ °C}$ gelagert. Der Masseverlust ist mit einer Genauigkeit von 0,1 M.-% anzugeben.

6.1.11 Einwaage

(1) Die Nettoeinwaage je Komponente ist auf einer vom Abfüllvorgang unabhängigen Waage zu bestimmen. Alternativ kann die Prüfung der Einwaage auch am Gebinde (brutto) erfolgen, wenn die Gewichtskonstanz der Verpackung (Tara) nachgewiesen ist. Die Anzahl der Proben je Prüfung ist jeweils im Einzelfall in Abhängigkeit von der Einwaagemethode festzulegen.

(2) Die Ergebnisse sind mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1\text{ g}$ anzugeben.

6.1.12 Mischgenauigkeit

Je Prüftemperatur sind an jeweils 3 Gebinden die bei Entleerung der Gebinde verbleibenden Restmengen mit einer Genauigkeit von 0,1 g zu bestimmen; die Angaben zur Ausführung sind zu beachten. Das erreichte Mischungsverhältnis ist aus dem Massenverhältnis der Auslaufmengen der Einzelkomponenten rechnerisch auf drei wertanzeigende Stellen zu ermitteln. Als Mischgenauigkeit wird das prozentuale Verhältnis des ermittelten Mischungsverhältnisses zu dem der Angaben zur Ausführung anzugeben.

6.1.13 Prüfbericht für Rissfüllstoff

(1) Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Rissfüllstoff mit Hinweis auf Grundprüfung bzw. Kennzeichnung der entnommenen Proben, Beschreibung des Injektionsverfahrens
- Dokumentation des zeitlichen Prüfablaufs
- Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Beurteilung der Grundprüfung.

(2) Der Prüfbericht muss mit einer Gesamtbeurteilung schließen, aus der die Anwendbarkeit von Rissfüllstoff und alle sich gegebenenfalls ergebenden Einschränkungen hervorgehen.

6.2 Prüfung am Verbundsystem: Epoxidharz im Riss

6.2.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit Epoxidharz erfolgt an zwei Stahlbetonbalken gemäß Bild 19, die unter den Prüfkraften in einen gerissenen Zustand versetzt werden. Balken 1 dient der Prüfung unter statischer Last, Balken 2 unter Schwelllast in Abhängigkeit von:

- Rissbreite
- Rissbreitenänderung während der Erhärtung
- Prüftemperatur.

(2) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen. Wird die Injektion der Balken mit einem einkomponentigen Gerät ausgeführt, darf die fertig gestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer gewährleistet. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit ist die um 15 Minuten verkürzte Verarbeitbarkeitsdauer.

6.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau

(1) Der in Bild 19 dargestellte Probekörper wird bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangsfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild 19 aufgebrachte Prüfkraft so weit gesteigert, bis die größten Rissbreiten 0,15 mm bis 0,35 mm betragen. Die zugehörige Prüfkraft wird als Oberlast definiert. Zur Definition einer Unterlast werden drei Hauptrisse im mittleren Balkenabschnitt mit Wegmesselementen bestückt und die Prüfkraft so weit gemindert, bis eine Abnahme der größten Rissbreiten um ca. 0,05 mm erfolgt.

(3) Die Rissbreiten und Änderungen werden in der Höhenlage der unteren Längsbewehrung gemessen.

6.2.3 Injektion

(1) An den gemäß Abschnitt 6.2.1 vorbereiteten Probekörpern wird die Injektion bei der niedrigsten Anwendungstemperatur durchgeführt. Die niedrigste Anwendungstemperatur (Bauteiltemperatur) T_{\min}

ergibt sich als der Höchstwert aus folgenden Bedingungen:

- $T_{\min} \geq 8 \text{ °C}$
- Temperatur, bei der die Zugfestigkeit von mindestens 3,0 N/mm² gemäß Abschnitt 6.1.7 innerhalb von 48 Stunden, jedoch nicht länger als 72 Stunden erreicht wird.
- Bei großen täglichen Rissbreitenänderungen $\Delta w > 0,10 \text{ mm}$ muss die Festigkeit innerhalb von 10 h mindestens 3,0 N/mm² betragen.

(2) Balken 1 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild 20 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter statischer Last in Höhe der Oberlast.

(3) Balken 2 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild 20 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter Schwelllast, mit einer Frequenz von ca. 0,6 Hz zwischen Ober- und Unterlast

(4) Nach einer Erhärtungszeit von ca. 3 Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion werden die Balken entlastet und die Verdämmung entfernt.

6.2.4 Überlastungsversuch

Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von einer Stunde in mehreren Stufen bis zum Erreichen der Fließgrenze der Bewehrung zu steigern. In den einzelnen Laststufen werden die gefüllten Risse sorgfältig beobachtet und neu entstandene Risse registriert.

6.2.5 Füllgradbestimmung

(1) Je 2 Bohrkerne Ø 100 mm sind an jedem Riss zu entnehmen. Die Bohrachsen liegen ca. 15 cm bzw. 50 cm von Unterkante Balken entfernt. Zur Beurteilung der Injektionsqualität sind die Bohrkerne in Scheiben zu sägen oder in der Rissebene zu spalten.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkerne mit einem Füllgrad von mindestens 80 % gefüllt sind, sichtbar gemacht an Schnittflächen von in Scheiben geschnittenen Bohrkernen, oder an in der Rissebene gespaltenen Bohrkernen. Systembedingte Poren sind hierbei als gefüllt zu werten.

6.2.6 Prüfbericht

(1) Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Epoxidharz mit Hinweis auf Grundprüfung bzw. Kennzeichnung der entnommenen Proben

- Beschreibung des Injektionsverfahrens
- Dokumentation des zeitlichen Versuchsablaufs
- Erfassung aller Versuchsdaten wie Rissbreiten, Rissbreitenänderungen, Ober- und Unterlast, Rissbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Packer, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rissbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
- Dokumentation des Arbeitsablaufs bei der Füllung der Risse
- Dokumentation aller zur Beurteilung der Grundprüfung erforderlichen Versuchs- und Prüfergebnisse (Tabelle 17)
- Angaben der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer
- Beurteilung der Grundprüfung

(2) Der Prüfbericht muss mit einer Gesamtbeurteilung schließen, aus der die Anwendbarkeit von Rissfüllstoff und Injektionsverfahren und allen sich ergebenden Einschränkungen hervorgeht.

6.3 Prüfungen am Polyurethanharz

6.3.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen

- an Flüssigmustern der Einzelkomponenten
- am Polyurethanharzgemisch
- am erhärteten Polyurethanharz (PUR) und schnellschäumendem Polyurethanharz (SPUR).

(2) Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen; das Mischungsverhältnis gemäß Angaben zur Ausführung ist auf ± 1 % einzuhalten. Das Harzgemisch ist mit einem Rührwerk zwei Minuten mit einer Drehzahl von 200 min^{-1} herzustellen. Es muss augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Im Falle einer Wasserzugabe beträgt diese 5 M.-% und erfolgt nach einer Mischzeit von einer Minute.

(3) Soweit nichts anderes angegeben ist, erfolgen Probenvorbereitung, Lagerung und Prüfung im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Ausgangsstoffe und Prüfgeräte sind durch ausreichend lange Lagerung an die jeweilige Prüftemperatur, sofern nicht anders geregelt, mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5 \text{ K}$ anzupassen. Für Prüfungen bei Raumtemperatur ist die tatsächlich vorhandene Temperatur anzugeben.

(4) Als Prüfergebnisse sind grundsätzlich Einzel- und Mittelwerte anzugeben.

6.3.2 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.3.3 Infrarotspektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

6.3.4 Isocyanatgehalt

Der Isocyanat-Gehalt der Komponente B ist nach DIN EN ISO 11909 zu ermitteln und im Prüfbericht anzugeben.

6.3.5 Funktionale Gruppen

(1) Entsprechend den IR-Banden sind jeweils an den jeweiligen Komponenten von PUR und SPUR folgende Bestimmungen durchzuführen:

- Hydroxylzahl (gem. DIN 53240),
- Aminzahl (s. Abschnitt 2.3.3),
- Säurezahl (gem. DIN EN ISO 3682).

(2) Einzel- und Mittelwerte sind auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet in mg KOH/g anzugeben.

6.3.6 Thermogravimetrische Analyse

Es gilt Abschnitt 2.2.4 mit folgenden Ergänzungen:

- Die Einwaagemenge soll mindestens 20 mg betragen.
- Die Aufheizrate ist 10 K min^{-1} .

6.3.7 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg bei isothermen Bedingungen

(1) Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg sind an Flüssigmustern des Harzgemisches bei 6°C (bzw. der niedrigsten vom Hersteller angegebenen Anwendungstemperatur), 15°C und 23°C mit einem Rotationsviskosimeter gemäß DIN 53018-1 nach DIN EN ISO 3219 zu bestimmen.

(2) Das Harzgemisch ist nach dem Mischen unverzüglich in das Prüfgefäß einzufüllen. Die Zeitzählung beginnt mit dem Einfüllen.

(3) Die Drehzahl des Rotationskörpers ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert von 128 min^{-1} zu steigern. Es ist eine höhere Drehzahl zu wählen, wenn eine maximale relative Scherspannung von $S \geq 30 \%$ nicht erreicht wird. Die dynamische Viskosität ist aus der relativen Scherspannung bei maximaler Drehzahl, auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet, in $\text{mPa} \cdot \text{s}$ zu ermitteln.

(4) Nach der Beschleunigung auf den Höchstwert ist die Drehzahl unter isothermen Bedingungen konstant zu halten, bis eine Viskosität von mindestens $1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ erreicht ist.

(5) Im Prüfbericht ist der Höchstwert der Drehzahl anzugeben. Der Anstieg der Viskosität über die

Zeit ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen.

6.3.8 Viskositätsanstieg bei freier Temperaturentwicklung des Gebindes

(1) Der Viskositätsanstieg ist bei 23 °C analog zur Bestimmung der dynamischen Viskosität bei konstanter Temperatur, in einem angemischten Originalgebilde, bei gleichzeitiger Erfassung der freien Temperaturentwicklung zu messen. Innerhalb von 2 h nach dem Anmischen der Komponenten sind 5 Messungen durchzuführen.

(2) Der Viskositätsanstieg ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen. Der Zeitpunkt zum Erreichen der Viskosität von 1000 mPa · s ist grafisch zu ermitteln.

6.3.9 Viskosität am Ende der Verarbeitbarkeitsdauer

(1) Die Viskosität ist bei 15 °C an einem Gebinde mit freier Temperaturentwicklung mit dem DIN-Becher Nr. 6 nach DIN EN ISO 2431 zu bestimmen.

(2) Die ermittelte kinematische Viskosität in mm²/s ist als dynamische Viskosität gemäß DIN 51550 in mPa · s anzugeben.

6.3.10 Einfluss unterschiedlicher Lagerungen

(1) Die Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Lagerungen auf die mechanischen Eigenschaften von PUR erfolgt an Probekörpern der Maße 50 mm x 50 mm x 25 mm, die gemäß Bild 21 hergestellt werden.

(2) Wird infolge Blasenbildungen in der Schalungsform die Probenhöhe von 25 mm nicht erreicht, ist das Weg-Zeit-Diagramm gemäß Bild 23 so einzustellen, dass die Stauchung der Probe zwischen 5 % und 10 % der tatsächlich gemessenen Probenhöhe erfolgt. Zur Herstellung der Probekörper werden Harzgemische mit und ohne Wasserzugabe als Mischungsbestandteil in Schalungsformen gemäß Bild 21 gefüllt.

(3) Nach 7-tägiger Erhärtungszeit bei senkrechter Lagerung der Schalungsform und verhinderter Volumenzunahme wird das erhärtete Polyurethanharz ausgeschalt. Die einzelnen Probekörper werden gemäß Bild 21 herausgeschnitten und anschließend unterschiedlich gelagert. Für die Anzahl und Lagerungsart der Probekörper gelten die Angaben in Tabelle 21. Die Lagerungsdauer beträgt 14 Tage.

(4) Nach den Lagerungen gemäß Tabelle 22 werden die Probekörper für 7 Tage gelagert. Unmittel-

bar danach werden weggeregelte Druckprüfungen mit einer Dehnrate von 2 mm/min nach einem Weg-Zeit-Diagramm gemäß Bild 23 durchgeführt.

(5) Das Kraft-Weg-Diagramm ist im letzten Belastungszyklus aufzuzeichnen. Im Prüfbericht sind die von der Kurve eingeschlossenen Flächeninhalte in [Nmm] ① und ② gemäß Bild 24 zu ermitteln und bezogen auf eine Prüffläche von 25 mm² anzugeben.

6.3.11 Änderung der Masse bei Wasserlagerung

(1) Gemäß Abschnitt 6.3.10 werden 6 Probekörper mit Wasserzugabe hergestellt. Je drei Probekörper werden 14 Tage im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bzw. in destilliertem Wasser gelagert. Anschließend lagern die Probekörper bis zur Massekonstanz – jedoch nicht länger als 4 Wochen – im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Probekörper werden nach dem Ausschalen (Bezugswerte m_1 bzw. m_2), nach der 14-tägigen Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 (m_3) bzw. im destilliertem Wasser (m_4), und jeweils nach Erreichen der Massekonstanz (m_5 bzw. m_6), gewogen.

(2) Im Prüfbericht sind die ermittelten Massen anzugeben. Ferner sind die Einzel- und Mittelwerte der Masseänderung nach 14tägiger Lagerung sowie nach Lagerung bis zur Massekonstanz, bezogen auf die Bezugswerte, zu bestimmen.

6.3.12 Glasübergangstemperatur

(1) Die Glasübergangstemperatur ist mittels thermischer Analyse (DSC) an gemäß Abschnitt 6.3.9 erhärteten Proben – mit und ohne Wasserzugabe – zu bestimmen. Die Proben der Einwaagemenge (10 ± 0,5) mg befinden sich in einer Stickstoffatmosphäre. Die Proben sind mit einer Aufheizrate von 10 K min⁻¹ in einem Temperaturbereich von mindestens 50 K ober- und unterhalb der Glasübergangstemperatur zu prüfen.

(2) Als Glasübergangstemperatur T_g (vgl. ASTM D 3418-82, T_g) ist der Wendepunkt der endothermen Stufe mit einer Genauigkeit von 1 K anzugeben. Ist die Glasübergangstemperatur nicht eindeutig bestimmbar, so ist der entsprechende Temperaturbereich anzugeben.

6.3.13 Flüchtige Bestandteile

(1) Es wird je ein Ansatz des Harzgemisches mit und ohne Wasserzugabe hergestellt. Von jedem Ansatz werden drei Proben mit einer Masse von rund 10 g in Glasschalen (Durchmesser 6 cm) gegeben.

(2) Die Proben aus Harzgemisch ohne Wasserzugabe sind nach dem Anmischen bei 23 °C eine Woche in trockener Atmosphäre bei einer relativen

Luftfeuchte von maximal 1 % die Proben aus Harzgemisch mit Wasserzugabe 7 d zu lagern. Anschließend werden alle Proben drei Stunden bei $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ getrocknet. Die Proben sind nach dem Anmischen, nach Lagerung in trockener Atmosphäre sowie im Normalklima und jeweils nach der Ofentrocknung zu wiegen.

(3) Im Prüfbericht sind jeweils die ermittelten Massen anzugeben. Ferner ist je Versuchsreihe die Masseänderung nach der Trocknung bei 105°C , bezogen auf die Ausgangseinwaage, anzugeben.

6.3.14 Einwaage

Es gilt Abschnitt 6.1.11.

6.3.15 Prüfbericht für Polyurethanharz und Polyurethanschaum

Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt 6.1.13 abzufassen.

6.4 Prüfungen am Verbundsystem Polyurethanharz/Polyurethanschaum im Riss

6.4.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen des Injektionsverfahrens mit dem Polyurethanharz (PUR) und Polyurethanschaum (SPUR) erfolgen an:

- Kleinprobekörpern gemäß Bild 25 (Prüfart 1)
- Stahlbetonbalken gemäß Bild 19 (Prüfart 2).

(2) Prüfart 1 dient der Ermittlung der Grunddaten der Dehnfähigkeit eines unmittelbar oder nach einer vorangegangenen SPUR-Injektion in den Riss gefüllten PUR in Abhängigkeit von

- Rissbreite
- Prüftemperatur
- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken gemäß Tabelle 6.8.

(3) Prüfart 2, Balken 1, dient dem Nachweis der dehnungsabhängigen Dichtheit unter praxisnahen Injektionsbedingungen für PUR-I.

(4) Prüfart 2, Balken 2, dient demselben Zweck nach einer vorangegangenen SPUR-I.

(5) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen. Wird die Injektion der Balken nach Prüfart 2 mit einem Einkomponenten-Gerät durchgeführt, darf das frisch angemischte Polyurethanharz erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturbedingten Verarbeitbarkeitsdauer ermöglicht. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit

beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 min.

6.4.2 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)

(1) Prüfbedingungen und Prüfumfang sind in Tabelle 6.8 zusammengestellt. Außer den aufgeführten Prüftemperaturen können weitere vereinbart werden. Je Prüfbedingung, z. B. PUR: 15°C /0,3 mm, sind 3 Probekörper zu untersuchen.

(2) Bild 25 gibt Hinweise für:

- Schalung zur Herstellung der Probekörper und Injektionseinrichtung
- Spalten der Probekörper und Einstellen eines Risses mit definierter Breite
- Injektion der Probekörper
- Zugprüfung.

(3) Die Probekörper werden in Stahlschalungen mit der Betongüte C 20/25, max. Korngröße 16 mm, auf dem Rütteltisch hergestellt. Der Beton wird über eine Öffnung in der oberen Stahlplatte eingefüllt. Nach Füllung der Schalung werden 3 Kanülen (mit Stahlstiften gegen Eindringen des Frischbetons gesichert) eingesetzt. Einbetonierte Schrauben verbinden den Betonkörper mit der oberen und unteren Stahlplatte.

(4) Die seitlichen Stahlbleche werden nach 2 d entfernt, der Probekörper an allen Seiten mit Messplättchen bestückt und eine Nullmessung im ungerissenen Zustand ($w = 0\text{ mm}$) durchgeführt.

(5) Im Alter von 3 Tagen wird der Riss im Würfel durch Spalten erzeugt, dabei werden zuvor die Muttern der Spannschrauben einseitig gelockert. Nach Entstehung des Risses wird die gemäß Tabelle 6.8 definierte Rissbreite eingestellt, sodann werden die Muttern gekontert.

(6) Die Injektion (PUR-I) erfolgt im Alter von 7 d bis 10 d über die mittlere Kanüle des Probekörpers mit Verdämmkranz. Der Injektionsdruck wird über einen Absolutdruckaufnehmer an einer seitlichen Kanüle gemessen. Die andere seitliche Kanüle dient der Entlüftung und wird beim Austritt des Rissfüllstoffs verschlossen. Danach wird die Injektion fortgesetzt und bei einem Druck von max. 600 MPa (60 bar) beendet.

(7) Falls PUR-I auf eine SPUR-I folgt, wird diese eine Stunde später über die zuvor gereinigte mittlere Kanüle vorgenommen. Die ebenfalls gereinigte Entlüftungskanüle bleibt bis zum Austritt des Rissfüllstoffs offen. Die Injektion wird beendet, wenn bei Aufrechterhaltung des Drucks am Injektionsgerät von max. 6 MPa (60 bar) kein Fließen von Polyurethanharz erkennbar ist.

(8) Die injizierten Probekörper werden 6 Tage bei Raumtemperatur gelagert. Anschließend werden die Verdämmkränze entfernt und die Probekörper allseitig mit Wegmesselementen bestückt.

6.4.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)

(1) Es werden zwei Balken geprüft. Die Probekörper werden bei Raumtemperatur gemäß Bild 23 hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 d bis 15 d werden am zwangsfrei gelagerten, gemäß Bild 19 belasteten und im Bereich der Einkerbungen mit Wegmesselementen bestückten Balken Risse mit Breiten von 0,3 mm bis 0,5 mm in Höhe der Bewehrungslage erzeugt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert.

(3) Bohrpackerabstände und Verdämmung der Balken sind in Bild 20 dargestellt. Die Anordnung von Klebepackern dient nur der Entlüftung und Kontrolle. Sie sind nicht für die Injektion zu nutzen.

(4) Der Feuchtezustand der Risse bzw. Rissflanken wird wie folgt definiert:

- Balken 1:
Eine Hälfte „trocken“, d. h. ohne Wasserbehandlung; andere Hälfte feucht, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die Injektionsschläuche unmittelbar vor der Injektion.
- Balken 2:
Unter Druck wasserführend, erzeugt durch während der Injektion aufrechterhaltene Wasserspülung mit einem Überdruck von 0,05 MPa über den oberen Druckschlauch.

(5) Balken 1 wird mit PUR injiziert. Dabei sind zunächst die feuchten Risse bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zu füllen. Nach einer Erhärtungszeit von einem Tag wird innerhalb eines weiteren Tages der Balken auf die niedrigste Anwendungstemperatur abgekühlt und anschließend die Injektion der trockenen Risse durchgeführt. Die Erhärtungszeit beträgt bei dieser Temperatur weitere 3 Tage.

(6) Balken 2 wird bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zuerst mit SPUR über den der Wasserquelle am nächstgelegenen Bohrpacker (max. 2 Bohrpacker) so lange injiziert, bis augenscheinlich der Wasserfluss soweit abgeschwächt ist, dass unmittelbar danach das über die restlichen Bohrpacker injizierte PUR nicht herausgespült wird. Die Erhärtungszeit beträgt 3 Tage.

(7) Nach Ablauf der vorgenannten Erhärtungszeiten werden die Balken entlastet, auf die Prüftemperatur von 15 °C gebracht und ggf. die Verdämmung entfernt. Die Prüfung beginnt am darauf folgenden Tag und besteht aus folgenden Teilen:

- Dichtheit im Belastungsversuch:
Den Prüfvorgang stellt Bild 26 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riss kontrolliert. Hierzu werden mit Wasser gefüllte Injektionsschläuche während des Belastungsvorgangs bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.
- Füllgradbestimmung (Bohrkernprüfung):
Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkerne über die Risshöhe verteilt entnommen und nach Aufspalten der Kerne der Füllgrad – angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche – ermittelt.

(8) Alle Injektionsarbeiten werden unter Injektionslast durchgeführt.

6.4.4 Dehnfähigkeitsmessung (Prüfart 1)

(1) Die Prüfung der temperierten Probekörper erfolgt im Zugversuch (Bild 25). Die Spannschrauben werden im kraftschlüssig eingespannten Zustand bei gleichmäßiger Lockerung der Muttern entfernt. Während dieses Vorganges wird die Wegänderung durch Wegmessung kontrolliert. Der anschließende Zugversuch wird weggeregelt mit 0,1 mm/min durchgeführt. Die Wegänderungen und zugehörige Kräfte werden bis zum Erreichen des Bruchzustandes aufgezeichnet.

(2) Als Ergebnis eines Versuches werden die auf die in Tabelle 22 definierte Rissbreite bezogenen Dehnungen, die rechnerische Zugfestigkeit, der Füllgrad (angegeben werden das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche) und die Versagensart (Kohäsions- bzw. Adhäsionsbruch) protokolliert.

6.4.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

Den Prüfvorgang stellt Bild 26 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riss kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorganges bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.

6.4.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)

Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkerne, über die Risshöhe verteilt, entnommen. Nach Auf-

spalten der Kerne wird der Füllgrad ermittelt. Angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche.

6.4.7 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss zusätzlich zu Abschnitt 6.2.6 folgende Angaben enthalten:

- Prüfmart 1:
 - Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Prüfmart 2:
 - Erfassung aller Versuchsdaten wie Rissbreiten, Rissbreitenänderung, Ober- und Unterlast, Rissbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestelle und Kennzeichnung
 - Dokumentation aller zur Beurteilung der Grundprüfung erforderlichen Versuchs- und Prüfergebnisse (Tab. 19).

6.5 Prüfungen von Zementleim, Zementsuspension und Zusätzen

6.5.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen

- an Mustern der Einzelkomponenten
- am Zementleim/Zementsuspensionsgemisch
- an dem erhärteten Zementleim oder an der erhärteten Zementsuspension.

(2) Mehrfachbestimmungen von Prüfgrößen sind mit zu prüfenden Stoffes unterschiedlicher Ansätze durchzuführen. Die Misch- und Aufbereitungstechnik muss der Technik des zugehörigen Injektionsverfahrens entsprechen.

6.5.2 Dichte

(1) Die Dichte der Pulverkomponente ist durch Einfüllen einer Einwaage in ein volumengeeichtes Gefäß und Auffüllen des Gefäßes mit einer inerten Flüssigkeit zu bestimmen. Die zu verwendende Pulvermenge hängt von der Art des Gerätes ab, sie muss jedoch einen auf 0,01 g/cm³ bestimmten Wert für die Dichte ergeben.

(2) Die Dichten der Flüssigkomponenten sind durch das Pyknometer-Verfahren nach DIN 53217-2 zu ermitteln. Die gewählten Verfahren sind anzugeben und mit der Fremdüberwachung abzustimmen.

(3) Die Einzel- und Mittelwerte der Dichte sind auf 0,01 g/cm³ anzugeben.

6.5.3 Korngrößenverteilung

(1) Für Zement bzw. für die Pulverkomponente von Zementleim (ZL) ist zur Charakterisierung des Größtkorns der Rückstand auf dem Sieb 0,09 mm gemäß DIN EN 196-6 zu ermitteln und anzugeben. Zusätzlich ist die Korngrößenverteilung dem Prüfbericht beizufügen.

(2) Für Feinstzement bzw. für die Pulverkomponente von Zementsuspension (ZS) ist die Korngrößenverteilung mit einem geeigneten Lasergranulometer zu bestimmen.

(3) Das verwendete Gerät (Fabrikat, Typ, Baujahr), der Aufschluss und die verwendete flüssige Phase (Wasser, Alkohol) sind anzugeben.

(4) Anzugeben sind der Anteil der gesamten Prüfmenge, dessen Korndurchmesser $\leq 16 \mu\text{m}$ ist, und die Korngrößenverteilung.

6.5.4 Mahlfeinheit

Die Mahlfeinheit für den Zement bzw. die Pulverkomponente wird als spezifische Oberfläche in cm²/g gemäß DIN EN 196-6 ermittelt und angegeben.

6.5.5 Chemische Zusammensetzung

(1) Glühverlust und Sulfatgehalt der Pulverkomponente werden gemäß DIN EN 196-2 ermittelt.

(2) Der Chloridgehalt der Pulverkomponente wird nach DIN EN 196-21 bestimmt. Die Chloridgehalte der Komponenten B und C sind nach DIN 4030-2 zu prüfen.

(3) Glühverlust und Sulfatgehalt sind auf 0,1 M.-% anzugeben. Der Chloridgehalt ist auf 0,01 M.-% anzugeben.

6.5.6 Infrarotspektrum

(1) Das Infrarotspektrum ist an den Ausgangsstoffen für Zementleim/Zementsuspension zu bestimmen, wenn sie organische Bestandteile enthalten können.

(2) Für die Probenpräparation sind vom Hersteller geeignete Lösemittel oder die Rohstoffbasis der organischen Bestandteile anzugeben.

(3) Im Übrigen gilt Abschnitt 2.2.5.

6.5.7 Rohdichte

Die Rohdichte des fertig gemischten Zementleims (Zementsuspension) ist in einem 1 000 -ml- Messzylinder durch Wägung unmittelbar nach der vom

Hersteller für die Grundprüfung festgelegten Aufbereitungszeit zu bestimmen und im Prüfbericht auf 0,01 g/cm³ anzugeben.

6.5.8 Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit

(1) Die Auslaufzeit ist unmittelbar nach der Aufbereitung (Auslaufzeit t_0) und dann in Abständen von 30 Minuten am Zementleim-/ Zementsuspensionsgemisch bei 10 °C, 20 °C und 30 °C Ausgangstemperatur zu bestimmen. Gemessen wird die Auslaufzeit in Sekunden von 1 000 ml ZL/ZS aus einem mit 1 500 ml gefüllten Marsh-Trichter (Bild 27, Durchflussöffnung $d = 4,76$ mm) in Abhängigkeit vom Leim- bzw. Suspensionsalter. Das Gemisch ist während der Prüfung unter den definierten Bedingungen des Injektionsverfahrens zu behandeln. Das Ende der Aufbereitungszeit wird vom Hersteller gemäß Grundprüfung angegeben. Die Dauer der Messung richtet sich nach der vom Hersteller gemäß Grundprüfung festgelegten temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer (t_{End}). Zusätzlich wird die Temperaturentwicklung des Gemisches festgehalten.

(2) Es sind die von der Ausgangstemperatur und Zeit abhängigen Auslaufzeiten und Temperaturentwicklungen anzugeben.

6.5.9 Sedimentationsverhalten

(1) Zur Beurteilung des Sedimentationsverhaltens wird der Zementleim bzw. die Zementsuspension sofort nach der Aufbereitung in einen 1 000 ml-Standzylinder (hohe Form) gefüllt und in Abständen von 30 Minuten über eine Zeit von mindestens 90 Minuten beobachtet.

(2) Es sind die Ergebnisse der Beobachtung, bei optisch wahrnehmbarer Phasentrennung die Volumenanteile der Einzelphasen mit einer Genauigkeit von 0,5 Vol.-%, anzugeben.

6.5.10 Druckfestigkeit

(1) Die Ermittlung der Druckfestigkeit erfolgt im Probenalter von 2, 7 und 28 Tagen an je 3 ZL-/ZS-Prismen 40 mm x 40 mm x 16 mm. Lagerung und Prüfung der Festkörper werden nach DIN EN 196-1 durchgeführt.

(2) Es sind Einzel- und Mittelwerte der Druckfestigkeit auf 0,1 N/mm² anzugeben.

6.5.11 Raumänderung

(1) Die Raumänderung nach 24 Stunden wird mit dem Absetzversuch nach DIN 455 bestimmt.

(2) Einzel- und Mittelwerte der Absetzmaße auf sind auf 0,1 mm genau anzugeben.

6.5.12 Elektrochemische Prüfung

(1) Die elektrochemische Prüfung erfolgt an zylindrischen Probekörpern aus ZL/ZLS mit eingebettetem Rundstabstahl gemäß den Richtlinien für die Zuteilung von Prüfzeichen für Betonzusatzmittel (Prüfrichtlinien) des DIBt.

(2) Einzel- und Mittelwerte der Stromdichte sind in $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ anzugeben.

6.5.13 Thermogravimetrische Analyse

Es gilt Abschnitt 2.2.4 mit folgenden Ergänzungen:

- Die Einwaagemenge soll höchstens 50 mg betragen.
- Die Aufheizrate ist 10 K min⁻¹.

6.5.14 Einwaage

(1) Für die Einwaage gilt Abschnitt 6.1.11, Absatz (1).

(2) Die Ergebnisse der Einwaage sind mit einer Genauigkeit von 0,5 M.-% anzugeben.

6.5.15 Prüfbericht für Zementleim und Zementsuspension

Der Prüfbericht ist in Anlehnung an Abschnitt 6.1.13 abzufassen.

6.6 Prüfungen am Verbundsystem Zementleim/Zementsuspension im Riss

6.6.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit dem zugehörigen Zementleim (Zementsuspension) zum Füllen von Rissen erfolgt

- an Kleinprobekörpern gemäß Bild 28 (Prüfart 1)
- am Stahlbetonbalken gemäß Bild 19 (Prüfart 2).

(2) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit dem zugehörigen Zementleim (Zementsuspension) zum Füllen von Hohlräumen erfolgt an Einkornbetonzylindern gemäß Bild 29 (Prüfart 3).

(3) Prüfart 1 soll Aufschluss geben über altersabhängige Festigkeitseigenschaften und Füllgrad des Zementleims bzw. der Zementsuspension im Riss beim Variieren der Parameter

- Rissbreite
- Feuchtezustand von Rissen/Rissufern
Tabelle 24
- Probekörper-/Umgebungstemperatur.

(4) Prüfart 2 soll Aufschluss geben über die Injizierbarkeit des Zementleims (Zementsuspension)

in Risse und Eignung des Injektionsverfahrens unter praxisnahen Injektionsbedingungen unter Beachtung der Anwendungsbereiche bzw. -ziele gemäß Teil 2, Tabelle 6.3.

(5) Prüfstelle 3 soll Aufschluss geben über

- die ausreichende Injizierbarkeit zum vollständigen Füllen durchgängiger Hohlräume
- die Druckfestigkeit der gefüllten Probekörper.

(6) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten für die Grundprüfung sind vom Hersteller durchzuführen. Für die Injektion des Stahlbetonbalkens (Prüfstelle 2) darf die fertig gestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektion ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der Verarbeitbarkeitsdauer sicherstellt. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 Minuten.

(7) Die höchstzulässige, temperaturabhängige Verarbeitbarkeitsdauer wird nach den Angaben des Herstellers und nach dem Prüfergebnis der Injektion am Stahlbetonbalken von der Prüfstelle festgelegt.

(8) Bei Verwendung von Zementleim (Zementsuspension), für den noch kein Übereinstimmungszertifikat nach Teil 2, Abschnitt 5.11, vorliegt, ist in der Prüfstelle die zur Durchführung der Grundprüfung gemäß Teil 2, Abschnitt 5.11, erforderliche Menge des Zementleims (Zementsuspension) für Risse und Hohlräume einzubehalten.

6.6.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfstelle 1)

(1) Zur Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von ZL/ZS, erhärtet im Riss, werden Einzelrisse definierter Rissbreite in Kleinprobekörpern 250 mm x 250 mm x 50 mm gemäß Bild 25 mit Zementleim/Zementsuspension gefüllt. Prüfbedingungen und Prüfumfang regelt Tabelle 24.

(2) An jedem Kleinprobekörper wird im Mindestalter von 7 Tagen im weggelegten Dreipunktbiegeversuch ein Riss erzeugt. Im Anschluss daran wird mit Hilfe eines Stahlrahmens eine definierte Rissbreite für ZL von $w = 0,8 \text{ mm}$ und für ZS von $w = 0,25 \text{ mm}$ eingestellt, Einstellgenauigkeit $\pm 20 \%$, gemessen an der Probekörperunterseite.

(3) Alle Risse derart vorbereiteter Probekörper werden vor dem Injizieren an der Unterseite mit einem Packer (Bild 28) bestückt und bis auf eine Entlüftungsöffnung an der Risswurzel mit einer Verdämmung versehen.

(4) Nach Aushärtung der Verdämmung (ca. 1 Tag) werden die Risse mit Zementleim oder Zementsuspension bei vorgesehenen Feuchtezuständen –

trocken, feucht und drucklos wasserführend – der Risse/Rissflanken mit Hilfe der zum Injektionsverfahren gehörenden Geräte gefüllt.

6.6.3 Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfstelle 1)

(1) Vor der Festigkeitsprüfung wird die Verdämmung entfernt. Die Stahlrahmen bleiben bis kurz vor der Überlastung an den Probekörpern befestigt.

(2) Die Überlastung der injizierten Kleinprobekörper erfolgt 2, 7 bzw. 28 Tage nach der Injektion im Dreipunktbiegeversuch mit einer Belastungsrate von 1300 N/s.

(3) Im Prüfbericht sind die über die Bruchlast ermittelte Biegezugfestigkeit, der Füllgrad im Riss und die Bruchart anzugeben.

6.6.4 Füllgradbestimmung (Prüfstelle 1)

Die Probekörper der Prüfstelle 1 werden nach der Bestimmung der Festigkeitsentwicklung (Abschnitt 6.6.3) so weit überlastet, bis die Bewehrung versagt. Die sichtbaren Bruchflächen werden bis unterhalb der Bewehrungslage bzw. bis zu einer Rissbreite von 0,2 mm für ZL und 0,05 mm für ZS beurteilt. Als Füllgrad wird der mit Zementleim oder Zementsuspension benetzte Flächenanteil angegeben.

6.6.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfstelle 2)

(1) Der in Bild 19 dargestellte Probekörper wird aus Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert. Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangsfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild 27 aufgebrachte Prüfkraft gesteigert, bis in Höhe der Bewehrungslagen für ZL die Rissbreite ($0,80 \pm 0,05 \text{ mm}$) (weitere Risse bis 1,30 mm), für ZS ($0,20 \pm 0,05 \text{ mm}$) (weitere Risse bis 0,50 mm) beträgt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert (Tabelle 24).

(2) Die Anordnung der Packer und der Verdämmung ist in Bild 20 dargestellt.

(3) Eine Hälfte des Balkens wird bei trockenen Rissen/Rissufern injiziert, die andere Hälfte unter wasserführenden Bedingungen, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die einbetonierten Druckschläuche unmittelbar vor der Injektion. Einer der im trockenen Zustand injizierten Risse muss in Höhe der Bewehrungslage eine Rissbreite von $w = 0,25 \text{ mm}$, Einstellgenauigkeit $\pm 20 \%$, aufweisen.

(4) Die Injektion wird bei Raum- und Probekörpertemperaturen von ca. 20 °C durchgeführt. Nach

einer Erhärtungszeit von zwei Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion wird der Balken entlastet und die Verdämmung entfernt. An dem Probekörper sind nach der Injektion Dichtheit und Füllgrad der Risse zu bestimmen.

6.6.6 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von rd. 1 Stunde in mehreren Stufen zu steigern. In den einzelnen Laststufen werden die injizierten Risse auf Wasseraustritt kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorgangs bei max. 1 bar Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden bzw. erneut aufgerissen sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind undichte Stellen der einzelnen Risse und die Lasten bei Entstehung neuer Risse.

6.6.7 Füllgradbestimmung nach Rissinjektion (Prüfart 2)

Je Riss sind mindestens 3 Bohrkerne ($d = 100 \text{ mm}$), über die Höhe verteilt, zu entnehmen. Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkerne zu mindestens 80 % gefüllt sind (Füllgrad). Der Füllgrad ist an Schnittflächen von Scheiben geschnittener Bohrkerne oder an der Rissebene gespaltenen Bohrkerne zu bestimmen.

6.6.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) Zur Prüfung der Verarbeitbarkeitsdauer im Hinblick auf eine ausreichende Injizierfähigkeit zum vollständigen Füllen von durchgängigen Hohlräumen und zur Ermittlung der Druckfestigkeit des mit ZL/ZS injizierten Einkornbetons werden drei Probekörper gemäß Bild 29 mit ZL/ZS mit zugehörigem Injektionsverfahren gefüllt. Zusätzlich werden weitere drei Prüfkörper ($d = 100 \text{ mm}$, $h = 100 \text{ mm}$) hergestellt, die nicht injiziert werden; sie dienen zur Ermittlung der Vergleichsdruckfestigkeit.

(2) Die Probekörper werden aus einem Einkornbeton mit ungebrochenem Kies als Zuschlag (G) mit 8/16 mm Körnung und einem Zement (Z) CEM I 32,5 R hergestellt. Das Mischungsverhältnis g/z/w in Gewichtsteilen beträgt 9/1/0,38.

(3) Jeder einzelne Probekörper wird rd. 24 Stunden vor der Injektion mit ZL/ZS zur Ermittlung des von ihm aufnehmbaren Füllvolumens mit Wasser vorinjiziert. Die nach 1 Stunde aus dem vollständig wassergefüllten Probekörper wieder abgelassene Wassermenge wird festgehalten. Letztere wird mit dem zu füllenden Hohlraumgesamtvolumen gleichgesetzt.

(4) Die Injektion mit ZL/ZS erfolgt im Alter der Probekörper von mindestens 7 Tagen bei Raumtemperatur. Die gesamte, zu injizierende Füllstoffmenge wird vor der Injektion gemischt und aufbereitet. Die Injektion der Probekörper erfolgt mit verfahrens eigenem Druck in drei Zeitintervallen: sofort nach dem Aufbereiten, nach 2 und nach 3 Stunden. Bei den ersten beiden Injektionsintervallen wird jeweils ca. ein Drittel der zu injizierenden Gesamtmenge des Zementleims (Zementsuspension) in die Probekörper gefüllt. Nach 3 Stunden wird so lange injiziert, bis aus der Entlüftungsöffnung Zementleim (Zementsuspension) austritt oder bei Aufrechterhaltung des Injektionsdrucks während 5 Minuten kein Zementleim (Zementsuspension) mehr gefördert werden kann. Die in den einzelnen Zeitintervallen injizierten Mengen von Zementleim oder Zementsuspension sind festzuhalten.

(5) Unmittelbar vor jedem Zeitintervall der Injektion sind die Rohdichte und die Auslaufzeit des Zementleims (Zementsuspension) gemäß den Abschnitten 6.5.7 und 6.5.8 zu bestimmen und das Sedimentationsverhalten gemäß Abschnitt 6.5.9 zu beobachten.

6.6.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) 27 Tage nach der Injektion ist aus dem unteren, mittleren und oberen Drittel der injizierten Probekörper parallel zur Injektionsrichtung je 1 Bohrkern ($d = 100 \text{ mm}$) zu entnehmen.

(2) Die Füllqualität ist an den Mantelflächen der Bohrkerne zu beurteilen.

(3) Im Prüfbericht ist der Füllgrad als Verhältnis zwischen Volumen des Zementleims (Zementsuspension) und dem Volumen des nach 1 Stunde wieder abgelassenen vorinjizierten Wassers zu berechnen und anzugeben. Zusätzlich ist der Zustand der Mantelflächen als Beurteilung der Injektionsqualität zu beschreiben.

6.6.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) Im Alter von 28 Tagen ist die Druckfestigkeit an den Bohrkernen gemäß DIN 1048-2, Abschnitt 5.1.1, zu bestimmen und den Werten von nicht injizierten Proben gegenüberzustellen.

(3) Die Druckfestigkeiten und das Verhältnis der Druckfestigkeiten zwischen injizierten und nicht injizierten Probekörpern sind anzugeben.

6.6.11 Prüfbericht

(1) Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt 6.2.6 mit folgenden Ergänzungen abzufassen:

- Prüfmart 1:
 - Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Prüfmart 2:
 - Dokumentation des zeitlichen Prüfablaufs
 - Erfassung aller Prüfdaten, wie Rissbreiten, Injektionslast, Rissbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Packer, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rissbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
 - Dokumentation aller zur Beurteilung der Prüfung erforderlichen Ergebnisse (Tab. 23)
- Prüfmart 3:
 - Dokumentation aller Prüfdaten wie Kennwerte des Einkornbetons, seine Zusammensetzung und Rohdichte vor und nach dem Füllen, injizierte und wieder abgelassene Wassermenge; Rohdichte des Zementleims oder Zementsuspension, Auslaufzeiten und Sedimentationsverhalten des Zementleims oder Zementsuspension, Bohrkernentnahmestellen und deren Kennzeichnung.

Normen und Richtlinien

DIN 488-1	Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN 1045	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (Ausgabe 07.01)
DIN 4030-2	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben
DIN 4226-3	Zuschlag für Beton – Teil 3: Prüfung von Zuschlag mit dichtem oder porigem Gefüge
DIN 16945	Reaktionsharze, Reaktionsmittel und Reaktionsharzmassen; Prüfverfahren
DIN 18555-2	Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 2: Frischmörtel mit dichten Zuschlägen, Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehaltes
DIN 18555-3	Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 3: Festmörtel, Bestimmung der Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Rohdichte
DIN 50014	Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate
DIN 50018	Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre
DIN 50021	Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchloridlösungen
DIN 51451	Prüfung von Mineralölerzeugnissen und verwandten Produkten; Infrarotspektrometrische Analyse, Allgemeine Arbeitsgrundlagen
DIN 51757	Prüfung von Mineralölen und verwandten Stoffen; Bestimmung der Dichte
DIN 52098	Prüfung von Gesteinskörnung; Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebanalyse
DIN 52170-1	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton – Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Probenahme, Trockenrohddichte
DIN 52450	Prüfung anorganischer nichtmetallischer Baustoffe; Bestimmung des Schwindens und Quellens an kleinen Probekörpern
DIN 52615	Wärmeschutztechnische Prüfungen, Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen
DIN 52617	Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen
DIN 53018-1	Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Grundlagen
DIN 53018-2	Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Fehlerquellen und Korrekturen bei Zylinder-Rotationsviskosimetern
DIN 53122-1	Prüfung von Kunststoff-Folien, Elastomerfolien, Papier, Pappe und anderen Flächengebilden – Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit – Teil 1: Gravimetrisches Verfahren
DIN 53209	Bezeichnung des Blasengrades von Anstrichen
DIN 53217-2	Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe – Teil 2: Bestimmung der Dichte; Pyknometer-Verfahren
DIN 53240	Bestimmung der Hydroxylzahl
DIN 53384	Prüfung von Kunststoffen; künstliches Bewittern oder Bestrahlen in Geräten. Beanspruchung durch UV-Strahlung
DIN 66165-1	Partikelgrößenanalyse – Teil 1: Siebanalyse, Grundlagen
DIN EN 196-1	Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
DIN EN 196-2	Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement
DIN EN 196-6	Prüfverfahren für Zement – Teil 6: Bestimmung der Mahlfineinheit
DIN EN 196-21	Prüfverfahren für Zement – Teil 21: Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement
DIN EN 197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 660-1	Elastische Bodenbeläge – Ermittlung des Verschleißverhaltens – Teil 1: Stuttgarter Prüfung
E DIN EN 1062-6	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 6: Bestimmung und Kohlenstoffdioxid-Durchlässigkeit

E	DIN EN 1062-7	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 7
E	DIN EN 1062-11	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 11: Verfahren zur Konditionierung vor der Prüfung
	DIN EN 1240	Klebstoffe – Bestimmung der Hydroxylzahl und/oder des Hydroxylgehaltes
	DIN EN 1542	Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
	DIN EN 1766	Referenzbetone für Prüfungen
	DIN EN 1770	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten
	DIN EN 1767	Produkte und Systeme für den Schutz und Instandsetzungsmaßnahmen von Betontragwerken; Prüfverfahren; Infrarotanalyse
	DIN EN 1877-1	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen – Teil 1: Bestimmung des Epoxid-Äquivalents
	DIN EN 1877-2	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 1963	Textile Bodenbeläge – Prüfungen mit dem Tretradgerät System Lisson
	DIN EN 10027-1	Bezeichnungssysteme für Stähle
	DIN EN 12190	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Druckfestigkeit von Reparaturmörteln
E	DIN EN 12192-1	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Korngrößenverteilung – Teil 1: Verfahren für die Trockenbestandteile von Fertigmörtel
E	DIN EN 13529	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Widerstand gegen chemischen Angriff
E	DIN EN 13687-1	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 1: Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff
E	DIN EN 13687-2	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock)
E	DIN EN 13687-3	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 3: Temperaturschockbeanspruchung ohne Tausalzangriff
	DIN EN ISO 2409	Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung
	DIN EN ISO 2431	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Auslaufzeit mit Auslaufbechern
	DIN EN ISO 2808	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke
	DIN EN ISO 2815	Beschichtungsstoffe – Eindringversuch nach Buchholz
	DIN EN ISO 3219	Kunststoffe – Polymere/Harze in flüssigem, emulgiertem oder dispergiertem Zustand – Bestimmung der Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter bei definiertem Geschwindigkeitsgefälle
	DIN EN ISO 3251	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung des nichtflüchtigen Anteils von Lacken, Anstrichstoffen und Bindemitteln für Lacke und Anstrichstoffe
	DIN EN ISO 3882	Metallische und andere anorganische Schichten – Übersicht von Verfahren der Schichtdickenmessung
	DIN EN ISO 6272	Lacke und Anstrichstoffe – Prüfung durch ein fallendes Gewichtsstück
	DIN EN ISO 6988	Metalle und andere organische Überzüge – Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitkondensation
	DIN EN ISO 9514	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Topfzeit von flüssigen Systemen – Vorbereitung und Konditionierung von Proben und Richtlinien für die Prüfung
	DIN EN ISO 7783-1	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte – Teil 1: Schalenverfahren für freie Filme (ISO 7783-1:1996, einschließlich Technische Korrektur 1:1998)
	DIN EN ISO 7783-2	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 2: Bestimmung und Einteilung der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte (Permeabilität)

DIN EN ISO 11358	Thermogravimetrische Analyse (TGA)
DIN EN ISO 12944-4	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
DIN ISO 1407	Kautschuk und Elastomere – Bestimmung der mit Lösemitteln extrahierbaren Bestandteile
DIN ISO 3310-1	Analysensiebe; Anforderungen und Prüfungen; Analysensiebe aus Metall-drahtgewebe
ISO 2811-1	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 1: Pyknometerverfahren
ISO 2811-2	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 2: Tauchkörperverfahren
ASTM D 3418-99	Standard Test Methods for Transition Temperatures of Polymers by Differential Scanning Colorimetry
ASTM E 1356-98	Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Calorimetry or Differential Thermal Analysis

Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsrichtlinien), DIBt, Mitteilung 5/2000

International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM); Recommendations for the Use of Resonant-Frequency Method in Testing Concrete Specimens – RILEM Recommendation NDT-2, Jan. 1984

RILEM/CEB/FIP-Recommendation RC 6 – 1978 „Bond test reinforcing steel – 2. Pull-out test“

DAfStb-Heft 401: Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton; Arbeitskreis „Prüfverfahren Chlorideindringtiefe“; Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb); Berlin 1989.

DAfStb-Heft 422: Prüfung von Beton – Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048; Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb); Berlin 1991

Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: Merkblatt über Straßengriffigkeit und Verkehrssicherheit bei Nässe, 2. Ausgabe 1968

Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen mit dem Pendelgerät und dem Ausflussmesser. Ausgabe 1972

Engelfried, R.: Carbonisation von Beton, ihre Bedeutung und ihre Beeinflussung durch Beschichtungen. In: defazet 31 (1977), Nr. 9, S. 353-359

Kaufmann, N.: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971) Nr. 3, S. 131 ff.

Tabellenanhang

- Tabelle 1: Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 2: Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 3: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch
- Tabelle 4: Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 5: Prüfungen am Verbundkörper
- Tabelle 6: Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch
- Tabelle 7: Prüfungen am Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)
- Tabelle 8: Auftragsdicke für Platten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.2
- Tabelle 9: Prüfungen am Frischmörtel und am Festmörtel (gespritzte Proben)
- Tabelle 10: Prüfungen an Verbundkörpern
- Tabelle 11: Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie am Frischmörtel bzw. am Gemisch
- Tabelle 12: Umfang der Prüfungen am Festmörtel
- Tabelle 13: Umfang der Prüfungen an Verbundkörpern (außer Korrosionsschutz-Probekörper)
- Tabelle 14: Übersicht über die Anzahl und Lagerung von Probekörpern
- Tabelle 15: Prüfbedingungen für unterschiedliche Rissüberbrückungsklassen
- Tabelle 16: Prüflüssigkeiten
- Tabelle 17: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Epoxidharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.5)
- Tabelle 18: Zeitlicher Ablauf der Prüfung am Verbundsystem Epoxidharz im Riss
- Tabelle 19: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Polyurethanharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 23)
- Tabelle 20: Änderung der Massen bei Wasserlagerung
- Tabelle 21: Anzahl, Lagerungsart und -dauer der Probekörper für die Prüfungen gemäß Abschnitt 6.3.10
- Tabelle 22: Prüfmethode 1 – Feuchtebedingungen zur Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit
- Tabelle 23: Anzahl der Proben für die Prüfungen an Zementleim/Zementsuspension (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.7)
- Tabelle 24: Durchführung der Prüfungen; Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen

Tabelle 1: Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

Teil 2, Tab. 4.3, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Abschnitte	Prüftempera- tur [°C]	Anzahl der Prüfungen	
				Trocken- komponente [-]	Kunststoff- komponente [-]
1	2	3	4	5	6
1	Kornzusammensetzung	2.2.2/3.2.2/ 4.2.4.2/5.1.9	23 ± 2	2 ¹	–
2	Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand	2.2.3/3.2.3/ 5.1.1	23 ± 2	–	2 ²
3	Thermogravimetrische Analyse	2.2.4/3.2.4/ 5.1.5/6.5.13	RT bis 600	–	1
			RT bis 900	1	–
4	Infrarot-Spektrum	2.2.5/3.2.5	RT	–	1

¹ je Gebinde² nur flüssig

RT – Raumtemperatur

Tabelle 2: Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

Teil 2, Tab. 4.3, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Abschnitte	Prüftem- peratur [°C]	Anzahl der Prüfungen		
				Reaktions- harz [-]	Här- ter [-]	Harz- gemisch [-]
1	2	3	4	5	6	7
5	Dichte	2.3.2/3.3.2	23 ± 2	2	2	–
6	Epoxidäquivalent und Aminzahl ²	2.3.3/3.3.3	RT	(2) ¹	(2) ¹	–
7	Thermogravimetrische Analyse	2.3.4/3.3.4	RT bis 600	–	1 ¹	–
			RT bis 900	1 ¹		
8	Infrarot-Spektrum	2.3.5/3.3.5	RT	1 ¹	1 ¹	–
9	Ablaufneigung	2.3.6/3.3.6	23 ± 2	–	–	1
			T _{min, P} ± 1	–	–	1
			T _{max, P} ± 1	–	–	1
10	Topfzeit ²	2.3.7/3.3.7	23 ± 1	–	–	(2)
11	Härtungsverlauf ²	2.3.8/3.3.8	23 ± 1	–	–	(1)

¹ bei gefüllten Komponenten zusätzlich an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen² Alternativprüfungen gemäß Angaben zur AusführungT_{min, P}: minimale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) abzüglich 2 KT_{max, P}: maximale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) zuzüglich 2K

Tabelle 3: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

Teil 2, Tab. 4.3, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Abschnitt	Prüftemperatur [°C]	Anzahl der Prüfungen [-]
1	2	3	4	5
12	Konsistenz, Rohdichte, Luftgehalt	2.4.2	23 ± 2	jede Mischung
13	Konsistenzänderung	2.4.3	5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2	1 ¹
14	Ablaufneigung	2.4.4	23 ± 2	1
15	Verarbeitbarkeitsdauer	2.4.5	5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2	1

¹ mit der maximalen und minimalen Flüssigkeitszugabemenge

Tabelle 4: Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

Teil 2, Tab. 4.3, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Ab- schnitt	Probe- körper	Alter bei Ermitt- lung des Kenn- wertes [d]	Anzahl der Probekörper bei Lagerung			
					A	B		Ca(OH) ₂ - Lösung
					PCC [-]	PCC [-]	FS [-]	PCC [-]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Biegezug- und Druckfestigkeit	2.5.3	Prisma	2, 7, 28, 90	12	–	–	–
17	Biegezug- und Druckfestigkeit	2.5.4	Prisma	1, 2, 7, 90, 28	–	12	–	–
					–	3 + x ¹	3	
18	Quellen	2.5.5	Prisma mit Messzapfen	1 bis 28	3	–	–	–
19	Schwinden	2.5.6	Prisma mit Messzapfen	3 bis 28	–	6	6	–
20	Kriechen	2.5.7	Zylinder	28	–	3	–	–
21	Gesamtgehalt an Halogenen	2.5.8	Mörtelprobe	> 1	–	1	–	–
22	Korrosionsfördernde Stoffe	2.5.9	Mörtel-elektrode	2	–	–	–	3
23	Trockenrohdichte	2.5.10	Bohrkern	> 7 ³	–	6 ²		–
24	Statischer Elastizitätsmodul	2.5.11	Zylinder	28	–	3	–	–
25	Dynamischer Elastizitätsmodul	2.5.12	Prisma	28	–	3	–	–
26	Karbonatisierungstiefe	2.5.13	Prisma	28, 56, 90, 180 d, 1, 2, 5 Jahre	–	9	–	–
27	Beständigkeit in Calciumhydroxid-lösung	2.5.14	Prisma	56	–	–	–	3
				90				6
28	Kapillare Wasseraufnahme	2.5.15	Scheibe	28/42	–	3	–	–
29	Wasserdampfdurchlässigkeit	2.5.16	Scheibe	28	–	5	–	–

¹ zusätzlich je 3 für die minimale Flüssigkeitszugabemenge sowie jede angesetzte Mischung² 2 Bohrkerne aus 3 Platten je Richtung³ bei Massekonstanz

Tabelle 5: Prüfungen am Verbundkörper

Teil 2, Tab. 4.3, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Ab- schnitt	Grund- körper	Alter bei Er- mittlung des Kennwertes [d]	Anzahl der Probekörper bei Lagerung			
					A [-]	B [-]	FTB [-]	TWB [-]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	2.7.3	Platte	90	3	–	–	–
31	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	2.7.4	Platte	7	–	3 ¹	–	–
32	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung	2.7.5	Platte	28		3		
33	Haftzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung	2.7.6	Platte	> 37	–	–	3	–
34	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung	2.7.7	Platte	> 31	–	–	–	3 ⁴
35	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	2.7.8	Balken	> 29		1 ²	–	–
36	Behindertes Schwinden	2.7.9	Schwind- rinne	3 bis 90	–	2 ³	–	–
37	Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbe- schichtung	2.7.10		> 29 ⁵	–	1	–	–
38	Verhalten bewehrter Verbundkörper	2.7.11	Repro- platte	> 28	–	–	2	–
39	Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl	2.7.12		28	–	6 oder 9		–

¹ WPK und FÜ: 2 Probekörper² nur für PCC II³ ohne Feuchthalten in den ersten 24 h⁴ bei Feinspachtel mit und ohne PCC⁵ Angaben zur Ausführung

FTB: Frost-Tausalz-Beanspruchung

TWB: Temperaturwechselbeanspruchung

Tabelle 6: Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch

Teil 2, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Abschnitt	Prüftempera- tur [°C]	Flüssigkeits- zugabe- menge [-]	Anzahl der Prüfungen [-]
1	2	3	4	5	5
12	Konsistenz, Rohdichte, Luftgehalt	3.4.1.2	23 ± 2	min	eine Mischung
				max	übrige Mischungen
13	Ablaufneigung	3.4.1.3	23 ± 2	max	1
14	Verarbeitbarkeitsdauer	3.4.1.4	5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2	max	1

Tabelle 7: Prüfungen am Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)

Teil 2, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Abschnitt	Probekörper	Alter bei Ermitt- lung des Kennwertes [d]	Anzahl der Probekör- per bei Lagerung	
					B [-]	Ca(OH) ₂ - Lösung [-]
1	2	3	4	5	6	7
15	Festigkeit nach Lagerung B	3.4.2.3	Prisma	28	3	–
16	Schwinden	3.4.2.4	Prisma mit Messzapfen	1 bis 28	6	–
17	Gesamtgehalt an Halogenen	3.4.2.5	Mörtelprobe	> 1	1	–
18	Korrosionsfördernde Stoffe	3.4.2.6	Mörtelelektrode	2	–	3

Tabelle 8: Auftragsdicke für die Platten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.2

	Größtkorndurchmesser des SPCC	Auftragsdicke
	1	2
1	1 mm	10 mm ¹
2	≤ 4 mm	20 mm ¹
3	> 4 mm	40 mm ²

¹ Auf Antrag des Herstellers sind Abweichungen hiervon möglich.² Aus prüftechnischen Gründen ist die Auftragsdicke grundsätzlich auf 40 mm begrenzt.

Tabelle 9: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Festmörtel (gespritzte Proben)

Teil 2, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Ab- schnitt	Probekör- per	Alter bei Er- mittlung des Kennwertes	Anzahl der Prismen bzw. Scheiben bei Lage und Lagerung		
					über Kopf		senkrecht
					A [-]	B [-]	B [-]
1	2	3	4	[d] 5	6	7	8
20	Festigkeiten nach Lagerung A	3.6.3.1	Prisma	7, 28, 90	9	–	–
21	Festigkeiten nach Lagerung B	3.6.3.1	Prisma		–	9	9
22	Schwinden	3.6.3.3	Prisma mit Messzapfen	3 bis 28	–	6	6
23	Trockenrohdichte	3.6.3.4	Prisma	28	–	6	6
24	Dynamischer Elastizitätsmodul	3.6.3.5	Prisma	28	–	3 ¹	–
25	Karbonatisierungstiefe	2.5.13	Prisma	28, 56, 90, 180 d, 1, 2, 5 a	–	9	–
26	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	2.5.14	Prisma	56	–	3 ²	–
				90	–	6 ²	–
27	Kapillare Wasseraufnahme	2.5.15	Scheibe	28/42	–	3	–

¹ kann auch an 28-d-Festigkeitsprismen ermittelt werden² bzw. bei Lagerung in Ca(OH)₂-Lösung

Tabelle 10: Prüfungen an Verbundkörpern (gespritzte Proben)

Teil 2, Tab. 4.4, Zeile	Art der Prüfung	Teil 4, Ab- schnitt	Grundkör- per	Alter bei Ermitt- lung des Kenn- wertes	Anzahl der Probekörper bei Lage der Mörtelober- fläche und Lagerung		
					horizontal		senkrecht
					A [-]	B [-]	B [-]
1	2	3	4	5 [d]	6	7	8
28	Haftzugfestigkeit nach Lagerung A	3.6.4.2	Platte	90	3	-	-
29	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	3.6.4.3	Platte	7	-	3	3
30	Haftzugfestigkeit an einlagig gespritzten Proben	3.6.4.4	Platte	7	-	3	-
31	Haftzugfestigkeit nach Frost- Tausalz- Beanspruchung	3.6.4.5	Platte	> 37	-	3 ¹	-
32	Haftzugfestigkeit nach Temperatur- wechselbeanspru- chung	3.6.4.6	Platte	31	-	3 ²	-
33	Haftzugfestigkeit nach Schwing- beanspruchung	3.6.4.7	Schwing- platte	28	-	1	-
34	Behindertes Schwinden	3.6.4.8	Schwind- rinne	3 bis 90	-	-	2 ³
35	Verhalten bewehrter Ver- bundkörper	3.6.4.9	Reproplatte	> 28	-	2 ¹	-
36	Widerstandsfähig- keit der Korrosions- schutzbeschichtung	3.6.4.10	-	> 29	-	-	1
37	Feststellung der Spritzeignung des SPCC	3.6.4.11	-	> 14	-	-	1

¹ und Frost-Tausalz-Beanspruchung (FTB)² und Temperaturwechselbeanspruchung³ ohne Feuchthalten in den ersten 24 h

Tabelle 11: Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie am Frischmörtel bzw. am Gemisch

Teil 2, Tab. 4.5, Zeile	Art der Prüfung/ Prüfgröße	Teil 4, Abschnitt	Prüftemperatur [°C]	Anzahl der Prüfungen			
				Einzelkomponente A [-]	B [-]	C [-]	Reaktions- harzmasse [-]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Dichte	4.2.2.1	23 ± 2	2	2	–	–
2	Epoxidäquivalent/ Aminzahl ³	4.2.2.2	RT	2 ¹	2 ¹	–	–
3	TGA	4.2.2.3	RT bis 600 bzw. 900	1	1	1	–
4	IR-Spektrum	4.2.2.4	RT	1 ¹	1 ¹	–	–
5	Kornzusammen- setzung	4.2.3.1	RT	–	–	4	–
		4.2.4.2		4 ²	4 ²	–	–
6	Topfzeit ³	4.2.4.3	23 ± 0,5	–	–	–	2
7	Härtungsverlauf ³	4.3.3	23 ± 1,0	–	–	–	(1)
8	Ablaufneigung ⁴	4.3.4	23 ± 2	–	–	–	1
			T _{min,P} ± 1				1
			T _{max,P} ± 1				1
9	Gehalt an nicht- flüchtigen Anteilen	4.3.5	23 ± 2	–	–	–	2
			105 ± 2				

T_{min,P}/ T_{max,P}: minimale/maximale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) –2 K/+2 K

¹ bei gefüllten bzw. zuschlaghaltigen Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen

² nach Extraktion der Bindemittelkomponente

³ alternativ nach Angaben zur Ausführung

⁴ nicht erforderlich für PC-Ausgangsstoffe

A: Reaktionsharzkomponente

B: Härtekomponente

C: Zuschlag

RT: Raumtemperatur

Tabelle 12: Umfang der Prüfungen am Festmörtel

Teil 2 Tab. 4.5, Zeile	Art der Prüfung/ Prüfgröße	Teil 4, Abschnitt	Alter z. Z. bzw. bei Beginn der Prüfung [d]	Anzahl der Prismensätze bei Lagerung		
				A [-]	B [-]	C [-]
1	2	3	4	5	6	7
10	Rohdichte	4.4.3	7	–	1 ¹	–
11	Festigkeiten n. Lagerung A	4.4.4	1, 2, 3, 7	4	–	–
12	Festigkeiten n. Lagerung B	4.4.5	1, 7	–	2	–
13	Festigkeiten n. Lagerung C	4.4.6	2	–	–	1
14	Thermische Dehnung	4.4.7	14	–	1	–
15	Dynamischer E-Modul	4.4.8	7	–	1	–
Summe der erforderlichen Prismensätze (je 3 Prismen)				4	1	1

¹ Probekörper für 7 d Festigkeiten nach Abschnitt 4.4.4

Tabelle 13: Umfang der Prüfungen auf Verbundkörpern (außer Korrosionsschutz-Probekörper)

Teil 2, Tab. 4.5, Zeile	Art der Prüfung / Prüfgröße	Teil 4, Ab- schnitt	Grundkör- per	Alter der Beschich- tung z. Z. bzw. bei Beginn der Prü- fung [d]	Anzahl der Probekörper bei Lagerung			
					A	B	B+FTB	B+TW B
					[-]	[-]	[-]	[-]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Haftzugfestig- keiten	4.6.3	Platte	$\leq 3, 7$	4			
17		4.6.4		1, 7	–	4	–	–
18		4.6.5		7	–	2	–	–
19		4.6.6		> 7	–	–	2	–
20		4.6.7		> 7	–	–	–	2
21	Verhalten bei bewehrten Ver- bundkörpern	4.6.9	Reprofilie- rungsplatte	> 7	–	–	2	–

FTB: Frost-Tausalz-Beanspruchung

TWB: Temperaturwechselbeanspruchung (Gewitterregen)

Tabelle 14: Übersicht über die Anzahl und Lagerung der Probekörper

Art der Prüfung/ Prüfgröße	Prüfung nach Abschnitt	Grund- körperart	Vorlagerung bis zur Prüfung bzw. Bean- spruchung	Anzahl der Probekörper bei Lagerung bzw. Beanspruchung							
				NK	T _{MIN}	TWB + TWBM	TWBO	TWB	FTB	BW	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Haftzugfestigkeit, Gitterschnitt	5.5.3	Platte	14 d	2	–	–	–	–	–	–	–
Haftzugfestigkeit, Blasen, Risse, Ablö- sungen	5.5.4.1	Platte	14 d	2 ¹	–	2	–	–	–	–	–
Haftzugfestigkeit, Blasen, Risse, Ablö- sungen	5.5.4.2	Platte	14 d	2 ¹	–	–	2	–	–	–	–
Haftzugfestigkeit, Risse	5.5.5	Platte	28 d	–	–	–	–	3	–	–	–
Masseverlust	5.5.6	Würfel	14 d	–	–	–	–	–	4+4		
Blasen, Risse, Ablö- sungen	5.5.7	Faser- zement- platte	14 d	–	–	–	–	–	–	2	–
Dynamische Rissüberbrückung (OS 5, OS 9)	5.5.8.1	Prisma	14 d	–	–	–	–	–	–	4	–
Dynamische Rissüberbrückung (OS 11)	5.5.8.1	Prisma	14 d	–	–	–	–	–	–		4
Statische Rissüberbrückung	5.5.8.2	Stahl- beton- platte	14 d	–	–	–	–	–	–	–	2
Alkalibeständigkeit	5.5.9	Mörtel- scheibe	34 d	10	–	–	–	–	–	–	–
Griffigkeit und Verschleißfestigkeit	5.5.10	Faser- zement- platte	14 d	2	–	–	–	–	–	–	2
Haftzugfestigkeit bei rückseitiger Feuchte- einwirkung	5.5.15	Platte	7 d / –	3	3 ²	–	–	–	–	–	–
Chemikalien- beständigkeit	5.5.16	Platte	14 d	1	–	–	–	–	–	–	–
Schlagfestigkeit	5.5.17	Platte	14 d	–	–	–	–	–	–	–	2

¹ beschichtet bei 8 °C, nach 2 Tagen weitere Lagerung im NK² beschichtet und gelagert bei 8 °C**Legende**

NK Normalklima DIN 50014-23/50-2

T_{MIN} 8 °C

TWB Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregensimulation

TWBM Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss

TWBO Temperaturwechselbeanspruchung ohne Tausalzeinfluss

FTB Frost-Tausalzbeanspruchung gemäß DAfStb-Heft 422

BW künstliche Bewitterung gemäß DIN 53384

A künstliche Alterung über 7 d bei 70 °C

Tabelle 15: Prüfbedingungen für unterschiedliche Rissüberbrückungsklassen

	Rissüberbrückungsklasse		Rissart	Prüfbedingungen
	1	2		
1	I _T	gering	vorhandene und nachträglich entstehende oberflächennahe Risse, Rissbreite max. 0,15 mm, Bewegung unter Temperaturbeanspruchung bis 0,05 mm	$T_p = -20\text{ °C}$ $W_{T,O} = 0,15\text{ mm}$ $W_{T,U} = 0,1\text{ mm}$ $R_W = 1000$ $\Delta W_T = 0,05\text{ mm}$ $f = 0,03\text{ Hz}$
2	II _T	erhöht	vorhandene und nachträglich entstehende oberflächennahe Risse und/oder Trennrisse, Rissbreite max. 0,3 mm, Bewegung unter Temperaturbeanspruchung und Lastbeanspruchung bis 0,2 mm	$T_p = -20\text{ °C}$ $W_{T,O} = 0,3\text{ mm}$ $W_{T,U} = 0,1\text{ mm}$ $R_W = 1000$ $\Delta W_T = 0,2\text{ mm}$ $f = 0,03\text{ Hz}$ und $\Delta W_V = \pm 0,05\text{ mm}$ Sinus $R_W = 100\ 000$ $f = 5\text{ Hz}$
3	A2	statisch (EN 1062-7)	vorhandene und nachträglich entstehende Risse, Rissbreite max. 0,1 mm	$T_P = -10\text{ °C}$ $W_{max} = 0,10\text{ mm}$ $R\ddot{o} = 0,05\text{ mm/min}$

T Temperaturbeanspruchung

V Lastbeanspruchung aus Verkehr

f Frequenz

Rö Rissöffnungsrate

 ΔW_V verkehrsbedingte Rissbreitenänderung T_p Prüftemperatur R_W Risswechsel $W_{T,O}$ größte Rissbreite $W_{T,U}$ kleinste Rissbreite ΔW_T temperaturbedingte Rissbreitenänderung W_{max} maximale Rissbreite**Tabelle 16: Prüfflüssigkeiten**

BPG ¹ Nr.	Gruppe	Prüfflüssigkeiten
1	2	3
3	<ul style="list-style-type: none"> – Heizöl EL (nach DIN 51601-3) – Dieselmotorenöl (nach DIN EN 590) – ungebrauchte Verbrennungsmotorenöle – ungebrauchte Kraftfahrzeug-Getriebeöle – Gemische aus gesättigten und aromatischen Kohlenwasserstoffen mit einem Aromatengehalt von $\leq 20\text{ Gew.-%}$ und einem Flammpunkt $> 55\text{ °C}$ 	Prüfgemisch A 20/NP II der Haltermann AG Ferdinandstraße 55 20095 Hamburg
10	Mineralsäuren bis 20 % sowie sauer hydrolysierend, anorganische Salze in wässriger Lösung ($\text{pH} < 6$), außer Flusssäure und oxidierend wirkenden Säuren und deren Salze	Schwefelsäure (20 %)
11	Anorganische Laugen sowie alkalisch hydrolysierende, anorganische Salze in wässriger Lösung ($\text{pH} > 8$), ausgenommen Ammoniaklösungen und oxidierend wirkende Lösungen von Salzen (z. B. Hypochlorit)	Natronlauge (20 %)

¹ Bau- und Prüfgrundsätze² Die Prüfungen sind mit allen Prüfflüssigkeiten durchzuführen. Bei Prüfung mit nur einer Prüfflüssigkeit gilt die Eignung nur für diese Medium als erbracht.

Tabelle 17: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Epoxidharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.5)

	Art der Prüfung und Prüfgröße	Prüfung nach Abschnitt	Prüf-temperatur [° C]	Anzahl der Proben			
				Einzelkomponenten Epoxidharz [-]	Härter [-]	Epoxidharz gemischt [-]	ausreagiert [-]
	1	2	3	4	5	6	7
1	Dichte	6.1.2	23	2	2	–	–
2	Epoxidäquivalent	6.1.3	–	2	–	–	–
3	Aminzahl	6.1.4	–	–	2	–	–
4	IR-Spektrum	6.1.5	–	1	1	–	–
5	dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg	6.1.6	8	–	–	3	–
			15			3	
			23			3	
6	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer	6.1.7	8	–	–	3	–
			15			3	
			23			3	
7	Entwicklung der Zugfestigkeit	6.1.8	8	–	–	mind. 6	–
			15				
			23				
8	Relaxationstemperatur 2 d	6.1.9	10 bis 200	–	–	–	3
9	Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt	6.1.10	23	–	–	3 ²	3
			105	–	–	–	3 ²
10	Einwaage	6.1.11	RT ¹	n	n	–	–
11	Mischgenauigkeit	6.1.12	8	3	3	3	–
			15	3	3	3	–
			23	3	3	3	–

¹ RT: Raumtemperatur² identische Proben**Tabelle 18 gestrichen**

Tabelle 19: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Polyurethanharz (Anforderungen nach Teil 2, Tabelle 6.6)

	Art der Prüfung/Prüfgröße	Prüfung nach Abschnitt	Prüf-temperatur °C	Anzahl der Proben			
				Einzelkomponenten PUR und SPUR		Polyurethanharz PUR	
				polyolhaltig (Komp. A)	isocyanathaltig (Komp. B)	gemischt	erhärtet
	1	2	3	4	5	6	7
1	Dichte	6.3.2	23	2	2	–	–
2	Infrarotspektrum	6.3.3	–	1	1	–	–
3	Isocyanatgehalt	6.3.4	–	–	2	–	–
4	Funktionale Gruppen	6.3.5	–	2	2	–	–
5	Thermogravimetrie	6.3.6 6.3.7 6.3.8	–	1	1	–	–
6	Viskosität und Viskositätsanstieg	6.3.9	n. A. ¹ / 23 23 15	– – –	– – –	3 3 3	– – –
7	Einfluss unterschiedlicher Lagerungen	Luft dest. Wasser KOH T-Zyklen	6.3.10	23	– – – –	– – – –	3 3 3 3
8	Änderung der Masse bei Wasserlagerung	6.3.11	23	–	–	–	6
9	Glasübergangstemperatur	6.3.11	23	–	–	–	2 x 3
10	Flüchtige Bestandteile	6.3.13	23	–	–	–	2 x 3
11	Einwaage am Gebinde	6.3.14	RT ²	3	3	–	–

¹ niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. gemäß Angaben zur Ausführung)² RT: Raumtemperatur³ Anzahl n gemäß Abschnitt 6.3.13**Tabelle 20 gestrichen****Tabelle 21: Anzahl, Lagerungsart und -dauer der Probekörper für die Prüfungen gemäß Abschnitt 6.3.10**

	Lagerungsart	Anzahl der Probekörper als Mischungsbestandteil	
		mit Wasser	ohne Wasser
	1	2	3
1	Luft (23/50)	3	3
2	dest. Wasser	3	–
3	0,1 n. KOH-Lauge	3	–
4	Temperaturwechsel gemäß Bild 22 bei Luftlagerung	3	–

Tabelle 22: Prüfmart 1 – Feuchtebedingungen zur Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit

	Füllstoff	Rissbreite [mm]	Prüftemperatur [°C]			
			15	n. A.	15	n. A.
	1	2	3	4	5	6
1	PUR	0,30 und 0,50	W	W	W	W
2			F	F	F	F
3			T	T	T	T
4	SPUR	0,50	–	–	W	W
5	PUR		–	–	F	F

F (feucht) Der verdämmte Riss wird 1 h vor der Injektion einmal mit Wasser gefüllt, nach 10 min mit Druckluft ausgeblasen und anschließend injiziert.

n. A. niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. Angaben zur Ausführung)

RT Raumtemperatur

T (trocken) Rissflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)

W (wassergefüllt) Der verdämmte Riss wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.

Tabelle 23: Anzahl der Proben für die Prüfungen an Zementleim/Zementsuspension (Anforderungen laut Teil 2, Tabelle 6.7)

	Art der Prüfung und Prüfgröße	Prüfung nach Abschnitt	Prüftemperatur °C	Anzahl der Proben				
				Einzelkomponenten			ZLZS	ZL/ZS
				Pul-ver	Flüs-sigkeit	Zusätze	Gemisch	erhär-tet
	1	2	3	4	5	5	6	7
1	Dichte	6.5.2	RT ¹	2	2	2	–	–
2	Korngrößenverteilung	6.5.3	–	2	–	–	–	–
3	Mahlfeinheit	6.5.4	–	1	–	–	–	–
4	Chem. Zusammensetzung	6.5.5	–	1	1 ²	1 ²	–	–
5	Infrarotspektrum	6.5.6	–	1	1	1	–	–
6	Rohdichte	6.5.7	RT ¹	–	–	–	2	–
7	Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit	6.5.8	10/20/30	–	–	–	1/1/1	–
8	Sedimentationsverhalten	6.5.9	RT ¹	–	–	–	2	–
9	Druckfestigkeit	6.5.10	–	–	–	–	–	3 ³
10	Raumänderung	6.5.11	–	–	–	–	–	3
11	Elektrochemische Prüfung	6.5.12	–	–	–	–	–	3
12	Thermogravimetrische Analyse	6.5.13	–	–	–	–	–	2
13	Einwaage am Gebinde	6.5.14	RT ¹	4	4	4	–	–

¹ RT: Raumtemperatur

² nur Chloridgehalt und gegebenenfalls Sulfatgehalt

³ je 1 Prismensatz nach 2 d, 7 d und 28 d

⁴ Anzahl n gemäß Abschnitt 6.5.13

Tabelle 24: Durchführung der Prüfungen; Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen

	Prüfart	Anzahl der – Probekörper (Prüfart 1) – Risse (Prüfart 2) Zustand der Risse, Rissufer, -flanken		Injektion bei Pro- bekörper/- Umgebungs- temperatur	Lagerung		Prüfalter
		T	F		[°C]	[°C]	
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	3	3	–	RT	RT	2
3	1	–	3	–	5 ± 1	10 ± 2	2
4	1	3	3	3	RT	RT	7
5	1	–	3	–	5 ± 1	10 ± 2	7
6	1	–	–	3	RT	RT	28
7	1	–	–	3	RT	RT (7 d), anschließend 40 ± 1 (21 d)	28
8	2	≥ 2	–	≥ 3	RT	RT	7

F (feucht) Der verdämmte Riss wird 1 h vor der Injektion einmal mit Wasser gefüllt, nach 10 min mit Druckluft ausgeblasen und anschließend injiziert.

T (trocken) Rissflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)

W (wassergefüllt) Der verdämmte Riss wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.

n. A. niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. Angaben zur Ausführung)

RT Raumtemperatur

Bildanhang

Bild 1:	Balken-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.8
Bild 2:	Schwind-/Schrumpfrinne für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.9, 3.6.4.8 und 4.4.9
Bild 3	Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11, 3.6.4.9 und 4.6.9 (Größtkorn ≤ 4 mm)
Bild 4	Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11 und 3.6.4.9 (Größtkorn > 4 mm)
Bild 5	Probekörper für die (Korrosionsschutz-)Prüfung nach Abschnitten 2.7.10 und 4.6.8
Bild 6	Lage und Kennzeichnung der Entnahmestellen der Bohrkerne
Bild 7:	Platten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.7
Bild 8	Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11
Bild 9	Spritzpfanne aus Stahlblech
Bild 10	Bewehrung der Prüfplatte
Bild 11	Prüfplatte für die Prüfung von Beschichtungsstoffen und -systemen (Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag)
Bild 12	Solltemperatur an den Messstellen und zugehöriger Toleranzbereich sowie Befüllungszustand der Prüfruhe im Verlauf eines Zyklus
Bild 13	Belastungsanordnung
Bild 14	Lagerung der Probekörper
Bild 15	Ablaufdiagramm für die Prüfung der Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung
Bild 16	Rissbreitenfunktion bei den Rissüberbrückungsklassen I_T
Bild 17	Rissbreitenfunktion bei den Rissüberbrückungsklassen II_{T+V}
Bild 18	Einrichtung zur Ermittlung der Festigkeitsentwicklung
Bild 19	Probekörper für die Grundprüfung der Rissfüllstoffe, Prüfarm 2
Bild 20	Anordnung von Bohrpäckern
Bild 21	Schalungsform zur Herstellung der Probekörper
Bild 22	Temperaturzyklus für Lagerungsart gemäß Tabelle 19, Zeile 5
Bild 23	Weg-Zeit-Diagramm für die Druckprüfung
Bild 24	Erläuterung der Auswertung
Bild 25	Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnfähigkeit
Bild 26	Prüfvorgang
Bild 27	Marsh-Trichter
Bild 28	Kleinprobekörper, Prüfarm 1
Bild 29	Einkornbetonzylinder, Prüfarm 3

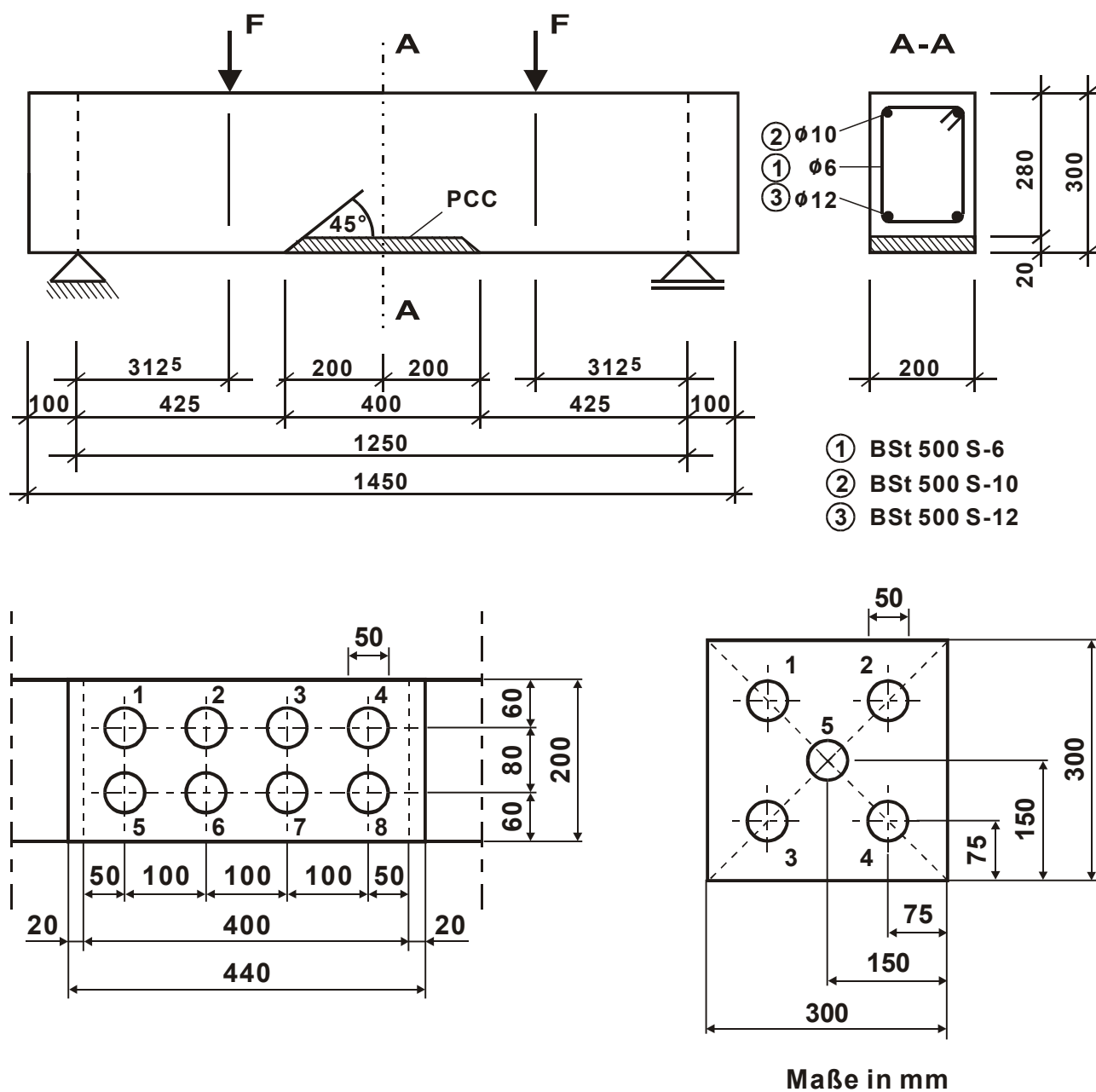
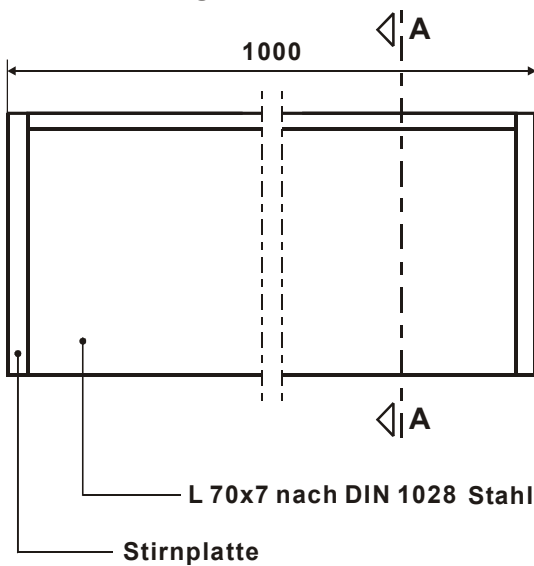


Bild 1: Balken-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.8
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

Ansicht Längsseite



Schnitt A-A

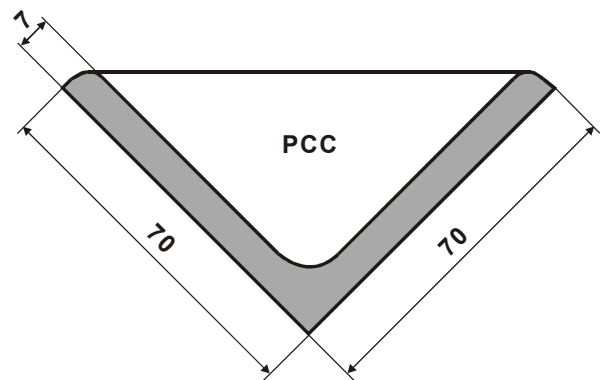
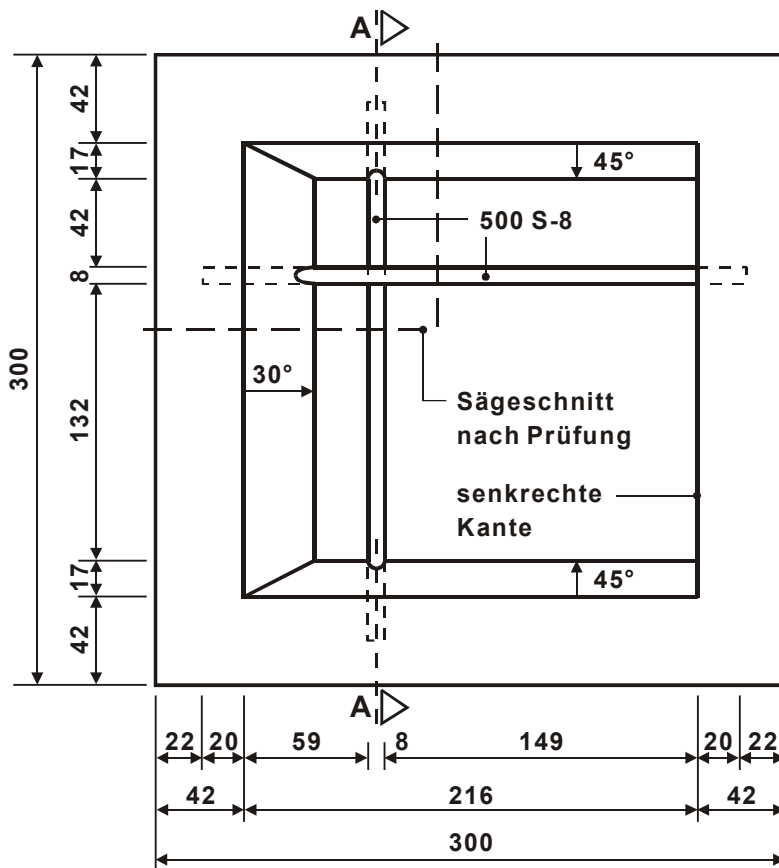


Bild 2: Schwind-/Schrumpfrinne für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.9, 3.6.4.8 und 4.4.9
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

Aufsicht



Schnitt A-A

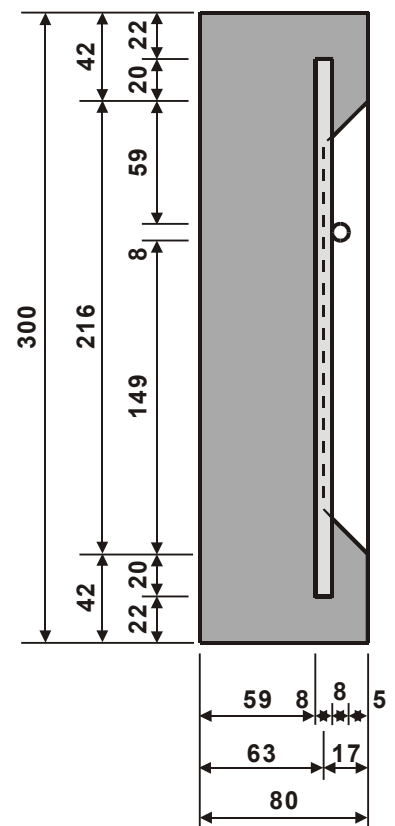


Bild 3: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11, 3.6.4.9 und 4.6.9
(Größtkorn ≤ 4 mm)
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

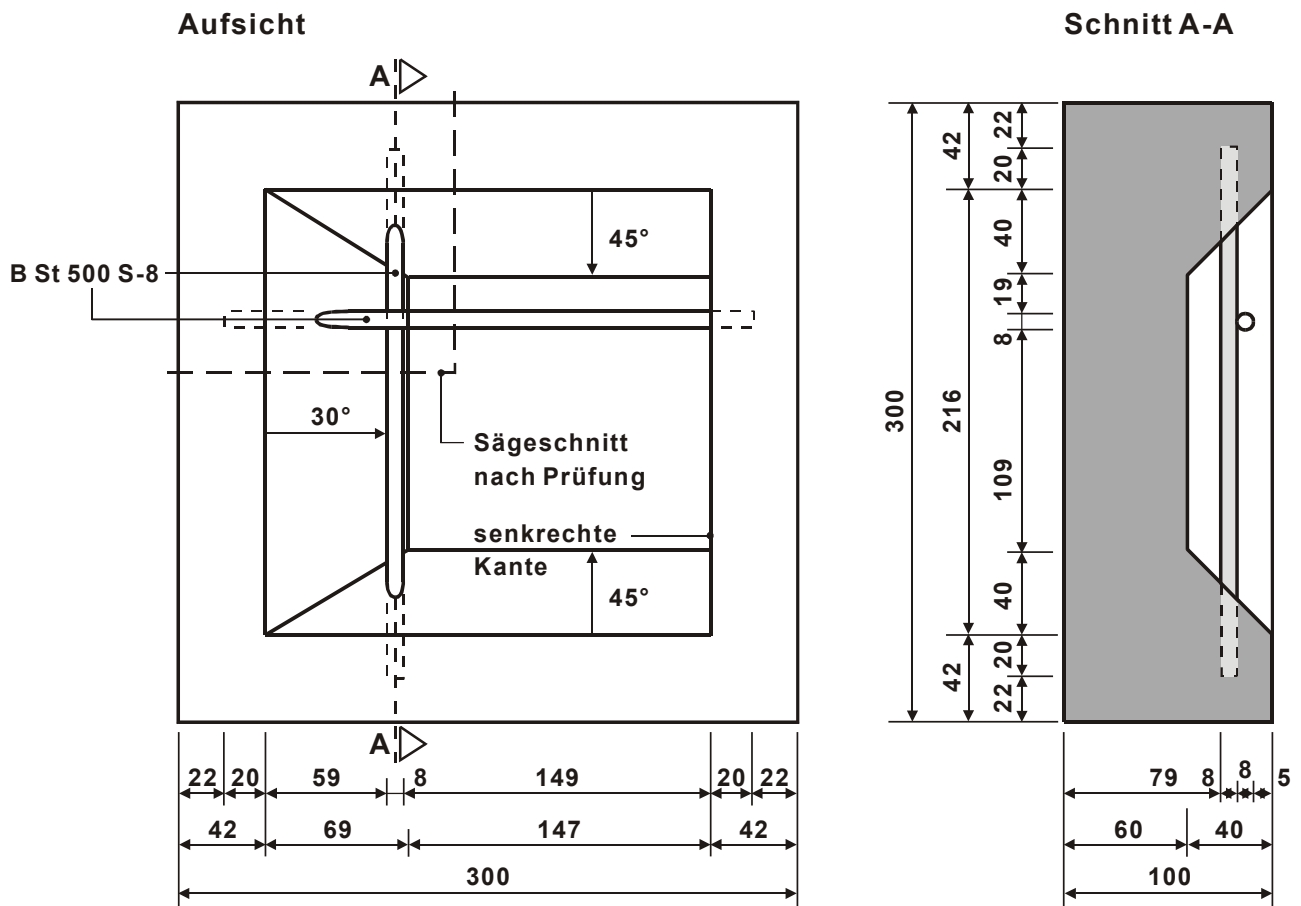


Bild 4: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11 und 3.6.4.9
(Größtkorn > 4 mm)
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

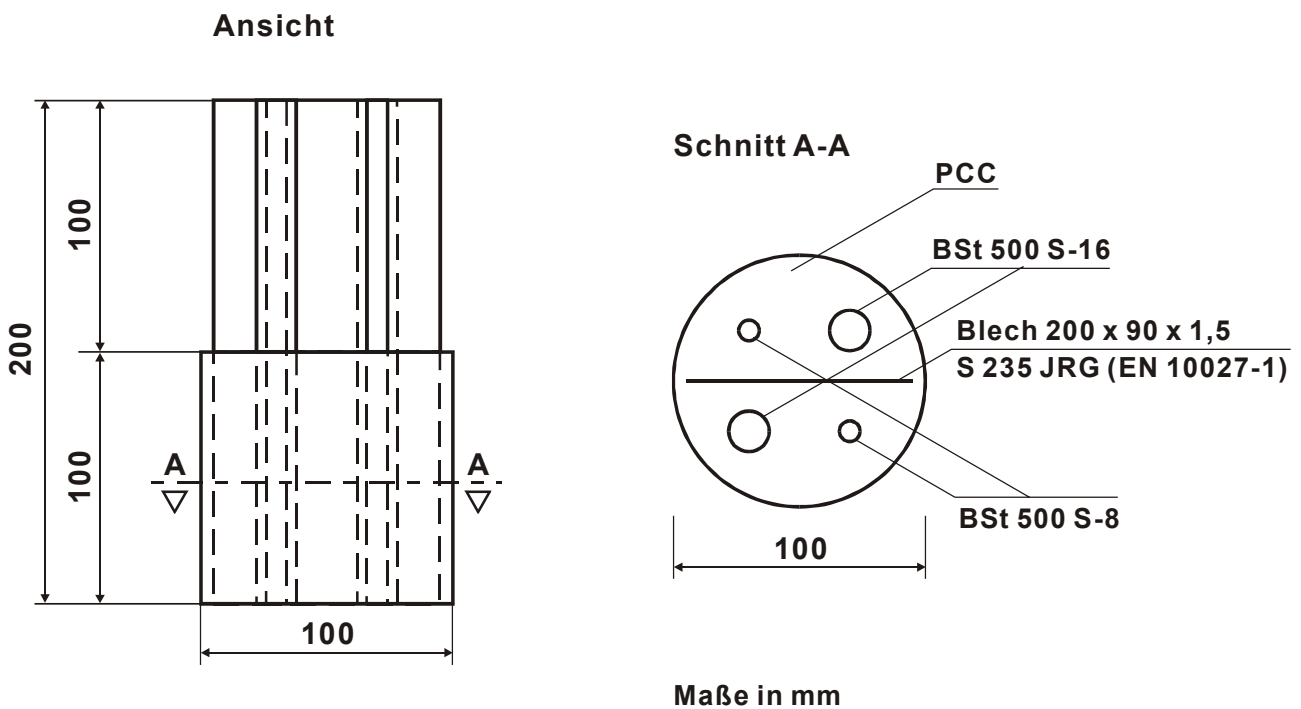


Bild 5: Probekörper für (Korrosionsschutz-)Prüfungen nach Abschnitten 2.7.10 und 4.6.8
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

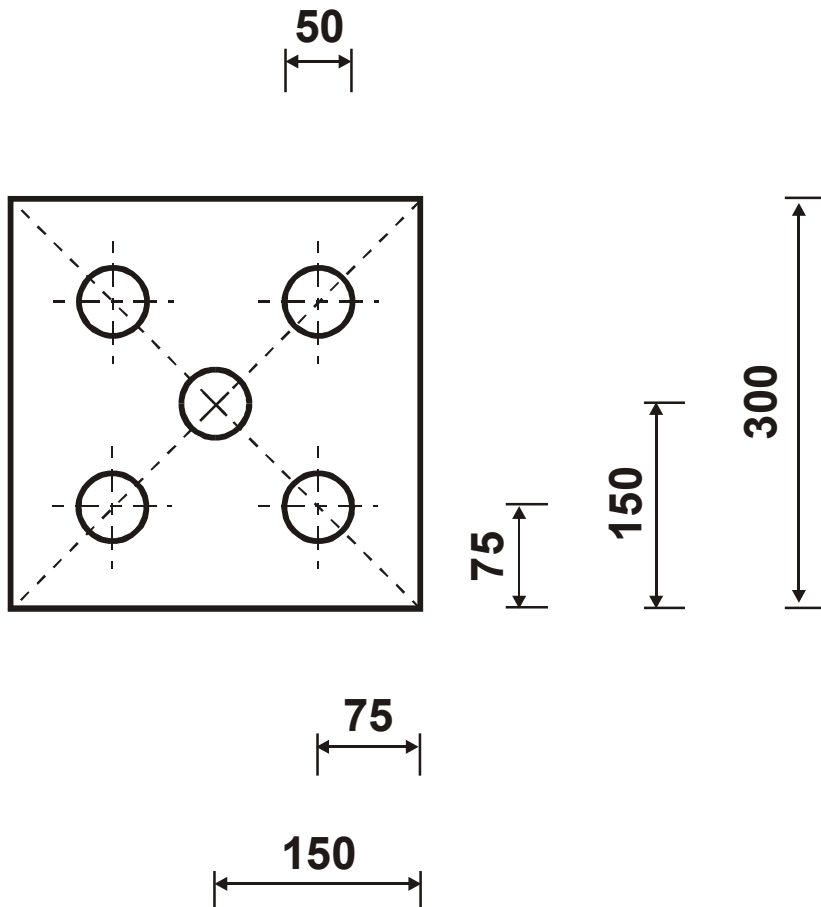
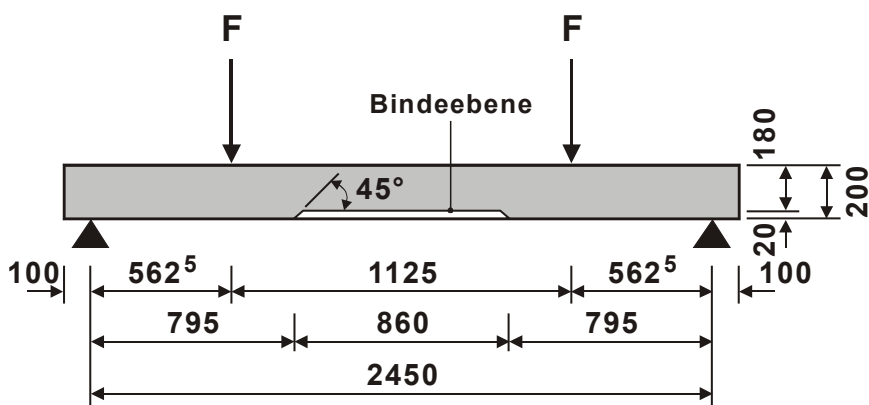


Bild 6: Lage und Kennzeichnung der Entnahmestellen der Bohrkerne
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]



Bügelabstand 150 mm

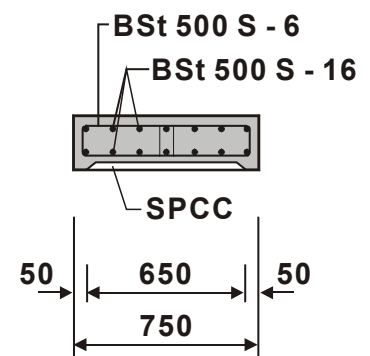


Bild 7: Platten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.7
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

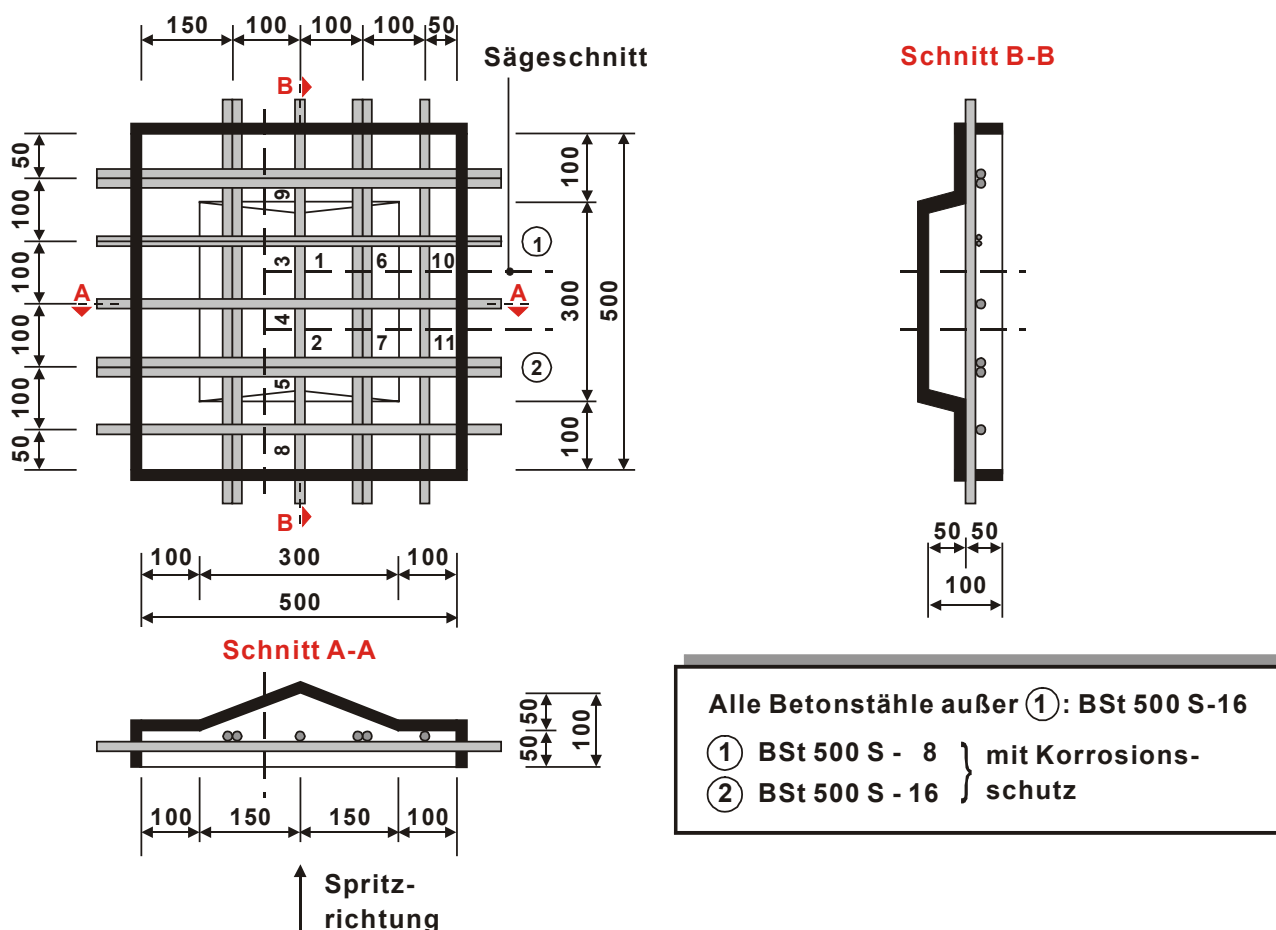


Bild 8: Kasten für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.10 und 3.4.11
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

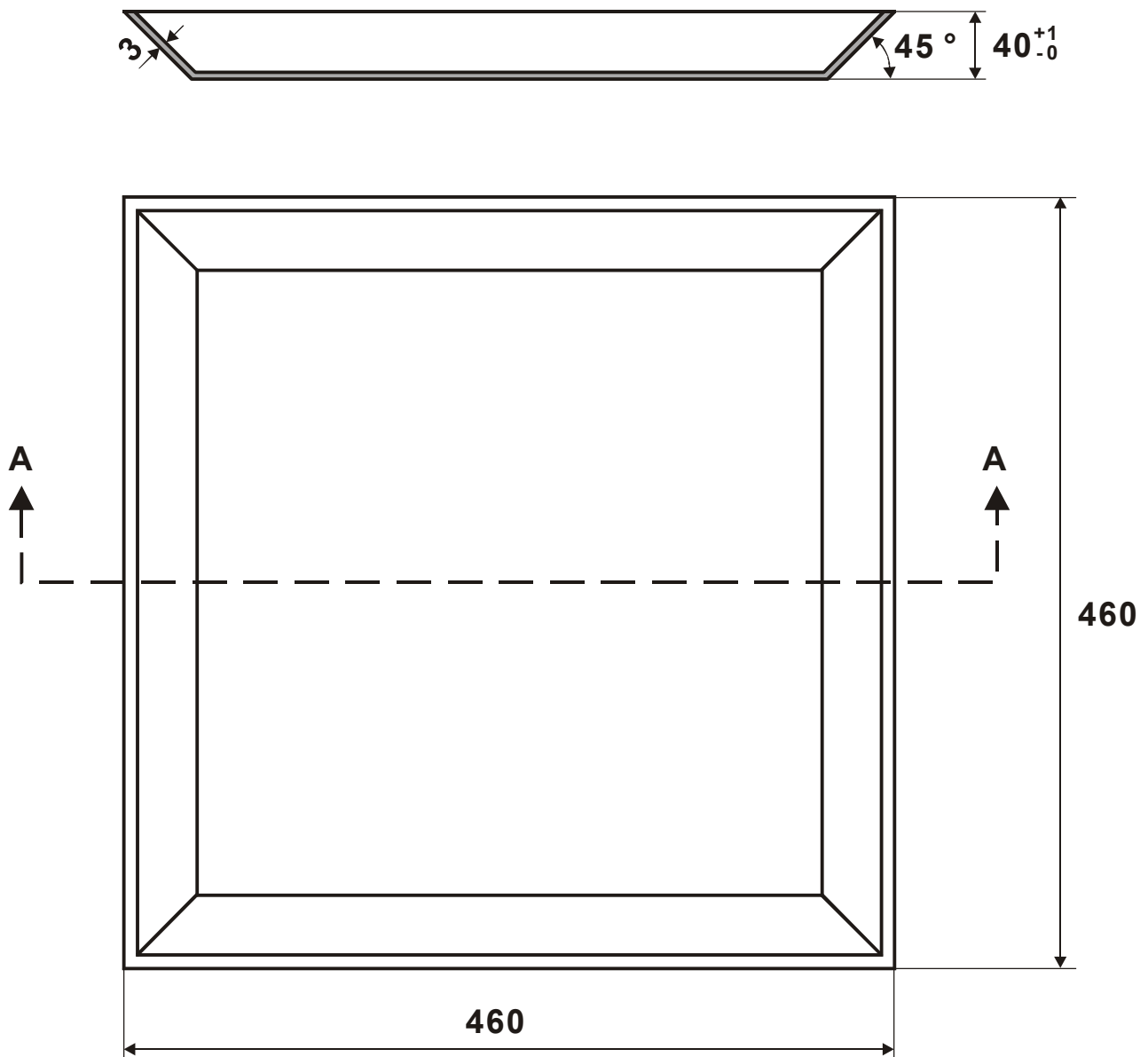
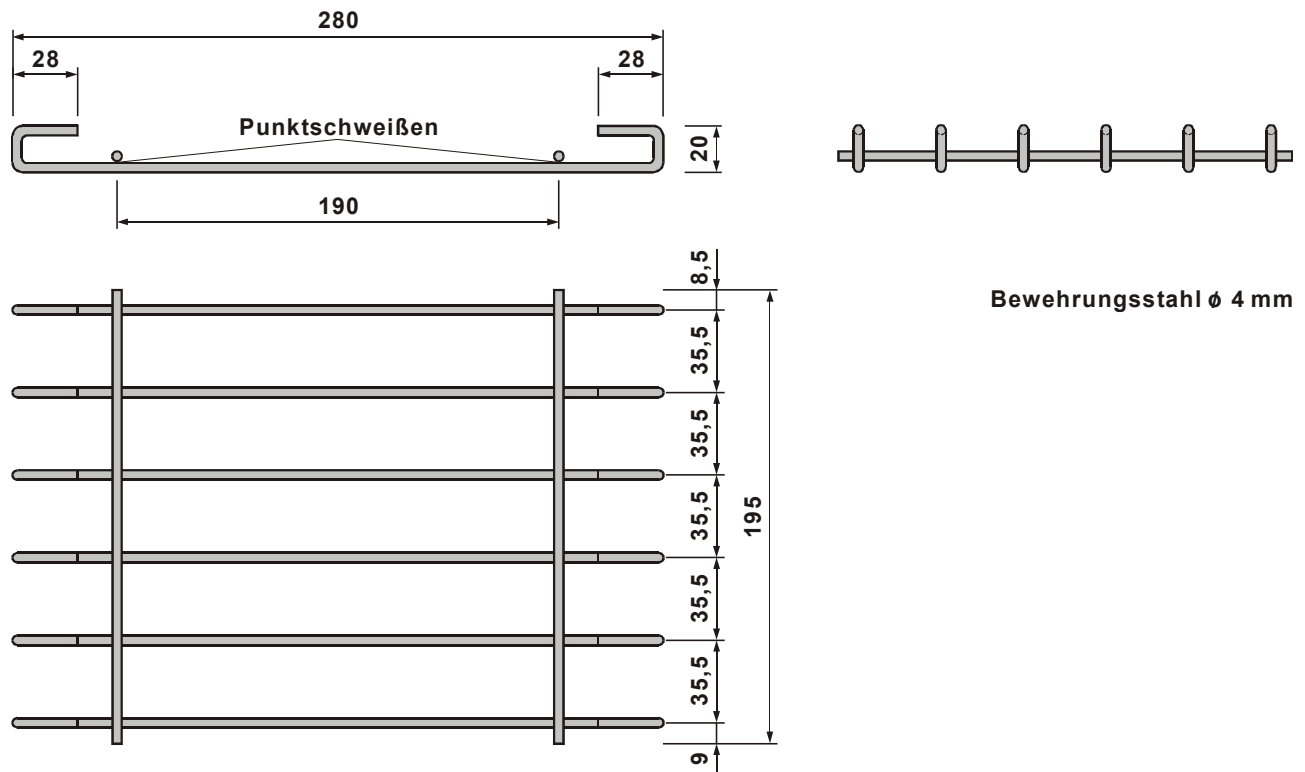
Schnitt A-A

Bild 9: Spritzpfanne aus Stahlblech
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]



Maße in mm

Bild 10: Bewehrung der Prüfplatte

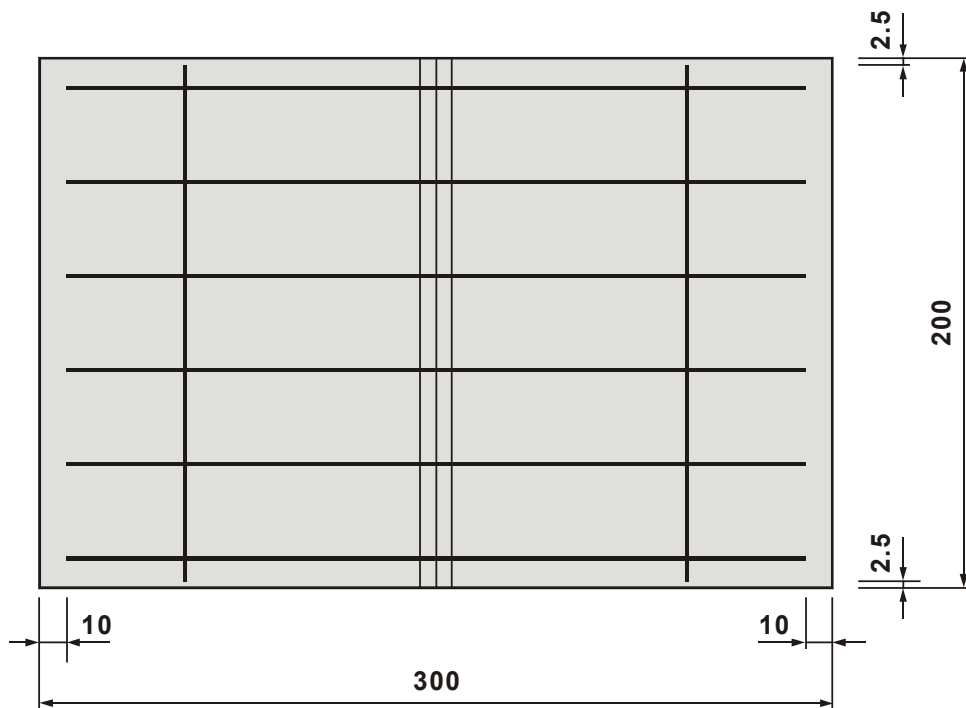


Bild 11: Prüfplatte für die Prüfung von Beschichtungsstoffen und -systemen (Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag)

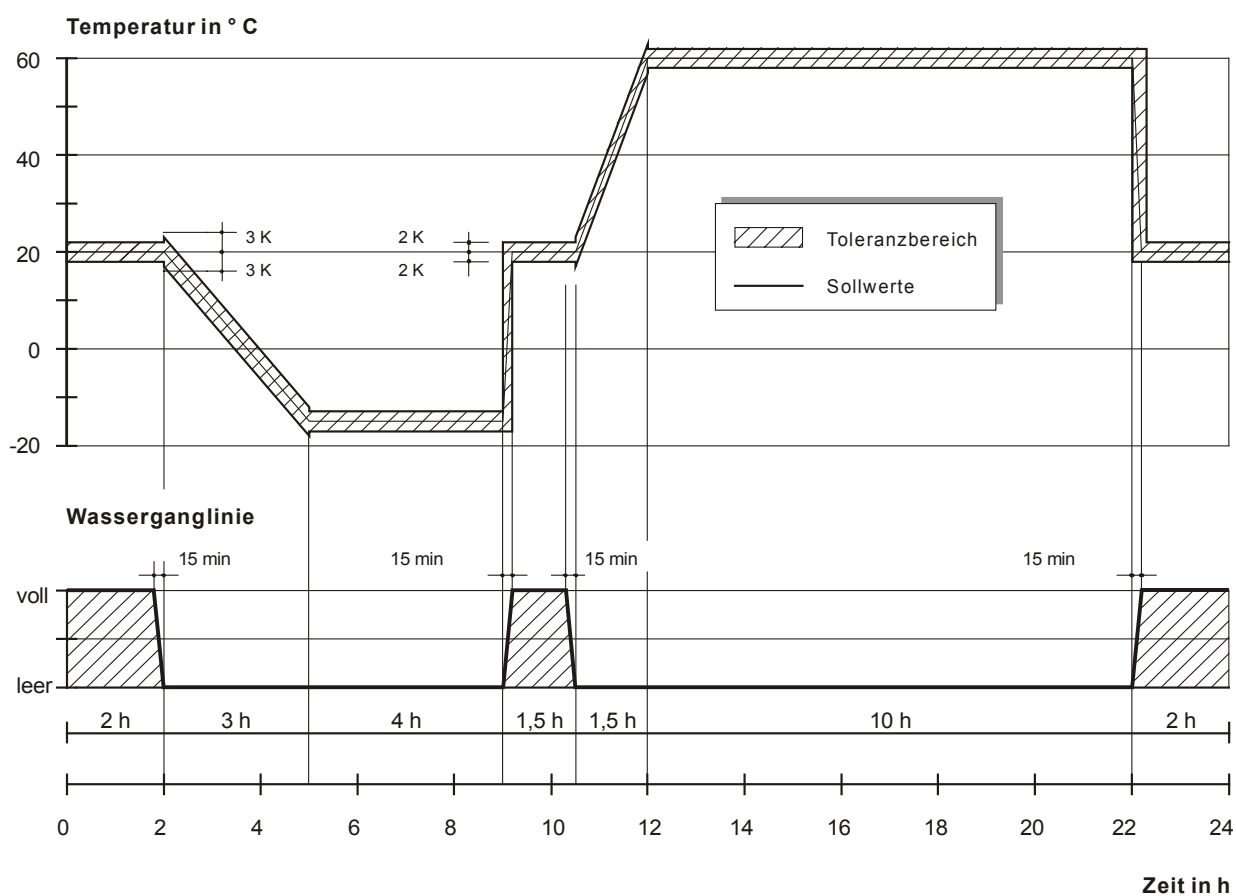


Bild 12: Solltemperatur an den Messstellen und zugehöriger Toleranzbereich sowie Befüllungszustand der Prüftruhe im Verlauf eines Zyklus

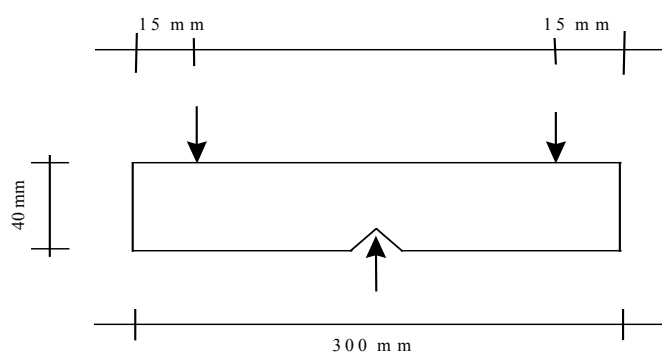


Bild 13: Belastungsanordnung

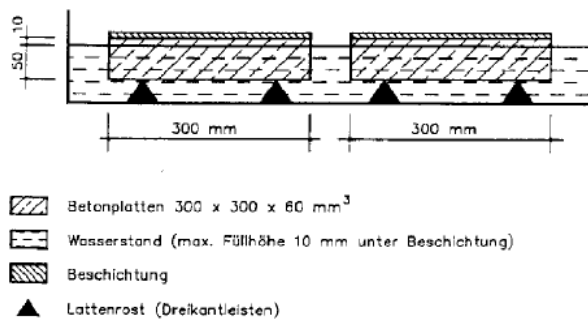


Bild 14: Lagerung der Probekörper

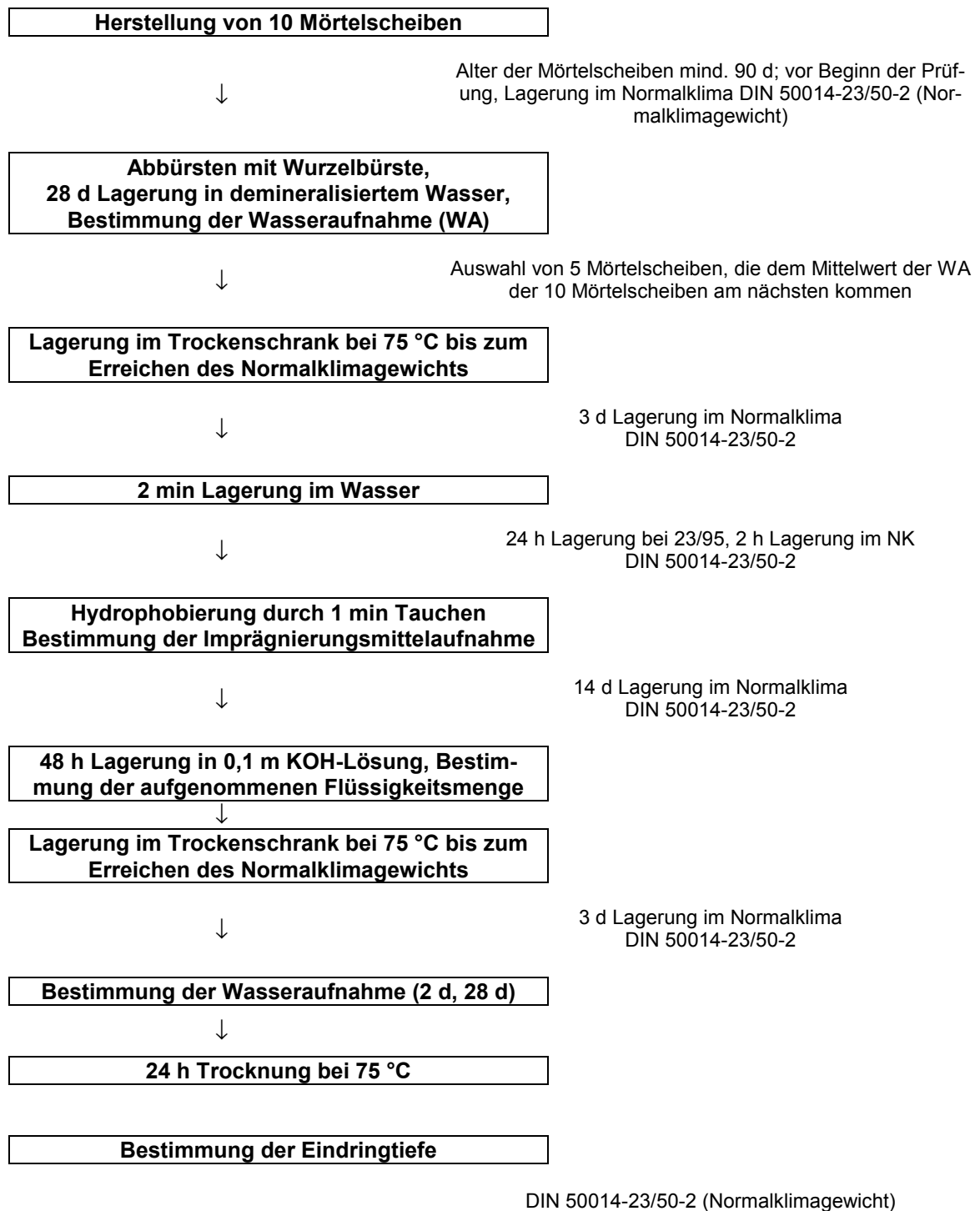
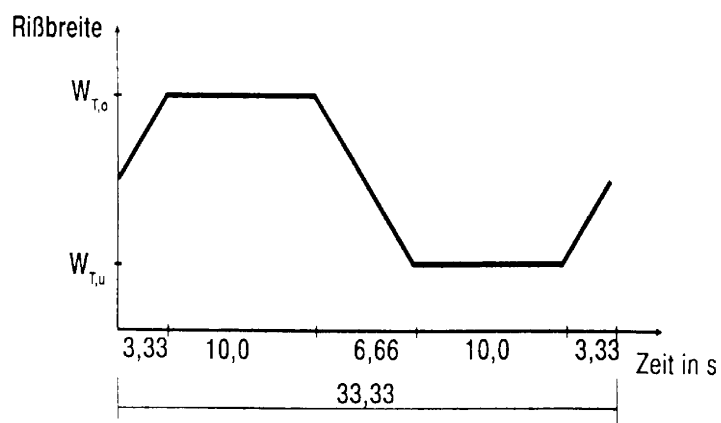
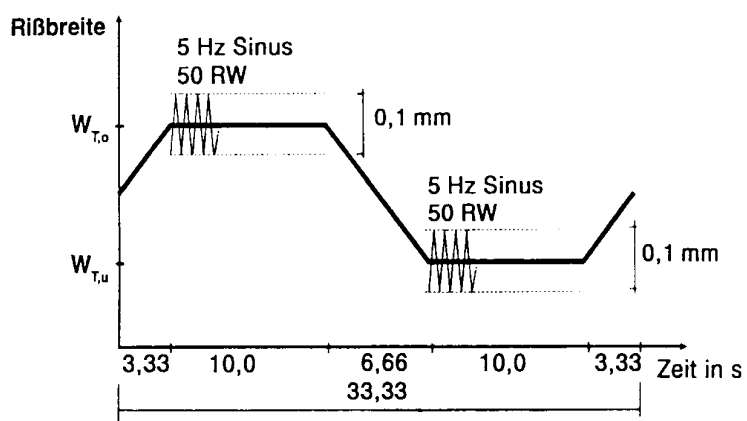


Bild 15: Ablaufdiagramm für die Prüfung der Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung



Belastungsdauer: 1000 Rißwechsel als Trapezfunktion mit 0,03 Hz $\hat{=}$ 9,25 h

Bild 16: Rissbreitenfunktion bei den Rissüberbrückungsklasse I_T



Belastungsdauer: 1000 Rißwechsel als Trapezfunktion mit 0,03 Hz,
Überlagerte Rißwechsel als Sinusfunktion mit
5 Hz $\hat{=}$ 9,25 h

Bild 17: Rissbreitenfunktion bei der Rissüberbrückungsklasse II_{T+V}

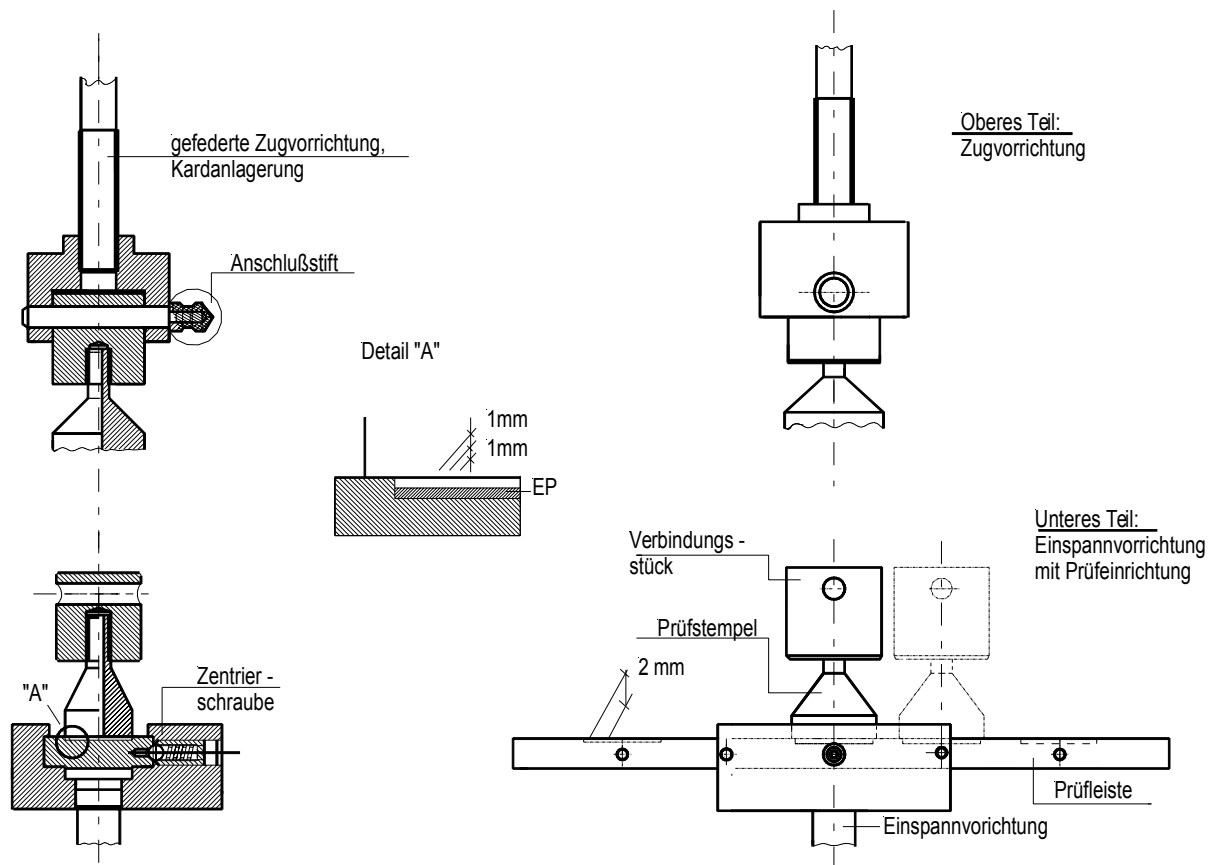


Bild 18: Einrichtung zur Ermittlung der Festigkeitsentwicklung

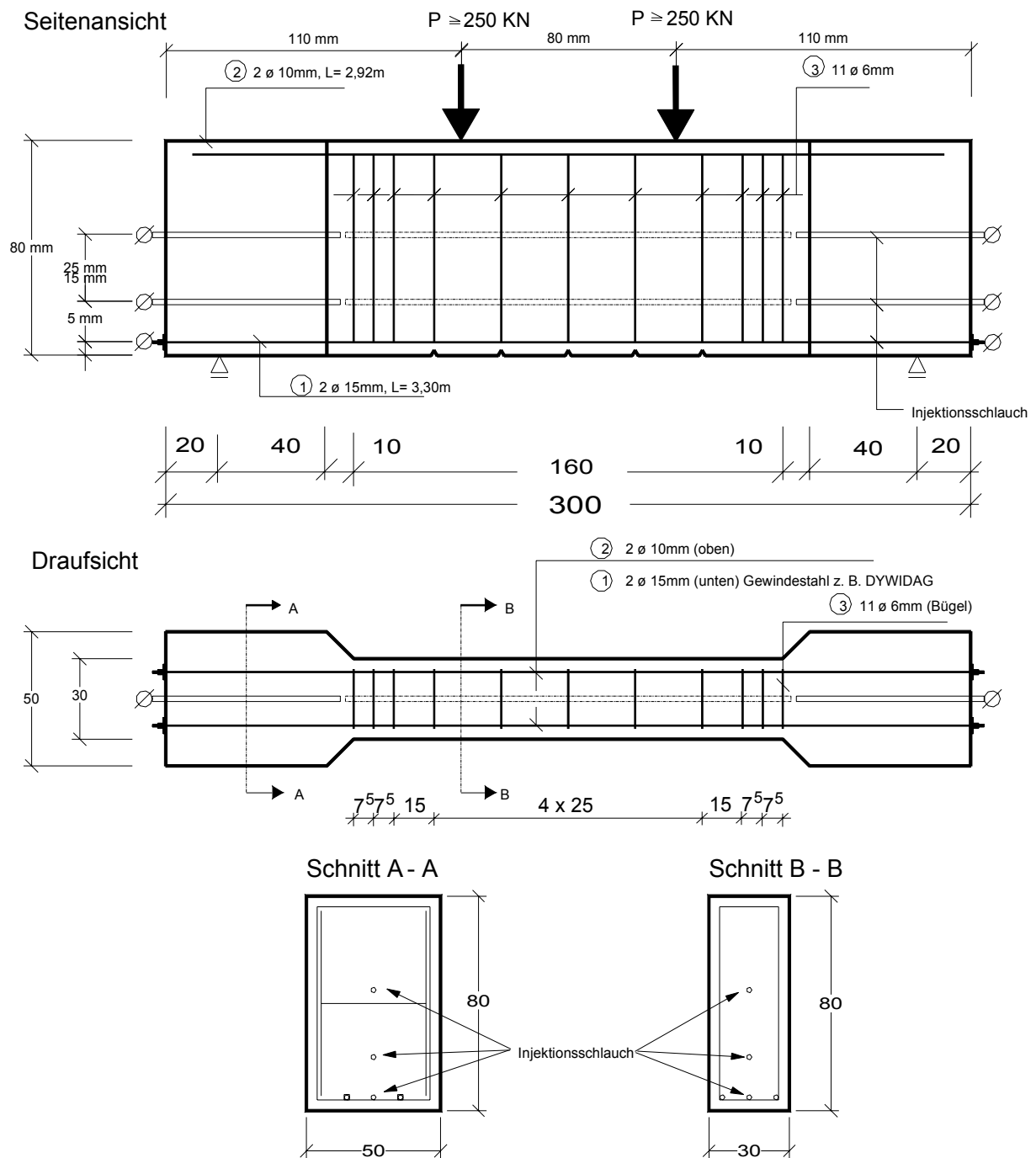
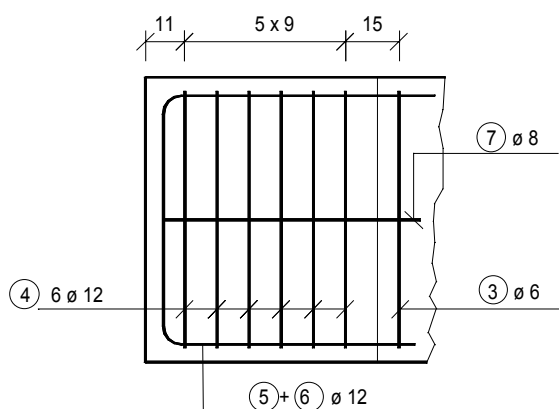


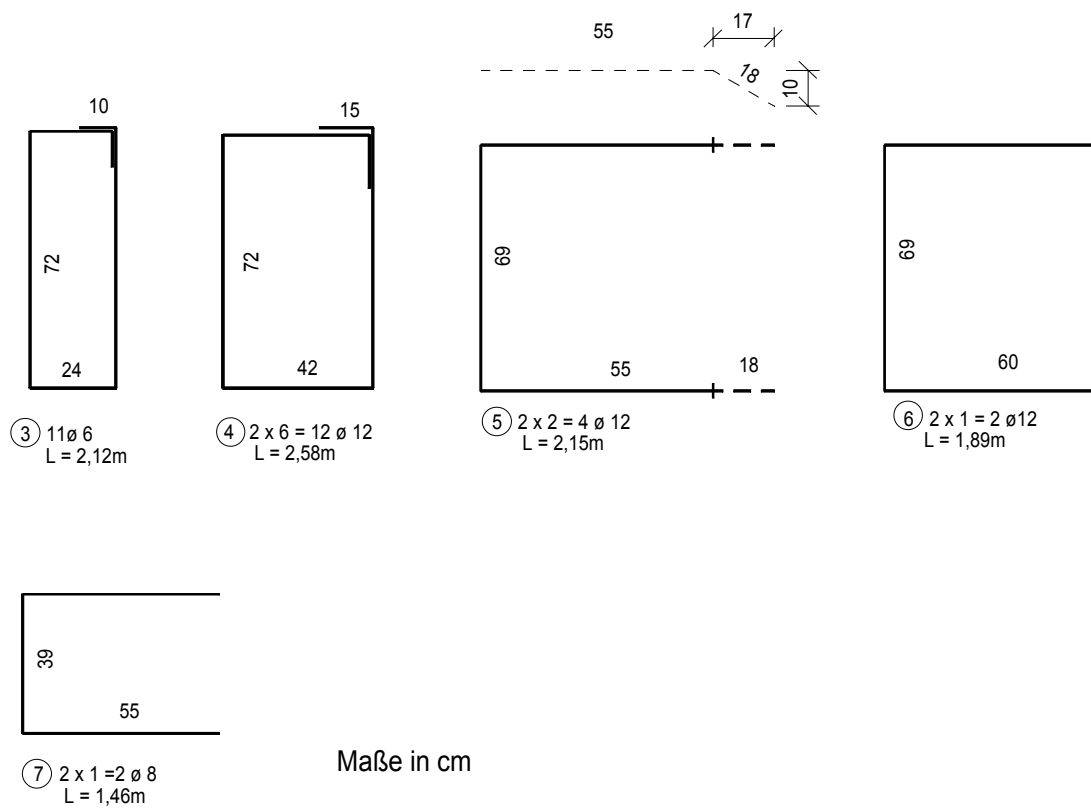
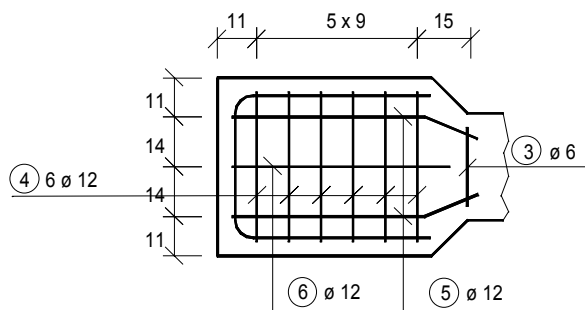
Bild 19: Probekörper für die Grundprüfung, Prüfstück 2

Fortsetzung Bild 19

Seitenansicht Bewehrungsplan



Draufsicht Bewehrungsplan



Maße in cm

Bild 19: Probekörper für die Grundprüfung, Prüftart 2

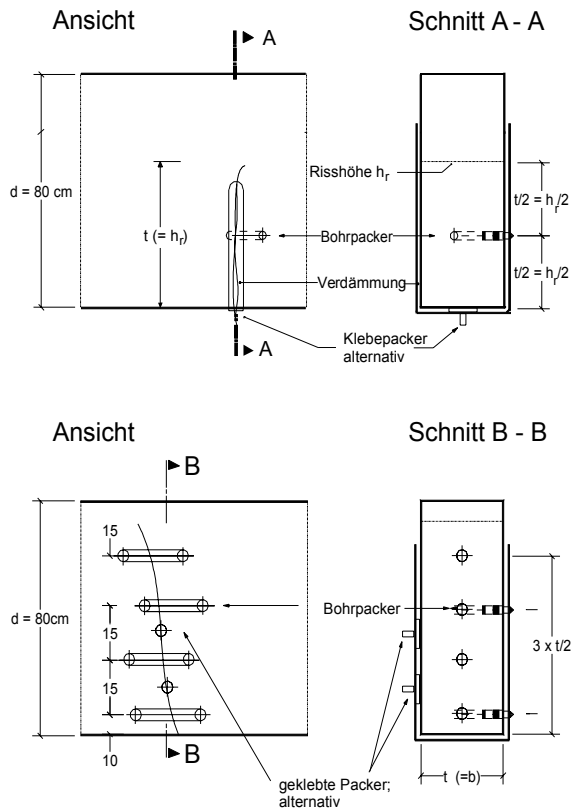


Bild 20: Anordnung von Bohrpackern

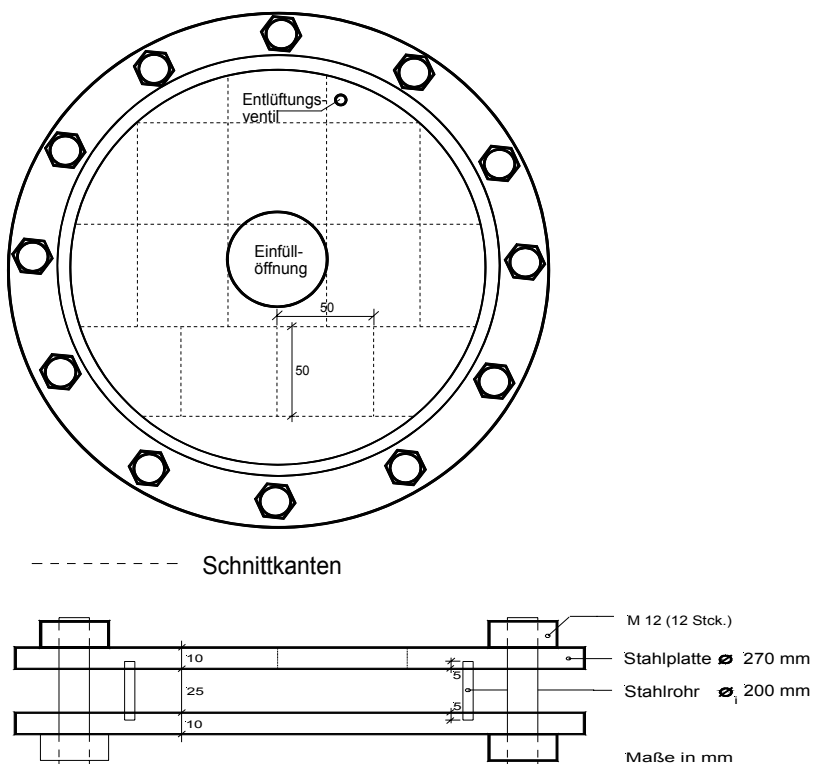


Bild 21: Schalungsform zur Herstellung der Probekörper

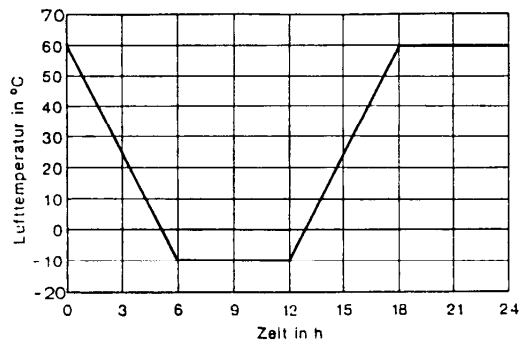


Bild 22: Temperaturzyklus für Lagerungsart gemäß Tabelle 19, Zeile 5

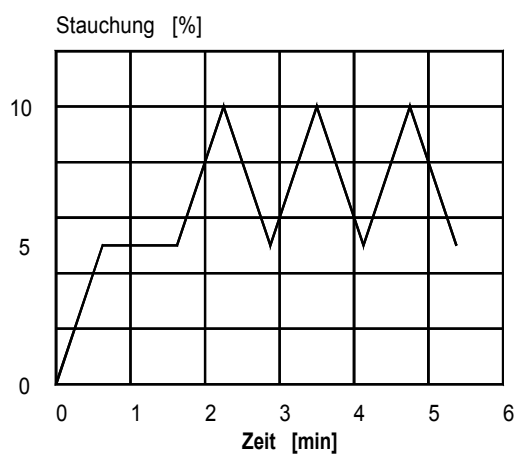


Bild 23: Weg-Zeit-Diagramm für die Druckprüfung

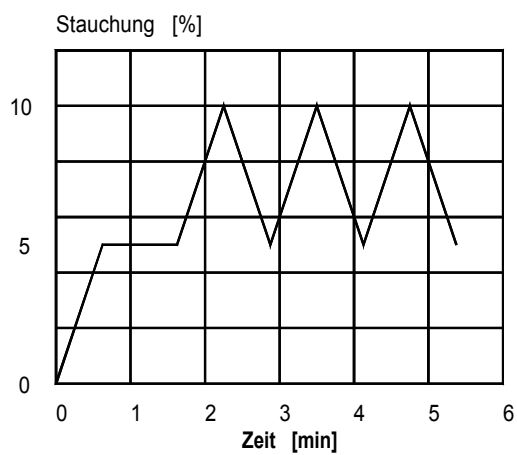
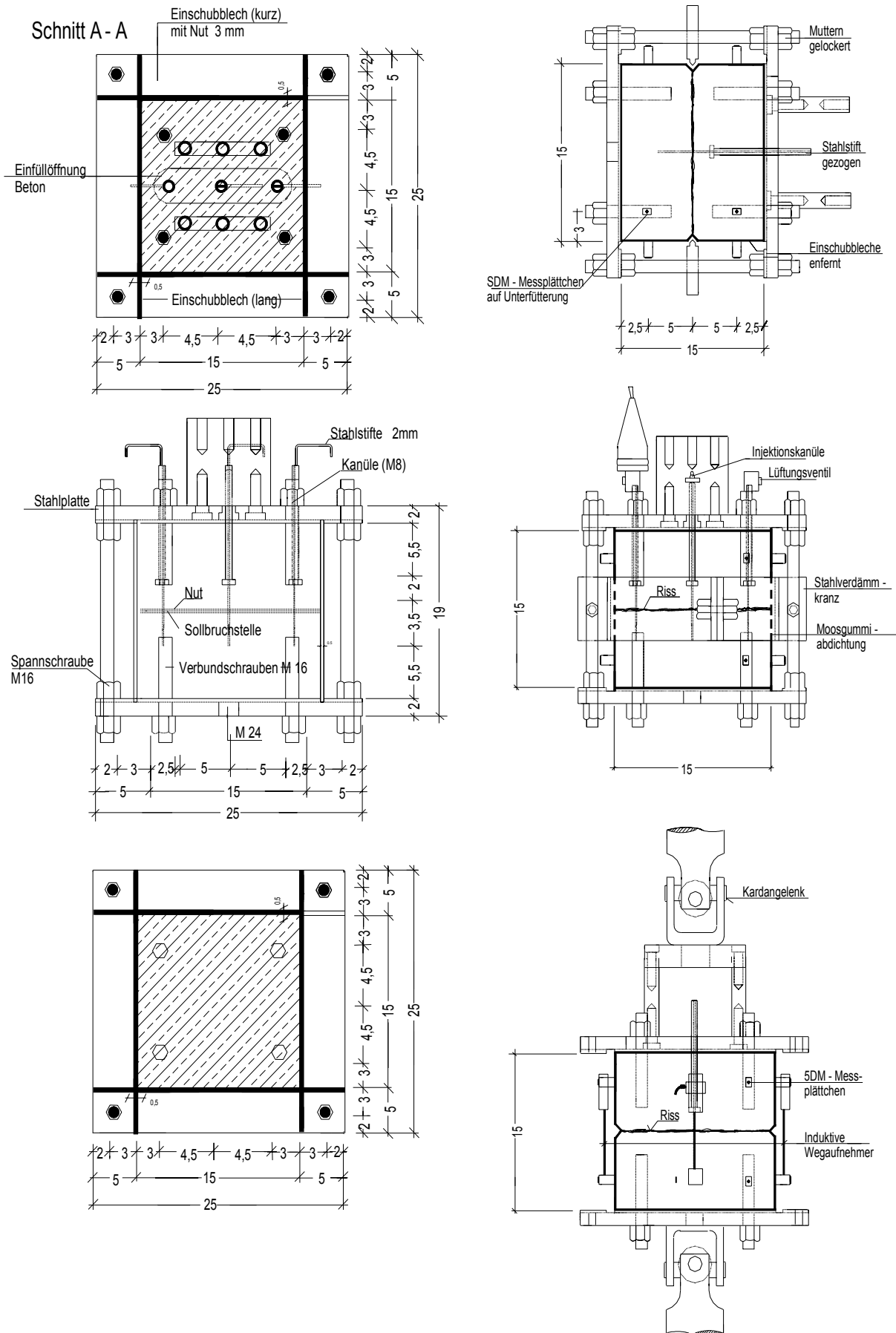


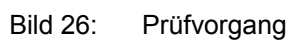
Bild 24: Erläuterung der Auswertung



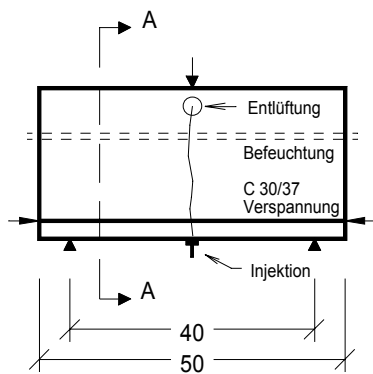
a) Schalung

b) Versuchseinrichtung

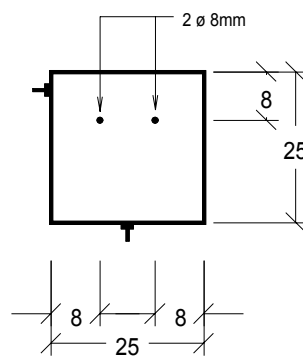
Bild 25: Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnfähigkeit



Seitenansicht

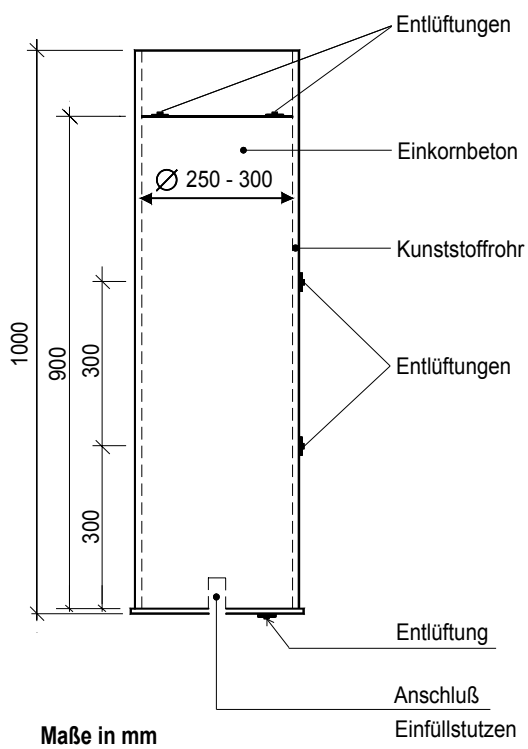


Schnitt A - A



Maße in cm

Bild 28: Kleinprobekörper, Prüffart 1



Maße in mm

Bild 29: Einkornbetonzylinder, Prüffart 3

