

BAWEmpfehlung

Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Merkmalen, Anforderungen und Prüfverfahren

Ausgabe 2025

BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien Herausgeber

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
Telefon: +49 721 9726-0
E-Mail: info@baw.de
www.baw.de

Verfasser

Biskupek, Dirk, Neubauamt für den Ausbau des Mittellandkanals Hannover
Espert, Manfred, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nürnberg
Eßer, Angelika, Universität Duisburg-Essen
Kempkens, Eckhard, Bundesanstalt für Straßenwesen
Kühne, Hans-Carsten, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Pohngern, Anotai, Wasserstraßen-Neubauamt Heidelberg
Reschke, Thorsten, Bundesanstalt für Wasserbau
Rubba, Ulrich, w+s bau-instandsetzung GmbH
v. Thaden, Harald, WTM Engineers GmbH
Walter, Bernd, Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
Westendarp, Andreas, Bundesanstalt für Wasserbau
Wolff, Lars, Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff GmbH & Co. KG



creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/

Soweit nicht anders gekennzeichnet, stehen die Inhalte der Beiträge unter der Creative Commons Lizenz BY-ND 4.0 (Namensnennung – Keine Bearbeitungen 4.0 International). Bei anderweitiger Kennzeichnung unterliegen die entsprechenden Inhalte dem urheberrechtlichen Schutz und dürfen nicht weiterverwendet werden.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Anwendungshinweise	2
2 Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Betonersatz	5
2.1 Allgemeines	5
2.2 Betonersatz aus Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 5	7
2.2.1 Spritzmörtel/Spritzbeton auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551	7
2.2.2 Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC (unbekannte Zusammensetzung)	13
2.3 Betonersatz im Handauftrag gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 6	20
2.3.1 Betonersatz im Handauftrag auf Basis der DAfStb-Trockenbeton-Richtlinie	20
2.3.2 Betonersatz im Handauftrag RM oder RC (unbekannte Zusammensetzung)	26
3 Produkte und Systeme für den Oberflächenschutz	33
3.1 Allgemeines	33
3.2 Schichtdicken	34
3.3 Hinweise zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen	36
3.3.1 Wasserdampf-Durchlässigkeit	36
3.3.2 Rissüberbrückungsfähigkeit	36
3.3.3 Brandverhalten	36
3.4 Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7	37
3.4.1 Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS-A)	37
3.4.2 Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C)	40
3.4.3 Oberflächenschutzsystem OS 5 (OS-D)	48
4 Produkte und Systeme für das Schließen, Abdichten und Verbinden von Rissen/Rissflanken mit kraftschlüssigen und dehnbaren Rissfüllstoffen	54
4.1 Allgemeines	54
4.2 Rissfüllstoffe gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8	54
4.2.1 Allgemeines	54
4.2.2 Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen (F)	57
4.2.3 Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen (D)	68
4.2.4 Rissfüllstoffe zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und zum Abdichten	72
4.3 Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe	72
4.4 Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe	75
A1 Prüfungen für Betonersatzsysteme	85
A1.1 Herstellung Probekörper und Festigkeit nach Lagerungen A und B	85
A1.2 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	87
A1.3 Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung (WWB)	87
A1.4 Herstellung von Grund- und Verbundkörpern für Verbundprüfungen	88
A1.5 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	91
A1.6 Behindertes Schwinden	93
A1.7 Feststellung der Spritzeignung	95
A1.8 Frischmörtelrohddichte gespritzte Probe	96
A1.9 Herstellung und Frischmörtelprüfung im Zwangsmischer hergestellte Probe	96

A1.10	Konsistenzänderung Frischmörtel und Verarbeitbarkeitsdauer Haftbrücke	96
A2	Prüfungen für Rissfüllstoffe	97
A2.1	Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren	97
A2.1.1	Prüfung am Verbundsystem: Kraftschlüssiger polymerer Rissfüllstoff F(P) im Riss	97
A2.1.1.1	Allgemeines	97
A2.1.1.2	Probekörper, Versuchsaufbau	97
A2.1.1.3	Injektion (F-I (P))	97
A2.1.1.4	Überlastungsversuch	98
A2.1.1.5	Füllgradbestimmung	98
A2.1.1.6	Prüfbericht	98
A2.1.2	Prüfungen am Verbundsystem: Kraftschlüssiger hydraulischer Rissfüllstoff F(H) im Riss	99
A2.1.2.1	Allgemeines	99
A2.1.2.2	Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 1)	99
A2.1.2.3	Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1)	100
A2.1.2.4	Füllgradbestimmung (Prüfart 1)	100
A2.1.2.5	Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 2)	101
A2.1.2.6	Dichtheitskontrolle und Festigkeit im Überlastungsversuch (Prüfart 2)	101
A2.1.2.7	Füllgradbestimmung nach Rissinjektion (Prüfart 2)	101
A2.1.2.8	Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	101
A2.1.2.9	Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	102
A2.1.2.10	Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	102
A2.1.2.11	Prüfbericht	102
A2.1.3	Prüfungen am Verbundsystem: Dehnbares Füllen von Rissen mit polymeren Rissfüllstoffen D(P)	103
A2.1.3.1	Allgemeines	103
A2.1.3.2	Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)	103
A2.1.3.3	Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)	103
A2.1.3.4	Dehnbarkeitsmessung (Prüfart 1)	104
A2.1.3.5	Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)	105
A2.1.3.6	Füllgradbestimmung (Prüfart 2)	105
A2.2	Weitere Prüfbeschreibungen	105
A2.2.1	Probenpräparation für Haftzugfestigkeit (P) und (H) zum Prüfverfahren DIN EN 12618-2	105
A2.2.2	Bestimmung der Rohdichte Zementleim (Zementsuspension)	105
A2.2.3	Bestimmung des Sedimentationsverhaltens	105
A2.3	Bilder Probekörper und Prüfungen	106
A3	Prüfungen für Oberflächenschutzsysteme	115
A3.1	Bestimmung der Topfzeit	115
A3.2	Abreißversuch – Beschichten der Grundkörper und Lagerungsbedingungen	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Produkte für die Instandsetzung mit Betonersatz gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitte 5 und 6	5
Tabelle 2:	Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen	7
Tabelle 3:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel/Spritzbeton (nach Tabelle 2)	10
Tabelle 4:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2	11
Tabelle 5:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹¹⁾ von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen	13
Tabelle 6:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5	17
Tabelle 7:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5	18
Tabelle 8:	Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen	20
Tabelle 9:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8	23
Tabelle 10:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8	24
Tabelle 11:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹⁷⁾ von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen	26
Tabelle 12:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11	30
Tabelle 13:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11	31
Tabelle 14:	Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7	33
Tabelle 15:	Systemspezifische Mindestschichtdicken $d_{\min,S}$ und Schichtdickenzuschlag d_z der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) für Oberflächenschutzsysteme	35
Tabelle 16:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ⁴⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS-A)	37
Tabelle 17:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 1 (OS-A) nach Tabelle 16	38
Tabelle 18:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 1 (OS-A) nach Tabelle 16	38

Tabelle 19:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹⁵⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C)	40
Tabelle 20:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19	43
Tabelle 21:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19	46
Tabelle 22:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹¹⁾ für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I)	48
Tabelle 23:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22	50
Tabelle 24:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22	52
Tabelle 25:	Empfehlung für die Verwendung von Rissfüllstoffen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8	55
Tabelle 26:	Empfehlung für füllstoffspezifische Verwendungsbedingungen	56
Tabelle 27:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen	58
Tabelle 28:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen	63
Tabelle 29:	Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen ¹²⁾ von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen	68
Tabelle 30:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27	72
Tabelle 31:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) gemäß Tabelle 28	73
Tabelle 32:	Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) gemäß Tabelle 29	74
Tabelle 33:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27 und zugehörigem Injektionsverfahren	75
Tabelle 34:	Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 28 und zugehörigem Injektionsverfahren	78

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 29 und zugehörigem Injektionsverfahren	81
---	----

Änderungen

Gegenüber der **BAWEmpfehlung** Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren, Ausgabe 2019, wurde bei den Betonersatzsystemen unbekannter Zusammensetzung (Tabellen 5, 6, 7, 11, 12 und 13) jeweils eine Zeile für das Merkmal „Na₂O-Äquivalent des Trockengemisches“ ergänzt. Mit der Begrenzung des Natriumäquivalentes soll die Verträglichkeit zu Betonuntergründen mit einem AKR-Treibpotential sichergestellt werden. Damit wurden die Inhalte der **BAWEmpfehlung** und der aktuell gültigen Technischen Regel „Instandhaltung von Betonbauteilen“ (TR-Instandhaltung)“ des DIBt vereinheitlicht.

Darüber hinaus wurde in den Tabellen 5, 11, 16, 19, 22, 27, 28 und 29 (Empfehlung zu Merkmalen bei Systemen unbekannter Zusammensetzung) jeweils eine neue Spalte „Kontrollprüfung“ angefügt. In dieser Spalte werden Empfehlungen für einen möglichen baubegleitenden Kontrollprüfumfang des Auftraggebers gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 0.6, gegeben.

Frühere Ausgaben

BAWEmpfehlung Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren, Ausgabe 2017.

BAWEmpfehlung Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren, Ausgabe 2019.

Vorbemerkung

Dieses Dokument hat empfehlenden Charakter. Es soll den Sachkundigen Planer bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützen.

1 Anwendungshinweise

Für Betonersatzsysteme gemäß Abschnitt 5 und 6, für Oberflächenschutzsysteme gemäß Abschnitt 7 und für das Füllen von Rissen und Hohlräumen gemäß Abschnitt 8 der ZTV-W LB 219 sind vom Sachkundigen Planer gemäß Abschnitt 0.6 der ZTV-W LB 219 in Abhängigkeit von den Einwirkungen auf das instand zu setzende Bauwerk bzw. Bauteil und im Hinblick auf das Erreichen der jeweiligen Instandsetzungsziele die erforderlichen Leistungsmerkmale der zu verwendenden Instandsetzungssysteme festzulegen.

Der Sachkundige Planer muss hierzu gemäß ZTV-W LB 219 projektspezifisch festlegen:

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

Die entsprechenden vertraglichen Anforderungen an das ausführende Unternehmen finden sich in ZTV-W LB 219, Abschnitt 1.6.1.2.

zu a):

Bei der Festlegung der Merkmale und Anforderungen sind die Aspekte

- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Instandsetzungssysteme
- Sicherstellung des Verbunds zwischen Instandsetzungssystem und instand zu setzendem Bauteil bzw. Bauwerk
- Erreichen der Instandsetzungsziele

zu berücksichtigen.

In den folgenden Abschnitten werden Hinweise gegeben, welche bauwerksbezogenen Merkmale und Anforderungen vor diesem Hintergrund angemessen sein können. Hinsichtlich geeigneter Prüfverfahren und einzuhaltender Anforderungen werden in den entsprechenden Tabellen der nachfolgenden Abschnitte Empfehlungen gegeben. Beschreibungen der Prüfverfahren, welche nicht bereits in Normen und Regelwerken erfasst sind, finden sich in den Anlagen A1 und A2.

zu b):

Vorgehensweisen zum Nachweis der Verwendbarkeit sind:

Vorgehensweise 1: Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen durch den Auftragnehmer auf Grundlage eines projektspezifischen Nachweises. Alternativ kann der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle¹ geführt werden, sofern diese die geforderten Merkmale und Anforderungen vollumfänglich sicherstellt.

Vorgehensweise 2: Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen durch den Auftragnehmer auf Grundlage der Erklärung durch den Hersteller gemäß DIN 18200, Anhang A, auf Grundlage von DIN 18200, Nachweisverfahren System B. Alternativ kann der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer

¹ Die nach Art. 40 BauPVO qualifizierte Stelle ist für Deutschland das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt).

entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle¹ geführt werden, sofern diese die geforderten Merkmale und Anforderungen vollumfänglich sicherstellt.

Beim Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 1 muss der Sachkundige Planer für die Leistungsbeschreibung festlegen, welche Merkmale, zugehörige Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den **Nachweis der Übereinstimmung** erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Merkmale projektspezifisch durch das bauausführende Unternehmen an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen muss. Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen. Wird der Nachweis der bauvertraglich geforderten Merkmale und Anforderungen auf Grundlage einer prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle¹ geführt, ist der Nachweis der Übereinstimmung damit erbracht.

Beim Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Vorgehensweise 2 können auf Veranlassung des Auftraggebers je nach Bedeutung und Umfang der Baumaßnahme **baubegleitende Kontrollprüfungen** durchgeführt werden, um die projektspezifisch geforderten Merkmale teilweise oder in ganzem Umfang zu überprüfen. Ein möglicher projektspezifischer Umfang der Kontrollprüfungen ist vom Sachkundigen Planer festzulegen. Der Umfang der baubegleitenden Kontrollprüfungen soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie weiterhin die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen.

In den entsprechenden Tabellen der nachfolgenden Abschnitte werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung von baubegleitenden Kontrollprüfungen mittels der drei Kategorien „einfache“, „erweiterte“ und „besondere“ Prüfungen gegeben:

Die „einfachen“ Prüfungen beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts, die „erweiterten“ Prüfungen ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Merkmale. Bei der Entscheidung für den Kontrollprüfumfang der Kategorien „einfach“ und „erweitert“ sind vom Sachkundigen Planer insbesondere auch die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Bedeutung des Bauwerks im Verkehrsnetz
- Umfang der geplanten Maßnahme
- mögliche Wiederholbarkeit bei Fehlschlägen (insbesondere im Hinblick auf Nutzungsdauer und Zugänglichkeit)
- entstehende Kosten.

Die „besonderen“ Prüfungen umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit des Produktes im Rahmen der Baumaßnahme) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

Für die Bewertung der baubegleitenden Kontrollprüfungen gelten die empfohlenen Mindestanforderungen an die Merkmale. Im Bedarfsfall können zulässige Toleranzen analog dem Nachweis der Übereinstimmung festgelegt werden.

Eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle¹ kann regelmäßig als gleichwertige Alternative für baubegleitende Kontrollprüfungen anerkannt werden, sofern diese die Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich sicherstellt.

zu c):

Für werkmäßig hergestellte Baustoffe und Baustoffsysteme sind gemäß ZTV-W LB 219 vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers beizubringen, welche in Aufbau und Inhalt den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen müssen. Empfehlungen zu Aufbau und Inhalt der „Angaben zur Ausführung“ können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 40 BauPVO qualifizierten Stelle¹ werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese die Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich sicherstellt.

2 Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Betonersatz

2.1 Allgemeines

Gemäß ZTV-W LB 219 können Instandsetzungsmaßnahmen mit Betonersatz, welcher nur über Adhäsion mit dem Betonuntergrund verbunden ist (unverankert) und keine Bewehrung enthält (unbewehrt) mit

- Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) gemäß Abschnitt 5 für die Altbetonklassen A2, A3, A4 und A5 oder
- mit Betonersatz aus Zementmörtel/Beton (unverankert, unbewehrt) im Handauftrag gemäß Abschnitt 6 für die Altbetonklassen A4 und A5

ausgeführt werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Baustoffe für Instandsetzungen mit Betonersatz, welche für die Instandsetzung von Wasserbauwerken aus Beton gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.3, für den Auftrag in dünnen Schichten (≤ 60 mm) geeignet sind.

Tabelle 1: Produkte für die Instandsetzung mit Betonersatz gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitte 5 und 6

Nr.	Produkte für Instandsetzungen mit Betonersatz	Abschnitt ZTV-W LB 219
1	Spritzmörtel/Spritzbeton S-A2, S-A3, S-A4 und S-A5 auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551 mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 5
2	Spritzmörtel SRM-A2, SRM-A3, SRM-A4 und SRM-A5 oder Spritzbeton SRC-A2, SRC-A3, SRC-A4 und SRC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	
3	Betonersatz im Handauftrag M-A4 und M-A5 auf Basis der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton“ mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 6
4	Betonersatz im Handauftrag RM-A4 und RM-A5 oder RC-A4 und RC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	

Als Ausgangsstoffe zur Herstellung der Produkte gemäß Tabelle 1 sollten nur Zemente CEM I, CEM II oder CEM III eingesetzt werden, die gemäß DIN 1045-2, Tabellen F.3 und F.4, für die gegebenen Expositionsklassen geeignet sind.

Für Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung (Tabelle 1, Zeilen 1 und 3) sind gemäß ZTV-W LB 219 zur Sicherstellung des Chlorideindringwiderstands bei den Expositionsklassen XD2, XD3, XS2 und XS3 folgende Bindemittel zu verwenden:

- CEM I- und CEM II-Zemente nach ZTV-W LB 219 in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der Flugaschegehalt mindestens 20 M.-% von (z+f) betragen muss.
- CEM I- und CEM II-Zemente nach ZTV-W LB 219 in Verbindung mit Silikastaub als Betonzusatzstoff, wobei der anrechenbare Silikastaubgehalt mindestens 8 M.-% von (z+s) betragen muss.
- CEM III/A in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der Flugaschegehalt mindestens 10 M.-% von (z+f) betragen muss.
- CEM III/B.

Alternativ kann ein hinreichender Chlorideindringwiderstand gemäß BAW-Merkblatt „Dauerhaftigkeitsbestimmung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-

MDCC) nachgewiesen werden. Der Oberflächenchloridgehalt $C_{s,\Delta x}$ ist gemäß BAW-MDCC zu bestimmen, der Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β_0 ist in Abhängigkeit vom Verfügbarkeitsanspruch und der Instandsetzbarkeit des Bauteils zu wählen. Bei Meerwasserbauwerken sind die Vorgaben des BAW-Merkblatts „Bau und Instandsetzung massiver Wasserbauwerke im Meerwasserbereich“ (BAW-MBM) zu beachten.

Für die Bauteileinwirkung Mechanischer Verschleiß XM und Chemischer Angriff XA gemäß ZTV-W LB 219 liegen derzeit keine einheitlichen Prüfverfahren zur Ermittlung des bauwerks- oder bauteilbezogenen Widerstandes vor. Deshalb werden für diese Bauteileinwirkungen folgende Nachweisoptionen empfohlen:

- a) Nachweis und Entscheidung über den projektspezifischen Nachweis der Verwendbarkeit unter den gegebenen Bauteileinwirkungen durch den Sachkundigen Planer.
- b) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit wird in Analogie zur DIN 1045-2 über die Erfüllung der Anforderungen an die Betonzusammensetzung für die jeweilige Expositionsklasse erbracht (Herstellererklärung). Bei Abweichungen von einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 32 mm sollte der Mindestzementgehalt um 10 % bei Größtkorn ≤ 16 mm und um 20 % bei Größtkorn ≤ 8 mm erhöht werden. Der Höchstzementgehalt für die Expositionsklasse XM1 beträgt in diesen Fällen bei Größtkorn ≤ 16 mm 380 kg/m^3 und bei Größtkorn ≤ 8 mm 400 kg/m^3 . Die Erfüllung dieser Anforderungen an die Zusammensetzung müssen für die SRM und SRC-Produkte in geeigneter Form nachgewiesen werden.

2.2 Betonersatz aus Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 5

2.2.1 Spritzmörtel/Spritzbeton auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
							1	2	3	4
Ausgangsstoffe										
1	XALL	Kornzusammen- setzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn			
Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)										
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln			
Frischmörtel (gespritzte Probe)										
3	XALL	Frischmörtel- rohddichte ⁹⁾	-	Anhang A1.8	< 7 d	Spritz- pfanne	Wert ermitteln ⁹⁾			
Festmörtel (gespritzte Probe)										
4	XALL	Haftzug- festigkeit Lagerung B	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tHZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tHZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tHZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tHZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
5	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul ²⁾	-	Schwinden DIN EN 12617-4	28, 90 d	Prismen (3 Sätze)	$\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 d $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d		$\leq 0,60 \text{ ‰}$ nach 28 d und $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28 \text{ d}} \leq 35 \text{ GPa}$ oder	$\leq 0,60 \text{ ‰}$ nach 28 d und $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28 \text{ d}} \leq 25 \text{ GPa}$ oder
				E-Modul DIN EN 13412 Anhang A1.1	28 d			$E_{28 \text{ d}} \leq 40 \text{ GPa}$	$\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 d und $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28 \text{ d}} \leq 25 \text{ GPa}$	$\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 d und $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28 \text{ d}} \leq 20 \text{ GPa}$

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
							7	8	9	10
6	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund Rissbreite $\leq 0,10$ mm			
7	XC1 – XC4	Carbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	7 d + 140 d	Prismen (1 Satz)	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert $d_{k,140}$ ermitteln und angeben ^{5) 6)}			
8a	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 ⁷⁾ Anhang A1.1	90 d	Prismen (je Prüfmuster und Lagerung 1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} (Lag. B)$			
8b	XALL	Druckfestigkeit bei Lagerung B			2, 7, 28, 90 d		Werte ermitteln			
							$f_{D,28} \geq 60$ MPa	$f_{D,28} \geq 45$ MPa	$f_{D,28} \geq 25$ MPa	$f_{D,28} \geq 15$ MPa
8c	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	90 d		$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} (Lag. B)$			
8d	XALL	Biegezugfestigkeit bei Lagerung B			2, 7, 28, 90 d		Werte ermitteln			
							$f_{BZ,28} \geq 10$ MPa	$f_{BZ,28} \geq 8$ MPa	$f_{BZ,28} \geq 6$ MPa	$f_{BZ,28} \geq 5$ MPa
9	XBW1, XBW2 XW1, XW2 XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	MC 0.40 A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{HZ} \geq 3,0$ MPa ¹⁾ EW $f_{HZ} \geq 2,5$ MPa Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 2,0$ MPa ¹⁾ EW $f_{HZ} \geq 1,5$ MPa Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 1,2$ MPa ¹⁾ EW $f_{HZ} \geq 0,8$ MPa Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 0,8$ MPa ¹⁾ EW $f_{HZ} \geq 0,5$ MPa Rissbreite $\leq 0,10$ mm
10	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁸⁾	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.000$ g/m ² , 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.750$ g/m ² relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$			
11	XF4	Frost-Tausalz Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.500$ g/m ² , 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.800$ g/m ² relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$			
12	XD2, XD3 XS2, XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d	Bohrkerne	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben 4)			

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	MC 0.40 A3, A2	Anhang A1.5	28 d Platte + 28 d	Platte (1)	MW $f_{tHZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tHZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tHZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	Mörtel für XDYN nicht geeignet
14	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584 Anhang A1.1	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben ⁴⁾			Mörtel für XSTAT nicht geeignet
15	XSTAT	Elastizitätsmodul (statisch)	-	DIN EN 13412 Anhang A1.1	28 d	Prismen (je 1 Satz für Druckfestigkeit und E-Modul)	$E_{28 d} \geq 30 \text{ GPa}$	$E_{28 d} \geq 20 \text{ GPa}$	$E_{28 d} \geq 15 \text{ GPa}$	Mörtel für XSTAT nicht geeignet
16	XALL	Trockenrohdichte ⁹⁾	-	DIN 52170-1 Anhang A1.1	28 d	Prismen (1 Satz)	Wert angeben ⁹⁾			

¹⁾ Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

²⁾ Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung $E_{dyn} \geq 35 \text{ GPa}$ (SRM-A5 oder SRC-A5), $E_{dyn} \geq 25 \text{ GPa}$ (SRM-A4 oder SRC-A4) bzw. $E_{dyn} \geq 18 \text{ GPa}$ (SRM-A3 oder SRC-A3).

³⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

⁴⁾ Rechenwert für den Sachkundigen Planer (Endkriechzahl).

⁵⁾ Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

⁶⁾ Bei Einhaltung der Mindestbetondeckung gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 1.3.2, ist eine Prüfung und Bewertung des Carbonatisierungsfortschritts nicht erforderlich.

⁷⁾ Die Anforderungen an die Druckfestigkeit können auch durch Prüfung gemäß DIN EN 12190 nachgewiesen werden.

⁸⁾ Bei nachgewiesenem Frost-Tausalz-Widerstand für die Expositionsklasse XF4 (bestandener CDF-Test) ist kein zusätzlicher Nachweis des Frostwiderstands durch den CIF-Test erforderlich.

⁹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

Tabelle 3: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel/Spritzbeton (nach Tabelle 2)

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 2	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Prüfungen an den Ausgangsstoffen			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2	Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)			
3	Frischmörtelrohichte ¹⁾	Zeile 3	Unterschreitung Wert Tabelle 2 ≤ 0,07 kg/dm ³
Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)			
4	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 8a Zeile 8c	$\Delta f_{d,90} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,90} = \pm 20 \%$
5	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 8b Zeile 8d	$\Delta f_{d,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
6	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ²⁾	Zeile 5 Zeile 15	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
7	Trockenrohichte ¹⁾	Zeile 16	Unterschreitung Wert Tabelle 2 ≤ 0,04 kg/dm ³
Prüfungen am Verbundkörper			
8	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 9	Einhaltung Werte Tabelle 2
9	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 4	Einhaltung Werte Tabelle 2

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

²⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 2, Zeile 5 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Der Übereinstimmungsnachweis soll nur die gemäß den jeweiligen Einwirkungen erforderlichen Merkmale umfassen. Ergänzend zu Tabelle 3 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z. B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 4: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2

Nr.	1		2			
1	Allgemeines					
	Hersteller (Name und Adresse)					
	Name des Betonersatzsystems					
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3					
2	Komponenten des Betonersatzsystems					
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen	
	1	2	3	4	5	
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit					
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 2	Anforderungen			
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den pro- jektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
	1	2	3	4		
	Prüfungen an den Ausgangsstoffen					
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm		
	Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)					
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranz-bereich ist maßgebend)		
	Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)					
	Frischmörtelrohichte	Zeile 3		Unterschreitung Wert Tabelle 2 ≤ 0,07 kg/dm³		
	Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)					
	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 8a Zeile 8c		Δf _{D,90} = ±10 % Δf _{BZ,90} = ±20 %		
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 8b Zeile 8d		Δf _{D,28} = ±10 % Δf _{BZ,28} = ±20 %		
	Schwinden und Statischer E-Modul ¹⁾	Zeile 5 Zeile 15		Δε _s = ±20 % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d		
	Trockenrohichte	Zeile 16		Unterschreitung Wert Tabelle 2 ≤ 0,04 kg/dm³		
	Prüfungen am Verbundkörper					
	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 9		Einhaltung Werte Tabelle 2		
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 4		Einhaltung Werte Tabelle 2		
	4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
		s. Sicherheitsdatenblatt				

Tabelle 4: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2			
5	Entsorgung				
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max	Rel. Luftfeuchte max	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)
		[°C]	[%]		[s]
	1	2	3	4	5
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Spritzaggregate				
	Geeignete Schlauchlänge				
	Geeigneter Druckbereich bei der Verarbeitung				
	Geeignete Düsenkonfiguration				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

¹⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 2, Zeile 5 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

2.2.2 Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC (unbekannte Zusammensetzung)

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹¹⁾ von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung				Kontrollprüfung ¹¹⁾
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ausgangsstoffe											
1	XALL	Kornzusammensetzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn				● ¹²⁾
2	XALL	Thermogravimetrie ⁹⁾	-	DIN EN ISO 11358-1	< 7 d	-	Werte ermitteln / Fingerprint				
3	XALL	Infrarotspektroskopie ⁹⁾	-	DIN EN 1767 DIN 51451	< 7 d	-	Werte ermitteln / Fingerprint				
4	wenn AKR relevant	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	-	DIN EN 196-2 (auch ICP-OES)	< 7 d	-	Wert ermitteln und angeben bezogen auf % der Trockenmasse				●
Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)											
5	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln				○
6	XALL	Festigkeit Lagerung B ⁹⁾	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.9	28 d	Prismen (1 Satz)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln				
7	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ⁹⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.9	28 d	Prismen (1 Satz)	Werte ermitteln				
8	XALL	Schwinden ⁹⁾	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9	28, 90 d	Prismen (1 Satz)	Werte ermitteln				
9	XALL	Beurteilung Korrosionsverhalten	-	DIN EN 480-14 DIN EN 934-1	< 7 d	Zylinder	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl				○
Frischmörtel (gespritzte Probe)											
10	XALL	Frischmörtelroh-dichte ⁶⁾	-	Anhang A1.8	< 7 d	Spritzpfanne	Wert ermitteln ⁶⁾				●
11	XALL	Chloridionengehalt	-	DIN EN 1015-17	< 7 d	-	≤ 0,05 %				○

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹¹⁾ von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung				Kontrollprüfung ¹¹⁾
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Festmörtel (gespritzte Probe)											
12	XALL	Haftzugfestigkeit Lagerung B	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	☉
13	XC2 – XC4	Carbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	7 d + 90 d oder 7 d + 140 d	Prismen (1 Satz)	bei $t_{SL} \leq 50 \text{ Jahre}$ $d_{k,90} \leq 2 \text{ mm}$ oder Wert $d_{k,140}$ ermitteln und angeben ⁵⁾				☉ ¹³⁾
14	XALL	Kapillare Wasseraufnahme	-	DIN EN 13057	28 d + 24 h	Bohrkerne (3)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$				○
15	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ²⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.1	28 d	Prismen (2 Sätze)	$E_{28\text{ d}} \geq 30 \text{ GPa}$	$E_{28\text{ d}} \geq 20 \text{ GPa}$	$E_{28\text{ d}} \geq 15 \text{ GPa}$	Werte ermitteln und angeben	☉
16	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul ²⁾	-	DIN EN 12617-4 in Verbindung mit E-Modul 28 d aus Zeile 14	28, 90 d	Schwindprismen (1 Satz)	$\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 d und $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d		$\leq 0,60 \text{ ‰}$ nach 28 u. $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28\text{ d}} \leq 35 \text{ GPa}$ oder $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 u. $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28\text{ d}} \leq 25 \text{ GPa}$	$\leq 0,60 \text{ ‰}$ nach 28 u. $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28\text{ d}} \leq 25 \text{ GPa}$ oder $\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 u. $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d bei $E_{28\text{ d}} \leq 20 \text{ GPa}$	☉
							$E_{28\text{ d}} \leq 40 \text{ GPa}$				
17	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$				☉
18	XALL	Feststellung der Spritzeignung	-	Anhang A1.7	7 d	Stabstahleinbettung	Fehlerlängensumme $\leq 120 \text{ mm}$				○
19	XBW1, XBW2	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspr.	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-2 Anhang A1.4 (50 Zyklen)	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	○
20	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspr.	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-1 Anhang A1.4 (50 Zyklen)	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	☉

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹¹⁾ von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung				Kon- trollprü- fung ¹¹⁾
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21a	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 ⁷⁾ Anhang A1.1	90 d	Prismen (je Prüfmuster und Lage- rung 1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90 \text{ (Lag. B)}}^{10)}$				☉
21b	XALL	Druckfestigkeit nach Lagerung B			2, 7, 28, 90 d		Werte ermitteln				
							$f_{D,28} \geq 60 \text{ MPa}$	$f_{D,28} \geq 45 \text{ MPa}$	$f_{D,28} \geq 25 \text{ MPa}$	$f_{D,28} \geq 15 \text{ MPa}$	
21c	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	90 d		$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{10)}$				☉
21d	XALL	Biegezugfestigkeit nach Lagerung B			2, 7, 28, 90 d		Werte ermitteln				
							$f_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$	$f_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$	$f_{BZ,28} \geq 6 \text{ MPa}$	$f_{BZ,28} \geq 5 \text{ MPa}$	
21e	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwech- selbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90 \text{ (MWW)}} \geq 0,60 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{10)}$				○
21f	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxid- lösung	-	Anhang A1.2	56, 90 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90 \text{ (Lag. Ca(OH)2)}} \geq 0,85 f_{BZ,56 \text{ (Lag. Ca(OH)2)}}^{10)}$ $f_{BZ,90 \text{ (Lag. Ca(OH)2)}} \geq 0,70 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{10)}$				○
22	XBW1, XBW2 XSTAT	Biegezugfestigkeit nach Lagerung B (Prfg. Zeile 21d)	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	2, 7, 28, 90 d	Prismen	$f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}$: kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen				○
23	XBW1, XBW2 XW1, XW2 XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{HZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbr. $\leq 0,10 \text{ mm}$	☉
24	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁸⁾	-	BAW-MFB	35 d +14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, $MW m_{28\text{ d}} \leq 1.000 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28\text{ d}} \leq 1.750 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{d,n} \geq 0,75$				○
25	XF4	Frost-Tausalz- Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	35 d +14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, $MW m_{28\text{ d}} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28\text{ d}} \leq 1.800 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{d,n} \geq 0,75$				○
26	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindring- widerstand	-	BAW-MDCC	32 d (für α_{MSS} 2 Jahre)	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben ⁵⁾				☉

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹¹⁾ von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung				Kontroll- prüfung ¹¹⁾
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.1	28 d	Prismen (1 Satz)	≤ 0,30 ‰ nach 28 d				☉
28	XSTAT	Kriechen unter Druckbean- spruchung	-	DIN EN 13584 Anhang A1.1	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben ⁴⁾			Mörtel für XSTAT nicht geeignet	○
29	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbe- anspruchung	MC 0.40, A3, A2	Anhang A1.5	28 d Platte + 28 d	Platte (1)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbr. ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbr. ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbr. ≤ 0,10 mm	Mörtel für XDYN nicht geeignet	○
30	XALL	Trockenrohdichte ⁶⁾	-	DIN 52170-1 Anhang A1.1	28 d	Prismen (1 Satz)	Wert angeben ⁶⁾				●

¹⁾ Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

²⁾ Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung $E_{dyn} \geq 35 \text{ GPa}$ (SRM-A5 oder SRC-A5), $E_{dyn} \geq 25 \text{ GPa}$ (SRM-A4 oder SRC-A4) bzw. $E_{dyn} \geq 18 \text{ GPa}$ (SRM-A3 oder SRC-A3).

³⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

⁴⁾ Rechenwert für den Sachkundigen Planer (Endkriechzahl).

⁵⁾ Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

⁶⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

⁷⁾ Die Anforderungen an die Druckfestigkeit können auch durch Prüfung gemäß DIN EN 12190 nachgewiesen werden.

⁸⁾ Bei nachgewiesenem Frost-Tausalz-Widerstand für die Expositionsklasse XF4 (bestandener CDF-Test) ist kein zusätzlicher Nachweis des Frostwiderstands durch den CIF-Test erforderlich.

⁹⁾ Im Regelfall für den Verwendbarkeitsnachweis nicht zwingend erforderlich.

¹⁰⁾ Der Nachweis gilt auch als erbracht, wenn die Anforderung an die Mindestfestigkeit nach 28 Tagen Lagerung B eingehalten wird.

¹¹⁾ Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung⁶⁾ umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:

● einfache Prüfungen / ☉ erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.

Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ☉ ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z.B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können.

Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

¹²⁾ In der Regel nur Größtkorn überprüfen.

¹³⁾ Wert $d_{k,140}$ nur, wenn Bemessung nach BAW-MDCC erfolgt.

Tabelle 6: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 5	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Prüfungen an den Ausgangsstoffen			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
2	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	Zeile 4	±0,10 M.-%
Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)			
3	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 5	Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
4	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 9	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)			
5	Frischmörtelrohichte ¹⁾	Zeile 10	Unterschreitung Wert Tabelle 5 ≤ 0,07 kg/dm ³
Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)			
6	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 21a Zeile 21c	Δf _{D,90} = ±10 % Δf _{BZ,90} = ±20 %
7	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 21b Zeile 21d	Δf _{D,28} = ±10 % Δf _{BZ,28} = ±20 %
8	Quellen	Zeile 27	Δε _Q = ±20 % nach 28 d
9	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ²⁾	Zeile 16 Zeile 15	Δε _s = ±20 % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
10	Trockenrohichte ¹⁾	Zeile 30	Unterschreitung Wert Tabelle 5 ≤ 0,04 kg/dm ³
Prüfungen am Verbundkörper			
11	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 23	Einhaltung Werte Tabelle 5
12	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 12	Einhaltung Werte Tabelle 5

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

²⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 5, Zeile 15 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Der Übereinstimmungsnachweis soll nur die gemäß den jeweiligen Einwirkungen erforderlichen Merkmale umfassen. Ergänzend zu Tabelle 6 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z. B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5

Nr.	1		2		
1	Allgemeines				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Betonersatzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3				
2	Komponenten des Betonersatzsystems				
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
	1	2	3	4	5
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 5	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Hersteller de- klarerter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
	Prüfungen an den Ausgangsstoffen				
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm	
	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	Zeile 4		±0,10 M.-%	
	Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)				
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 5		Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)	
	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 9		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl	
	Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)				
	Frischmörtelrohddichte	Zeile 10		Unterschreitung Wert Tabelle 5 ≤ 0,07 kg/dm ³	
	Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)				
	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 21a Zeile 21c		Δf _{D,90} = ±10 % Δf _{BZ,90} = ±20 %	
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 21b Zeile 21d		Δf _{D,28} = ±10 % Δf _{BZ,28} = ±20 %	
	Quellen	Zeile 27		Δε _Q = ±20 % nach 28 d	
	Schwinden und statischer E-Modul ¹⁾	Zeile 16 Zeile 15		Δε _s = ±20 % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d	
	Trockenrohddichte	Zeile 30		Unterschreitung Wert Tabelle 5 ≤ 0,04 kg/dm ³	

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmal	Bezug zu Tabelle 5	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Her- steller deklarierter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
3	Prüfungen am Verbundkörper				
	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 23		Einhaltung Werte Tabelle 5	
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 12		Einhaltung Werte Tabelle 5	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
	s. Sicherheitsdatenblatt				
5	Entsorgung				
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max	Rel. Luftfeuchte max	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)
		[°C]	[%]		[s]
	1	2	3	4	5
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Spritzaggregate				
	Geeignete Schlauchlänge				
	Geeigneter Druckbereich bei der Verarbeitung				
	Geeignete Düsenkonfiguration				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

¹⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 5, Zeile 15 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

2.3 Betonersatz im Handauftrag gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 6

2.3.1 Betonersatz im Handauftrag auf Basis der DAfStb-Trockenbeton-Richtlinie

Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁴⁾	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
							1	2
Ausgangsstoffe								
1	XALL	Kornzusammensetzung ^{8) 9)}	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn	
Frischmörtel								
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luft- gehalt ^{8) 9) 10)}	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln ⁷⁾	
3	XALL	Konsistenz- änderung (Temperatur, Zeit) ⁸⁾	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	
4	XALL	Verarbeitbarkeits- dauer Haftbrücke ⁹⁾	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	hinreichend streichfähig	
Festmörtel								
5	XALL	Festigkeit Lagerung B ^{8) 11)}	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	1, 2, 7, 28, 90 d	Prismen (6 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln	
6	XALL	Haftzugfestigkeit Lagerung B ¹²⁾	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm
7	XALL	Schwinden	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9	28, 90 d	Prismen (2 Sätze)	≤ 0,90 ‰ nach 28 d ≤ 1,10 ‰ nach 90 d	
8	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwind- rinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund, Rissbreite ≤ 0,10 mm	

Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen
(Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁴⁾	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
							7	8
9	XC1 – XC4	Carbonatisierungs- fortschritt	-	BAW-MDCC	7 d + 140 d	Prismen (1 Satz)	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert $d_{k,140}$ ermitteln und angeben ^{2) 3)}	
10a	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 ⁵⁾ Anhang A1.1	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90 (Lag. B)}$	
10b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 5)			28 d	Prismen	$f_{D,28} \geq 60 \text{ MPa}$	$f_{D,28} \geq 45 \text{ MPa}$
10c	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90 (Lag. B)}$	
10d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 5)			28 d	Prismen	$f_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$	$f_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$
11	XBW1, XBW2 XW1, XW2 XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung ¹²⁾	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
12	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d	
13	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁶⁾	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.000 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.750 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$	
14	XF4	Frost-Tausalz- Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.800 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$	

Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁴⁾	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
	1	2	3	4	5	6	7	8
15	XD2, XD3 XS2, XS3	Chlorideindring-wi- derstand	-	BAW-MDCC	32 d	Bohrkerne	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben ²⁾	
16	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbean- spruchung ^{12) 13)}	MC 0.40	Anhang A1.5	28 d Balken + 28 d	Balken (1)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
17	XALL	Trockenrohddichte ⁷⁾	-	DIN 52170-1	28 d	Bohrkerne (6)	Wert angeben, Proben aus Prüfung nach Zeile 6 ⁷⁾	

¹⁾ Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

²⁾ Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorid-einwirkung“ (BAW-MDCC).

³⁾ Bei Einhaltung der Mindestbetondeckung gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 1.3.2, ist eine Prüfung und Bewertung des Carbonatisierungsfortschritts nicht erforderlich.

⁴⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

⁵⁾ Die Anforderungen an die Druckfestigkeit können auch durch Prüfung gemäß DIN EN 12190 nachgewiesen werden.

⁶⁾ Bei nachgewiesenem Frost-Tausalz-Widerstand für die Expositionsklasse XF4 (bestandener CDF-Test) ist kein zusätzlicher Nachweis des Frostwiderstands durch den CIF-Test erforderlich.

⁷⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

⁸⁾ Sofern ein Feinspachtel vorgesehen ist, ist die Prüfung auch an dieser Systemkomponente durchzuführen.

⁹⁾ Sofern eine Haftbrücke benötigt wird, ist die Prüfung auch an dieser Systemkomponente durchzuführen.

¹⁰⁾ An der Haftbrücke ist nur die Konsistenz zu prüfen.

¹¹⁾ Am Feinspachtel ist nur der 28-Tage-Wert zu bestimmen.

¹²⁾ Sofern eine Haftbrücke benötigt wird, sind die Verbundprüfungen des Betonersatz mit Haftbrücke durchzuführen.

¹³⁾ Die Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung ist nur bei Auftrag über Kopf oder Auftrag auf vertikale Flächen nachzuweisen.

Tabelle 9: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 8	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Prüfungen an den Ausgangsstoffen			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
Prüfungen am Frischmörtel			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt ¹⁾	Zeile 2	Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Konsistenzänderung ²⁾ (Temperatur, Zeit)	Zeile 3	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
Prüfungen am Festmörtel			
4	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 10b Zeile 10d	$\Delta f_{d,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
5	Schwinden	Zeile 7	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 90 d
6	Trockenrohdichte ¹⁾	Zeile 17	Unterschreitung Wert Tabelle 8 ≤ 0,04 kg/dm³
Prüfungen am Verbundkörper			
7	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6	Einhaltung Werte Tabelle 8

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung (Trockenrohdichte nur bei Sollschiebtdicken > 15 mm).

²⁾ Prüfung nach Anhang A1.10 nur für die bei der Bauausführung relevanten Bedingungen (Temperaturbereich und Verarbeitungsdauer)

Ergänzend zu Tabelle 9 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z. B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 10: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8

Nr.	1	2				
1	Allgemeines					
	Hersteller (Name und Adresse)					
	Name des Betonersatzsystems					
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3					
2	Komponenten des Betonersatzsystems					
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen	
	1	2	3	4	5	
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit					
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 8	Anforderungen			
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
	1	2	3	4		
	Prüfungen an den Ausgangsstoffen					
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm		
	Prüfungen am Frischmörtel					
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ± 15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)		
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 3		Keine Hinweise auf nicht baustellen- gerechte Verarbeitbarkeit		
	Prüfungen am Festmörtel					
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 10b Zeile 10d		Δf _{D,28} = ±10 % Δf _{BZ,28} = ±20 %		
	Schwinden	Zeile 7		Δε _s = ±20 % nach 90 d		
	Trockenrohdichte	Zeile 17		Unterschreitung Wert Tabelle 8 ≤ 0,04 kg/dm³		
	Prüfungen am Verbundkörper					
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6		Einhaltung Werte Tabelle 8		
	4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
		s. Sicherheitsdatenblatt				
5	Entsorgung					

Tabelle 10: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1		2		
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max	Rel. Luftfeuchte max	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)
		[°C]	[%]		[s]
	1	2	3	4	5
	Haftbrücke				
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Werkzeuge				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

2.3.2 Betonersatz im Handauftrag RM oder RC (unbekannte Zusammensetzung)

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁷⁾ von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung		Kontrollprü- fung ¹⁷⁾
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4	
							1	2	
Ausgangsstoffe									
1	XALL	Kornzusammensetzung ^{10) 11)}	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn		● ¹⁸⁾
2	XALL	Thermogravimetrie ^{9) 10) 11)}	-	DIN EN ISO 11358-1	< 7 d	-	Werte ermitteln / Fingerprint		
3	XALL	Infrarotspektroskopie ^{9) 10) 11)}	-	DIN EN 1767 DIN 51451	< 7 d	-	Werte ermitteln / Fingerprint		
4	XALL	Festkörpergehalt / Trockenrückstand Kunststoffzusatz (flüssig) ^{9) 10) 11)}	-	DIN EN ISO 3251	< 7 d	-	Werte ermitteln		
5	Wenn AKR relevant	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	-	DIN EN 196-2 (auch ICP-OES)	< 7 d	-	Wert ermitteln und angeben bezogen auf % der Tro- ckenmasse		●
Frischmörtel									
6	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt ^{10) 11) 12)}	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln ⁸⁾		●
7	XALL	Konsistenzänderung ¹⁰⁾ (Temperatur, Zeit)	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit		○
8	XALL	Verarbeitbarkeitsdauer Haftbrücke ¹¹⁾	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	hinreichend streichfähig		○
9	XALL	Chloridionengehalt ^{10) 11)}	-	DIN EN 1015-17	< 7 d	-	≤ 0,05 %		○
Festmörtel									
10	XALL	Festigkeit Lagerung B ^{10) 13)}	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	1, 2, 7, 28, 90 d	Prismen (6 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln		●
11	XALL	Haftzugfestigkeit Lagerung B ¹⁴⁾	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	●

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁷⁾ von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung		Kontrollprüfung ¹⁷⁾
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4	
1		2	3	4	5	6	7	8	9
12	XC1 – XC4	Carbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	7 d + 90 d oder 7 d + 140 d	Prismen (1 Satz)	bei $t_{SL} \leq 50$ Jahre $d_{k,90} \leq 2$ mm oder Wert $d_{k,140}$ ermitteln und angeben ⁴⁾		☉ ¹⁹⁾
13	XALL	Beurteilung des Korrosionsverhaltens ¹¹⁾	-	DIN EN 480-14 u. DIN EN 934-1	< 7 d	Zylinder	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl		○
14	XALL	Kapillare Wasseraufnahme	-	DIN EN 13057	28 d + 24 h	Bohrkerne (3)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$		○
15	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ²⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.9	28 d	Prismen (2 Sätze)	$E_{28\text{ d}} \geq 30 \text{ GPa}$	$E_{28\text{ d}} \geq 20 \text{ GPa}$	●
16	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul ²⁾	-	DIN EN 12617-4 in Verbindung mit E-Modul 28 d aus Zeile 15	28, 90 d	Schwindprismen (1 Satz)	$\leq 0,90 \text{ ‰}$ nach 28 d $\leq 1,10 \text{ ‰}$ nach 90 d		☉
								$E_{28\text{ d}} \leq 40 \text{ GPa}$	
17	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund, Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$		☉
18	XBW1, XBW2	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung ^{10) 14)}	MC 0.40	EN 13687-2 Anhang A1.4 (50 Zyklen)	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2) bzw. (4) ¹⁰⁾	$MW f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ $EW f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	$MW f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ $EW f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	○
19	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung ¹⁴⁾	MC 0.40	EN 13687-1 Anhang A1.4 (50 Zyklen)	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2)	$MW f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ $EW f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	$MW f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ $EW f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	☉
20a	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 ⁶⁾ Anhang A1.1	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90(\text{Lag. B})}^{16)}$		○
20b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 10)			28 d	Prismen	$f_{D,28} \geq 60 \text{ MPa}$	$f_{D,28} \geq 45 \text{ MPa}$	●

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁷⁾ von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung		Kontrollprüfung ¹⁷⁾
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20c	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{16)}$		○
20d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 10)			28 d	Prismen	$f_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$	$f_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$	●
20e	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90 \text{ (MWW)}} \geq 0,60 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{16)}$		○
20f	XBW1, XBW2 XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2	56, 90 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90 \text{ (Lag. Ca(OH)}_2)} \geq 0,85 f_{BZ,56 \text{ (Lag. Ca(OH)}_2)}^{16)}$ $f_{BZ,90 \text{ (Lag. Ca(OH)}_2)} \geq 0,70 f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}^{16)}$		○
21	XBW1, XBW2 XW1, XW2 XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung ¹⁴⁾	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	◎
22	XBW1, XBW2 XSTAT	Biegezugfestigkeit nach Lagerung B (Prüfung Zeile 10)	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	1, 2, 7, 28, 90 d	Prismen	$f_{BZ,90 \text{ (Lag. B)}}$: kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen		●
23	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁷⁾	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.000 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.750 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$		○
24	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28 d} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28 d} \leq 1.800 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} \geq 0,75$		○
25	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d		◎
26	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584 Anhang A1.9	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben ³⁾		○
27	XD2, XD3 XS2, XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d (für α _{ns} 2 Jahre)	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben ⁴⁾		◎

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung		Kontrollprü- fung ¹⁷⁾
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung ^{14) 15)}	MC 0.40	Anhang A1.5	28 d Balken + 28 d	Balken (1)	MW $f_{tR} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tR} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tR} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tR} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	○
29	XALL	Trockenrohdichte ⁸⁾	-	DIN 52170-1 Anhang A1.1	28 d	Bohrkerne (6)	Wert angeben, Proben aus Prüfung nach Zeile 11 ⁸⁾		●

¹⁾ Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

²⁾ Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung $E_{dyn} \geq 35 \text{ GPa}$ (RM-A5 oder RC-A5) bzw. $E_{dyn} \geq 25 \text{ GPa}$ (RM-A4 oder RC-A4).

³⁾ Rechenwert für den Sachkundigen Planer (Endkriechzahl).

⁴⁾ Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorid-einwirkung“ (BAW-MDCC).

⁵⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

⁶⁾ Die Anforderungen an die Druckfestigkeit können auch durch Prüfung gemäß DIN EN 12190 nachgewiesen werden.

⁷⁾ Bei nachgewiesenem Frost-Tausalz-Widerstand für die Expositionsklasse XF4 (bestandener CDF-Test) ist kein zusätzlicher Nachweis des Frostwiderstands durch den CIF-Test erforderlich.

⁸⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung.

⁹⁾ Im Regelfall für den Verwendbarkeitsnachweis nicht zwingend erforderlich.

¹⁰⁾ Sofern ein Feinspachtel vorgesehen ist, ist die Prüfung auch an dieser Systemkomponente durchzuführen.

¹¹⁾ Sofern eine Haftbrücke benötigt wird, ist die Prüfung auch an dieser Systemkomponente durchzuführen.

¹²⁾ An der Haftbrücke ist nur die Konsistenz zu prüfen.

¹³⁾ Am Feinspachtel ist nur der 28-Tage-Wert zu bestimmen.

¹⁴⁾ Sofern eine Haftbrücke benötigt wird, sind die Verbundprüfungen des Betonersatz mit Haftbrücke durchzuführen.

¹⁵⁾ Die Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung ist nur bei Auftrag über Kopf oder auf vertikale Flächen nachzuweisen.

¹⁶⁾ Der Nachweis gilt auch als erbracht, wenn die Anforderung an die Mindestfestigkeit nach 28 Tagen Lagerung B eingehalten wird.

¹⁷⁾ Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung⁸⁾ umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:

● einfache Prüfungen / ◎ erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.

Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ◎ ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

¹⁸⁾ In der Regel nur Größtkorn überprüfen.

¹⁹⁾ Wert $d_{k,140}$ nur, wenn Bemessung nach BAW-MDCC erfolgt.

Tabelle 12: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 11	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Prüfungen an den Ausgangsstoffen			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
2	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	Zeile 5	±0,10 M.-%
Prüfungen am Frischmörtel			
3	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt ¹⁾	Zeile 6	Ausbreitmaß: ±15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
4	Konsistenzänderung ²⁾ (Temperatur, Zeit)	Zeile 7	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
Prüfungen am Festmörtel			
5	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 20b Zeile 20d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
6	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ³⁾	Zeile 16 Zeile 15	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
7	Quellen	Zeile 25	$\Delta \epsilon_Q = \pm 20 \%$ nach 28 d
8	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 13	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
9	Trockenrohdichte ¹⁾	Zeile 29	Unterschreitung Wert Tabelle 11 ≤ 0,04 kg/dm ³
Prüfungen am Verbundkörper			
10	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 11	Einhaltung Werte Tabelle 11

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung (Trockenrohdichte nur bei Sollschichtdicken > 15 mm).

²⁾ Prüfung nach Anhang A1.10 nur für die bei der Bauausführung relevanten Bedingungen (Temperaturbereich und Verarbeitungsdauer)

³⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 11, Zeile 15 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Der Übereinstimmungsnachweis soll nur die gemäß den jeweiligen Einwirkungen erforderlichen Merkmale umfassen. Ergänzend zu Tabelle 12 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z. B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 13: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11

Nr.	1		2			
1	Allgemeines					
	Hersteller (Name und Adresse)					
	Name des Betonersatzsystems					
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3					
2	Komponenten des Betonersatzsystems					
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen	
	1	2	3	4	5	
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit					
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 11	Anforderungen			
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Her- steller deklarierter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
	1	2	3	4		
	Prüfungen an den Ausgangsstoffen					
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm		
	Na ₂ O-Äquivalent Trockengemisch	Zeile 5		±0,10 M.-%		
	Prüfungen am Frischmörtel					
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 6		Ausbreitmaß: ± 15 % rel. Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)		
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 7		Keine Hinweise auf nicht baustellen- gerechte Verarbeitbarkeit		
	Prüfungen am Festmörtel					
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 20b Zeile 20d		Δf _{D,28} = ±10 % Δf _{BZ,28} = ±20 %		
	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ¹⁾	Zeile 16 Zeile 15		Δε _s = ±20 % nach 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d		
	Quellen	Zeile 25		Δε _Q = ±20 % nach 28 d		
	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 13		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl		
	Trockenrohichte	Zeile 29		Unterschreitung Wert Tabelle 11 ≤ 0,04 kg/dm ³		
	Prüfungen am Verbundkörper					
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 11		Einhaltung Werte Tabelle 11		
	4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
		s. Sicherheitsdatenblatt				

Tabelle 13: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2
5	Entsorgung	
6.1	Ausführung	
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)	
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max
		Rel. Luftfeuchte max
		Zusammensetzung (Mischungsverhältnis)
		Mischen (Art und Dauer)
6.3	Geeignete Werkzeuge	
	Maximale Schichtdicke einlagig	
	Schalung	
	Trennmittel	
	Sonstige Randbedingungen	

¹⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 11, Zeile 15 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

3 Produkte und Systeme für den Oberflächenschutz

3.1 Allgemeines

Gemäß ZTV-W LB 219 können Instandsetzungsmaßnahmen mit Oberflächenschutzsystemen nach Tabelle 14 ausgeführt werden.

Tabelle 14: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7

Nr.	Kriterien	OS 1 (OS-A)	OS 4 (OS-C)	OS 5a (OS-D II) OS 5b (OS-D I)
	1	2	3	4
1	Kurzbeschreibung	Hydrophobierung	Beschichtung mit erhöhter Dichtigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückungsfähigkeit ¹⁾ für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)
2	Anwendungsbereiche	Reduzierung der Wasseraufnahme bei vertikalen und geneigten freibewitterten Betonbauteilen z. B. Stützwände. Nicht wirksam bei drückendem Wasser.	Freibewitterte Betonbauteile auch im Sprühbereich ²⁾ von Auftausalzen.	Frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen ³⁾ auch im Sprühbereich ²⁾ von Auftausalzen.
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 Kohlendioxiddiffusion begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> 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
4	Rissüberbrückung	-	-	B.2 (-20 °C)
5	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Epoxidharze Silan / Siloxan: für Hydrophobierung	a) Polymerdispersion b) Polymer / Zement-Gemisch

Tabelle 14: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Kriterien	OS 1 (OS-A)	OS 4 (OS-C)	OS 5a (OS-D II) OS 5b (OS-D I)
	1	2	3	4
6	Regelaufbau	Hydrophobierung	1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁵⁾ 2. gegebenenfalls Hydrophobierung ⁴⁾ 3. gegebenenfalls Grundierung 4. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	a) Polymerdispersion 1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁵⁾ 2. i. d. R. Grundierung 3. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung
				b) Polymer / Zement-Gemisch 1. gegebenenfalls Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁵⁾ 2. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 3. ggf. Deckversiegelung

1) Siehe Abschnitt 3.3.2

2) Mit entsprechendem Nachweis auch im Spritzbereich

3) Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen

4) ggf. Wirksamkeitsnachweis gemäß DIN EN 13580

5) Dispersionsspachtel u. ä. erfordern u. U. eine gesondert zu vereinbarende Prüfung

3.2 Schichtdicken

Die Angaben zu den Mindestschichtdicken beziehen sich immer auf die Trockenschichtdicke der für die Schutzfunktion hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO).

Folgende Begriffe sind von Bedeutung:

- Systemspezifische Mindestschichtdicke $d_{\min,S}$
- Produktspezifische Mindestschichtdicke $d_{\min,P}$
- Produktspezifische Maximalschichtdicke $d_{\max,P}$
- mittlere Schichtdicke $d_{\text{ist},m}$
- Schichtdickenzuschläge d_z für die Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Verarbeitungsbedingungen

Die in Tabelle 15 angegebenen systemspezifischen Mindestschichtdicken $d_{\min,S}$ dürfen in der Erstprüfung nicht unterschritten werden. Die produktspezifische Mindestschichtdicke $d_{\min,P}$ wird als Mittelwert in der Erstprüfung des Oberflächenschutzsystems bestimmt.

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.

Die Mindestschichtdicke ($d_{\min,P}$) 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 CO₂-Diffusionswiderstand erreicht wird; Ermittlung durch Berechnung aus der geprüften CO₂-Diffusionswiderstandszahl μ (CO₂).

Der jeweils größte Wert ist anzugeben. Mindestens sind jedoch die in der Tabelle 15 aufgeführten Dicken als Mindestschichtdicke d_{\min} der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten anzusetzen.

Die bei der Grundprüfung als mittlere Schichtdicke gemessene Mindestschichtdicke $d_{\min,P}$ 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.

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 $d_{\min,P}$ und dem vom Mittelwert der gemessenen Rautiefe R_t abhängigen Schichtdickenzuschlag d_z .

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

Die zugehörige Materialverbrauchsmenge (MV) ist ebenfalls anzugeben.

Die Maximalschichtdicke ($d_{\max,P}$) ergibt sich aus der maximalen Schichtdicke, bei der der geforderte H₂O-Diffusionswiderstand nicht überschritten wird. Die Maximalschichtdicke ist unter Verwendung der geprüften H₂O-Diffusionswiderstandszahl μ (H₂O) zu berechnen.

Tabelle 15: Systemspezifische Mindestschichtdicken $d_{\min,S}$ und Schichtdickenzuschlag d_z der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) für Oberflächenschutzsysteme

Oberflächenschutzsystem	Mindestschichtdicke $d_{\min,S}$ [µm]
OS 4 (OS-C)	80
OS 5a (OS-D II)	300
OS 5b (OS-D I)	2 000

3.3 Hinweise zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen

3.3.1 Wasserdampf-Durchlässigkeit

Hinsichtlich der Wasserdampf-Durchlässigkeit sollte für die Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS-C), OS 5a (OS-D II) oder OS 5b (OS-D I) die Anforderung der Klasse I vorgegeben werden. Der Prüfwert ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben.

3.3.2 Rissüberbrückungsfähigkeit

Ist ein schadfreies Überbrücken von sich begrenzt bewegenden Rissen am Bauteil erforderlich, sollte für das am Bauteil eingesetzte OS-System OS 5 (OS-D) die Rissüberbrückungsfähigkeit nach DIN EN 1062-7 bei einer Prüftemperatur von -20 °C mit dem Verfahren B, Klasse B 2, nachgewiesen sein.

Nach der Prüfung nach DIN EN 1062-7 darf es zu keinem Versagen kommen. Dies ist erfüllt, wenn bei 3 von 4 Probekörpern nach Untersuchung folgende Kriterien eingehalten sind:

- Keine Durchrisse und oberseitigen Anrisse der hwO,
- Unterseitige Anrisse ≤ 25 % der Dicke der hwO,
- Ablösungen auf keiner Seite des Risses ≥ 2 d der hwO.

3.3.3 Brandverhalten

Das Brandverhalten muss für Oberflächenschutzsysteme für die Klasse E-d2 nach DIN EN 13501-1 nachgewiesen sein.

3.4 Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7

3.4.1 Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS-A)

Tabelle 16: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁴⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS-A)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ⁴⁾
1	2	3	4	5	
Bestandteile					
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln	○
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	alternativ: Gaschromatografie, Refraktometrie und gravimetrische Bestimmung (ggf. nach Totalhydrolyse), H ¹ -NMR und IR	< 7 d	Wert ermitteln	○
3	Dichte ²⁾ – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	DIN EN ISO 2811-1 DIN EN ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln	●
4	Infrarotspektrum	DIN EN 1767 DIN 51451	< 7 d	Wert ermitteln	○
5	Auslaufzeit ³⁾	DIN EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln	○
6	Viskosität ³⁾	DIN EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln	○
7	Masseverlust nach Frost-Tausalz-Wechselbeständigkeit	DIN EN 13581	154 d	Masseverlust 20 Zyklen später als bei nicht hydrophobierter Probe	◎
8	Eindringtiefe	DIN EN 1504-2, Tabelle 3	49 d	Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm	◎
9	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	DIN EN 13580	70 d	Absorptionskoeffizient < 7,5 % im Vergleich mit unbehandelter Probe < 10 % in Alkalilösung	●
10	Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit	DIN EN 13579	49 d	Klasse I: > 30 % Klasse II: > 10 %	◎

¹⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

²⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

³⁾ Alternative Verfahren. Weitere alternative Verfahren (z. B. Brechungsindex) können geeigneter sein, sofern eine Korrelation mit der Auslaufzeit/Viskosität nachgewiesen werden kann. Für den Brechungsindex nach DIN EN ISO 489 ist eine Toleranz von ± 3 % einzuhalten.

⁴⁾ Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:

● einfache Prüfungen / ◎ erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.

Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ◎ ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

Tabelle 17: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 1 (OS-A) nach Tabelle 16

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 16	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	Zeile 2	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
3	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 3	± 3 %
4	Infrarotspektrum	Zeile 4	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
5	Auslaufzeit ¹⁾	Zeile 5	± 15 %
6	Viskosität ¹⁾	Zeile 6	± 20 %
7	Eindringtiefe	Zeile 8	Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm

¹⁾ Alternative Verfahren. Weitere alternative Verfahren (z. B. Brechungsindex) können geeigneter sein, sofern eine Korrelation mit der Auslaufzeit/Viskosität nachgewiesen werden kann. Für den Brechungsindex nach DIN EN ISO 489 ist eine Toleranz von ± 3 % einzuhalten.

Ergänzend zu Tabelle 17 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die spezifische Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen, wenn in der jeweiligen Leistungsbeschreibung festgelegt.

Tabelle 18: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 1 (OS-A) nach Tabelle 16

Nr.	1	2			
1	Allgemeines				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.4				
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen

Tabelle 18: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 1 (OS-A) nach Tabelle 16 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.				
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 16	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit/ vom Her- steller deklarierter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	Zeile 2		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 3		± 3 %
	Infrarotspektrum	Zeile 4		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Auslaufzeit ¹⁾	Zeile 5		± 15 %
	Viskosität ¹⁾	Zeile 6		± 20 %
	Eindringtiefe	Zeile 8		Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm
4	Sicherheit /Arbeitsschutz			
	s. Sicherheitsdatenblatt			
5	Entsorgung			
6.1	Ausführung			
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)			
6.2	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]			
	Rel. Luftfeuchte max [%]			
6.3	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle			
	Trennmittel			
	Sonstige Randbedingungen			

¹⁾ Alternative Verfahren. Weitere alternative Verfahren (z. B. Brechungsindex) können geeigneter sein, sofern eine Korrelation mit der Auslaufzeit/Viskosität nachgewiesen werden kann. Für den Brechungsindex nach DIN EN ISO 489 ist eine Toleranz von ± 3 % einzuhalten.

3.4.2 Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C)

Tabelle 19: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁵⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ¹⁵⁾
	1	2	3	4	5
Bestandteile					
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln	○
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan, Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	alternativ: Gaschromatografie, Refraktrometrie und gravimetrische Bestimmung (ggf. nach Totalhydrolyse), H ¹ -NMR und IR	< 7 d	Wert ermitteln	○
3	Dichte ²⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion; Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln	●
4	Infrarotspektrum (alle)	EN 1767 DIN 51451	< 7 d	Wert ermitteln	○
5	Epoxid-Äquivalent ³⁾ (Wasseremulgiertes EP)	EN 1877-1	< 7 d	Wert ermitteln	○
6	Aminzahl ³⁾ (Wasseremulgiertes EP)	EN 1877-2	< 7 d	Wert ermitteln	○
7	Hydroxylzahl ³⁾ (Polyurethan)	EN 1240	< 7 d	Wert ermitteln	○
8	Isocyanatgehalt (Polyurethan) ³⁾	EN 1242	< 7 d	Wert ermitteln	○
9	Thermogravimetrie (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 11358-1	< 7 d	Wert ermitteln	○
10	Auslaufzeit ⁴⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln	○
11	Viskosität ⁴⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln	○
12	Eindringtiefe (Silan, Siloxan)	DIN EN 1504-2, Tabelle 3	< 49 d	Wert ermitteln	○
13	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 12192-1	< 7 d	Wert ermitteln	○

Tabelle 19: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁵⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C) (Fortsetzung)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ¹⁵⁾
	1	2	3	4	5
Frisches Gemisch					
14	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion, Mischpolymerisat ⁵⁾)	DIN EN ISO 9117-3	< 7 d	Wert ermitteln	○
15	Topfzeit ³⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 9514 ⁶⁾ Anlage A3.1	< 7 d	Wert ermitteln	○
16	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen ⁷⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 868	14 d	Wert ermitteln	○
17	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, 1K-Polyurethan, 2K-Polyurethan, Mischpolymerisat; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3251	< 7 d ⁸⁾ , 14 d ⁹⁾	Wert ermitteln	○
18	Aschegehalt (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, 1K-Polyurethan, 2K-Polyurethan, Mischpolymerisat; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3451-1	< 7 d ⁸⁾ , 14 d ⁹⁾	Wert ermitteln	○
19a	Konsistenz (Feinspachtel) ¹⁰⁾	EN 1015-3	< 7 d	Wert ermitteln	○
19b	Luftgehalt (Feinspachtel)	EN 1015-7	< 7 d	Wert ermitteln	○
19c	Rohdichte (Feinspachtel)	EN 1015-6	< 7 d	Wert ermitteln	○
19d	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit) ¹¹⁾ (Feinspachtel)	Anhang A1.10	< 7 d	Wert ermitteln	○
19e	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten ¹⁰⁾ (Feinspachtel)	EN 13395-2	< 7 d	Wert ermitteln	○
19f	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) ¹¹⁾ (Feinspachtel)	EN 13294	< 7 d	Wert ermitteln	○
Festmörtel					
19g	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	DIN EN 196-1	28 d	Wert ermitteln	○
System					
20	Abreißversuch	DIN EN 1542 Anhang A3.2	14 d	≥ 1,0 (0,7) MPa Mittelwert (kleinster Einzelwert)	●
21	Gitterschnittprüfung ¹²⁾	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2	●
22	CO ₂ -Durchlässigkeit ¹³⁾	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	s _D > 50 m	○
23	Wasserdampf-Durchlässigkeit ¹³⁾	DIN EN ISO 7783:2012	90 – 180 d	Klasse I: s _D < 5 m ¹⁴⁾	○
24	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit ¹³⁾	DIN EN 1062-3	21 d	w < 0,1 kg/(m ² ·h ^{0,5})	◎

Tabelle 19: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁵⁾ für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS-C) (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ¹⁵⁾
	1	2	3	4	5
25	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit			Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch $\geq 1,0$ (0,7) MPa Mittelwert (kleinster Einzelwert)	●
	Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x)	DIN EN 13687-2	14 d		
	Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-1	42 d		
26	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2	○
27	Künstliche Bewitterung nach DIN EN 1062-11, 4.2 (UV-Bestrahlung und Feuchte), nur bei Verwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11 Verfahren 4.2	98 d	Nach 2 000 h künstlicher Bewitterung: keine Blasen, keine Risse, kein Abblättern	○

1) Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

2) Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

3) Topfzeit ist alternatives Verfahren zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.

4) Alternative Verfahren Viskosität. Weitere alternative Verfahren (z. B. Brechungsindex) können geeigneter sein, sofern eine Korrelation mit der Auslaufzeit/Viskosität nachgewiesen werden kann. Für den Brechungsindex nach DIN EN ISO 489 ist eine Toleranz von ± 3 % einzuhalten.

5) Nur wenn reproduzierbar an Mischpolymerisat zu prüfen.

6) Alternativ kann das Prüfverfahren nach Anhang A3.1 angewendet werden.

7) Nur für flexible Harze und Produkte, bei denen die Topfzeit nicht gemessen werden kann.

8) bei einkomponentigen Systemen

9) bei zweikomponentigen Systemen

10) alternative Verfahren Verarbeitbarkeit

11) alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

12) Prüfverfahren in Anlehnung an DIN EN ISO 2409.

13) nur hwo

14) Bei der Instandsetzung von durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) geschädigten Betonbauteilen sollte gemäß den „DAfStb-Empfehlungen für die Schadensdiagnose und Instandsetzung von Betonbauwerken, die infolge einer AKR geschädigt sind“, ein Teildiffusionswiderstand von $s_D < 2,5$ m eingehalten werden.

15) Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:

● einfache Prüfungen / ● erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.

Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ● ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

Tabelle 20: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 19	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Zeile 1	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	Zeile 2	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
3	Dichte ¹⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion; Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 3	± 3 %
4	Infrarotspektrum (alle)	Zeile 4	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
5	Epoxid-Äquivalent ²⁾ (Wasseremulgiertes EP)	Zeile 5	± 5 %
6	Aminzahl ²⁾ (Wasseremulgiertes EP)	Zeile 6	± 6 %
7	Hydroxylzahl ²⁾ (Polyurethan)	Zeile 7	± 10 %
8	Isocyanatgehalt ²⁾ (Polyurethan)	Zeile 8	± 10 %
9	Thermogravimetrie (Polymerdispersion des Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 9	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
10	Auslaufzeit ³⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 10	± 15 %
11	Viskosität ³⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 11	± 20 %
12	Eindringtiefe (Silan, Siloxan)	Zeile 12	Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm
13	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer /Zementgemisch)	Zeile 13	Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)

Tabelle 20: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19 (Fortsetzung)

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 19	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Frisches Gemisch			
14	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion, Mischpolymerisat)	Zeile 14	± 10 %
15	Topfzeit ²⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 15	± 15 %
16	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen ⁴⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 16	± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
17	Flüchtige und nicht-flüchtige Anteile (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, 2-K-Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 17	± 5 %
18	Aschegehalt (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels, 2-K-Polymerdispersion, Polyurethan, Mischpolymerisat; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 18	± 5 %
19	Konsistenz ⁵⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19a	Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
20	Luftgehalt (Feinspachtel)	Zeile 19b	± 2 % absolut
21	Rohdichte (Feinspachtel)	Zeile 19c	± 5 %
22	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit) ⁶⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19d	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
23	Verarbeitbarkeit –Fließverhalten ⁵⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19e	± 15 %
24	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) ⁶⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19f	± 20 %
25	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 19g	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$; $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$

Tabelle 20: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19 (Fortsetzung und Schluss)

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 19	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
System			
26	Abreißversuch	Zeile 20	$\geq 1,0$ (0,7) MPa arithmetischer Mittelwert (kleinster Einzelwert)

- 1) Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.
- 2) Topfzeit ist alternatives Verfahren zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.
- 3) Alternative Verfahren. Weitere alternative Verfahren (z. B. Brechungsindex) können geeigneter sein, sofern eine Korrelation mit der Auslaufzeit/Viskosität nachgewiesen werden kann. Für den Brechungsindex nach DIN EN ISO 489 ist eine Toleranz von ± 3 % einzuhalten.
- 4) nur für flexible Harze und Produkte, bei denen die Topfzeit nicht gemessen werden kann.
- 5) alternative Verfahren Verarbeitbarkeit
- 6) alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

Ergänzend zu Tabelle 20 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die spezifische Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen, wenn in der jeweiligen Leistungsbeschreibung festgelegt.

Tabelle 21: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19

Nr.	1		2		
1	Allgemeines				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.4				
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
3	Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 19	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Herstel- ler deklarierter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugs- werten oder Mindestanforderungen	
	Bestandteile				
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	Zeile 2		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 3		± 3 %	
	Infrarotspektrum	Zeile 4		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Epoxid-Äquivalent	Zeile 5		± 5 %	
	Aminzahl	Zeile 6		± 6 %	
	Hydroxylzahl	Zeile 7		± 10 %	
	Isocyanatgehalt	Zeile 8		± 10 %	
	Thermogravimetrie	Zeile 9		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C	
	Auslaufzeit	Zeile 10		± 15 %	
	Viskosität	Zeile 11		± 20 %	
	Eindringtiefe	Zeile 12		Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm	
	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile	Zeile 13		Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)	
	Frisches Gemisch				
	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren	Zeile 14		± 10 %	
	Topfzeit	Zeile 15		± 15 %	

Tabelle 21: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS-C) nach Tabelle 19 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2	3	4					
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 19	Anforderungen						
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Hersteller deklarerter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen					
3	Entwicklung der Shore- härte A bzw. D nach 1, 3 und 7 d	Zeile 16		± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen					
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile	Zeile 17		± 5 %					
	Aschegehalt	Zeile 18		± 5 %					
	Konsistenz (Feinspachtel)	Zeile 19a		Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm					
	Luftgehalt (Feinspachtel)	Zeile 19b		± 2 % absolut					
	Rohdichte (Feinspachtel)	Zeile 19c		± 5 %					
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 19d		keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit					
	Verarbeitbarkeit –Fließver- halten (Feinspachtel)	Zeile 19e		± 15 %					
	Verarbeitbarkeitszeit (An- steifungszeit) (Feinspachtel)	Zeile 19f		± 20 %					
	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 19g		$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$; $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$					
	System								
Abreißversuch	Zeile 20		≥ 1,0 (0,7) MPa						
4	Sicherheit /Arbeitsschutz								
	s. Sicherheitsdatenblatt								
5	Entsorgung								
6.1	Ausführung								
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, System-/ Produkt- name	Mischungs- verhältnis [GT]	Mindest- trocken- schicht dicke [µm]	Auftrags- art	Schicht- dickenzu- schlag [µm]	Sollschicht- dicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m²]	Trocken- schichtdi- cke [µm]	Mischen (Art/Dauer) [min]
			d_{min}		d_z	$d_s = d_{min} + d_z$	$MV = \frac{d_s \cdot Dichte}{FV \cdot 10}$		
6.3	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]					Rel. Luftfeuchte max [%]			
6.4	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisen- metalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

3.4.3 Oberflächenschutzsystem OS 5 (OS-D)

Tabelle 22: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹¹⁾ für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ¹¹⁾
	1	2	3	4	5
Bestandteile					
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln	○
2	Dichte ²⁾ (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels bzw. des Polymer/Zementgemisches; Polymerdispersion) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln	●
3	Infrarotspektrum (alle)	EN 1767 DIN 51451	< 7 d	Wert ermitteln	○
4	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile ³⁾ (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels bzw. des Polymer/ Zementgemisches; Polymerdispersion)	EN ISO 3251	< 7 d	Wert ermitteln	○
5	Aschegehalt ³⁾ (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels bzw. des Polymer/Zementgemisches; Polymerdispersion)	EN ISO 3451-1	< 7 d	Wert ermitteln	○
6	Thermogravimetrie (alle)	EN ISO 11358-1	< 7 d	Wert ermitteln	○
7	Auslaufzeit ⁴⁾ (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels; Polymer/ Zementgemisch)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln	○
8	Viskosität ⁴⁾ (Polymerdispersion des 2K-Feinspachtels; Polymer/ Zementgemisch)	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln	○
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/ Zementgemisch)	EN 12192-1	< 7 d	Wert ermitteln	○
Frisches Gemisch					
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	DIN EN ISO 9117-3	< 7 d	Wert ermitteln	○
11a	Konsistenz ⁵⁾ Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 1015-3	< 7 d	Wert ermitteln	○
11b	Luftgehalt (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 1015-7	< 7 d	Wert ermitteln	○
11c	Rohdichte (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 1015-6	< 7 d	Wert ermitteln	○

Tabelle 22: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹⁾ für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung	Kontrollprüfung ¹⁾
	1	2	3	4	5
11d	Konsistenzänderung ⁶⁾ (Temperatur, Zeit) (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Anhang A1.10	< 7 d	Wert ermitteln	☉
11e	Verarbeitbarkeit- Fließverhalten ⁵⁾ (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 13395-2	< 7 d	Wert ermitteln	○
11f	Verarbeitbarkeitszeit ⁶⁾ (Ansteifungszeit) (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 13294	< 7 d	Wert ermitteln	○
Festmörtel					
11g	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	DIN EN 196-1	28 d	Wert ermitteln	○
System					
12	Abreißversuch	DIN EN 1542 Anhang A3.2	14 d	≥ 0,8 (0,5) MPa	●
13	Gitterschnittprüfung ^{7), 8)}	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2	●
14	CO ₂ -Durchlässigkeit ⁹⁾	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	$s_D > 50 \text{ m}$	
15	Wasserdampf-Durchlässigkeit ⁷⁾	DIN EN ISO 7783:2012	90 – 180 d	Klasse I: $s_D < 5 \text{ m}$ ¹⁰⁾	
16	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit ⁹⁾	DIN EN 1062-3	21 d	$w < 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$	☉
17	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechsel-verträglich- keit			Nach Temperaturwechsel- beanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch ≥ 0,8 (0,5) MPa; Mittelwert (kleinster Ein- zelwert)	☉
	Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbean- spruchung (Temperaturschock) (10x)	DIN EN 13687-2	14 d		
	und Frost-Tau-Wechselbean- spruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-1	42 d		
18	Rissüberbrückungsfähigkeit Im Anschluss an die Konditionie- rung nach EN 1062-11, 4.1 – 7 Tage bei 70 °C für Reaktionsharzsysteme 4.2 – UV-Bestrahlung und Feuchte bei Dispersions- Systemen	DIN EN 1062-7	21 d	Die Rissüberbrückungsfä- higkeit am Bauteil wird durch Verfahren B, Klasse B.2, bei einer Prüftemperatur von –20 °C nachgewiesen. Zusätzlich müssen die An- forderungen nach Ab- schnitt 3.3.2 eingehalten werden.	●
			56 d		
19	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2	○
20	Künstliche Bewitterung nach EN 1062-11, 4.2 (UV-Bestrah- lung und Feuchte), nur bei Verwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11 Verfahren 4.2	98 d	Nach 2 000 h künstlicher Bewitterung: keine Blasen, keine Risse kein Abblättern	○

¹⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstel-
lung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

²⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Ge-
nauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

- 3) Nur bei einkomponentigen Systemen.
 4) alternative Verfahren Viskosität
 5) alternative Verfahren Verarbeitbarkeit
 6) alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit
 7) nur für OS 5a
 8) Prüfverfahren in Anlehnung an DIN EN ISO 2409
 9) nur h_wO
 10) Bei der Instandsetzung von durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) geschädigten Betonbauteilen sollte gemäß den „DAfStb-Empfehlungen für die Schadensdiagnose und Instandsetzung von Betonbauwerken, die infolge einer AKR geschädigt sind“, ein Teildiffusionswiderstand von $s_D < 2,5$ m eingehalten werden.
 11) Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:
 ● einfache Prüfungen / ● erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.
 Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ● ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

Tabelle 23: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 22	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Zeile 1	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte ¹⁾ (Polymerdispersion des 2K Feinspachtels bzw des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2	± 3 %
3	Infrarotspektrum (alle)	Zeile 3	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
4	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile ²⁾ (Polymerdispersion des 2K Feinspachtels bzw. des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion)	Zeile 4	± 5 %
5	Aschegehalt ²⁾ (Polymerdispersion des 2K Feinspachtels bzw des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion)	Zeile 5	± 5 %
6	Thermogravimetrie (alle)	Zeile 6	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
7	Auslaufzeit ³⁾ (Polymerdispersion des 2K Feinspachtels bzw. des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion)	Zeile 7	± 15 %

Tabelle 23: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 22	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
8	Viskosität ³⁾ (Polymerdispersion des 2K Feinspachtels bzw des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion)	Zeile 8	±20 %
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 9	Polymer/Zementgemisch: > 2 mm ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: ≥ 0,125 mm ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)
Frisches Gemisch			
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	Zeile 10	± 10 %
11	Konsistenz ⁴⁾ (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11a	Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
12	Luftgehalt (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11b	± 2 % absolut
13	Rohdichte (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11c	± 5 %
14	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit) ⁵⁾ (Feinspachtel)	Zeile 11d	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
15	Verarbeitbarkeit-Fließverhalten ⁴⁾ (Feinspachtel; Polymer/ Zementgemisch)	Zeile 11e	± 15 %
16	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) ⁵⁾ (Feinspachtel; Polymer/ Zementgemisch)	Zeile 11f	± 20 %
Festmörtel			
17	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 11g	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$; $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
System			
18	Abreißversuch	Zeile 12	≥ 0,8 (0,5) MPa

¹⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

²⁾ nur bei einkomponentigen Systemen

³⁾ alternative Verfahren Viskosität

⁴⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeit

⁵⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

Ergänzend zu Tabelle 23 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die spezifische Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen, wenn in der jeweiligen Leistungsbeschreibung festgelegt.

Tabelle 24: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22

Nr.	1		2		
1	Allgemeines				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.4				
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
3	Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 22	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Herstel- ler deklarierter Wert	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugs- werten oder Mindestanforderungen	
	Bestandteile				
	Allgemeines Erscheinungs- bild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2		± 3 %	
	Infrarotspektrum	Zeile 3		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Flüchtige und nicht-flüchtige Anteile	Zeile 4		± 5 %	
	Aschegehalt	Zeile 5		± 5 %	
	Thermogravimetrie	Zeile 6		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C	
	Auslaufzeit	Zeile 7		± 15 %	
	Viskosität	Zeile 8		±20 %	
	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile	Zeile 9		Polymer/Zementgemisch: > 2 mm ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: ≥ 0,125 mm ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)	
	Frisches Gemisch				
	Oberflächentrocknungs- zeit Glasperlenverfahren	Zeile 10		± 10 %	
	Konsistenz	Zeile 11a		Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm	
	Luftgehalt	Zeile 11b		± 2 % absolut	

Tabelle 24: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS-D II) und OS 5b (OS-D I) nach Tabelle 22 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2	3	4						
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 22	Anforderungen							
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Hersteller de- klarerter Wert				Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen			
3	Rohdichte	Zeile 11c					± 5 %			
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 11d					Keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit			
	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten	Zeile 11e					± 15 %			
	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit)	Zeile 11f					± 20 %			
	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 11g					$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \text{ \%} ; \Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \text{ \%}$			
	System									
	Abreißversuch	Zeile 12					≥ 0,8 (0,5) MPa			
4	Sicherheit /Arbeitsschutz									
	s. Sicherheitsdatenblatt									
5	Entsorgung									
6.1	Ausführung									
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)									
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Aufbau, System-/ Produkt- name	Mi- schungs- verhältnis [GT]	Mindest- trocken- schicht dicke [µm]	Auftrags- art	Schicht-di- ckenzu- schlag [µm]	Sollschicht- dicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m ²]	Trocken- schichtdi- cke [µm]	Mischen (Art/Dauer) [min]	
			d_{\min}		d_z	$d_s = d_{\min} + d_z$	$MV = \frac{d_s \cdot Dichte}{FV \cdot 10}$			
6.3	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]					Rel. Luftfeuchte max [%]				
6.4	Füllstoffe, Abstreustoffe									
	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht ro- stende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle									
	Trennmittel									
	Sonstige Randbedingungen									

4 Produkte und Systeme für das Schließen, Abdichten und Verbinden von Rissen/Rissflanken mit kraftschlüssigen und dehnbaren Rissfüllstoffen

4.1 Allgemeines

In den nachfolgenden Abschnitten werden Empfehlungen für erforderliche Leistungen von Rissfüllstoffen für Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauwerken und Betonbauteilen aufgeführt.

Der Sachkundige Planer legt gemäß ZTV-W LB 219 unter Berücksichtigung der für das Bauteil maßgeblichen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund (s. Abschnitt 4.2) den geeigneten Rissfüllstoff und die geeignete Füllart fest. Die nachfolgenden Merkmale gelten für alle Einwirkungen gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.1.

Rissfüllstoffe sollten Anforderungen

- zum kraftschlüssigen Füllen (F) von Rissen nach Abschnitt 4.2.2,
- zum dehnbaren Füllen (D) von Rissen nach Abschnitt 4.2.3 und
- zum Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen der Risse) und Abdichten von Rissen nach Abschnitt 4.2.4

erfüllen.

Empfehlungen für Merkmale für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen von Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen für polymere Stoffe sind in Tabelle 27, für zementgebundene Rissfüllstoffe in Tabelle 28 enthalten. Die Empfehlungen für Merkmale von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen mit polymeren Stoffen sind in Tabelle 29 zusammengefasst.

Die Merkmale der Rissfüllstoffe sind getrennt nach Art des Rissfüllstoffes und nach der Art des Füllens tabellarisch zusammengefasst worden. Bei den Füllarten werden die Injektion (I) und das Vergießen (V) unterschieden.

Die „verbindlichen Angaben zur Ausführung“ nach Abschnitt 4.4 sollten vom Produkthersteller erstellt werden. Ein Nachweis des Injektionsverhaltens in Betonbauteilen ist mit zugehörigem Injektionsverfahren zu führen und in den Angaben zur Ausführung zu beschreiben.

Die Gebinde müssen so ausgebildet werden, dass sie die Einhaltung der korrekten Mischungs-zusammensetzungen mit den Einzelkomponenten gewährleisten.

4.2 Rissfüllstoffe gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8

4.2.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Tabellen 25 und 26 enthalten Empfehlungen für die Zuordnung von Produkten und Systemen für das Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen), für das Abdichten und für das Verbinden von Rissen zu Füllzielen in Abhängigkeit von der Einwirkung auf den Füllbereich.

Tabelle 25: Empfehlung für die Verwendung von Rissfüllstoffen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8

Nr.	Füllziel	Füllart	Einwirkung auf den Füllbereich			
			Trocken ^a DY (dry)	Feucht DP (damp)	Nass WT (wet)	fließendes Wasser ^b WF (waterflow)
			Zulässige Rissfüllstoffe			
	1	2	3	4	5	6
1a	Schließen (Begrenzung der Riss- breite durch Füllen)	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^f D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) ^f D-I (P)	-- F-I (H) ^f D-I (P)	-- F-I (H) ^f D-I (P)
1b		durch Vergießen ^d	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
2a	Abdichten	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^f D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) ^f D-I (P)	-- F-I (H) ^f D-I (P)	-- -- D-I (P)
2b		durch Vergießen ^d	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
3a	Kraft- schlüssiges Verbinden	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^e	F-I (P) ^c F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e
3b		durch Vergießen ^d	F-V (P) F-V (H) ^e	-- F-V (H) ^e	--	--
4	Begrenzt dehnbares Verbinden	durch Injektion	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)

^a Flanken von Rissen und innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgenässt werden.

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

^c F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

^d Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden.

^e gilt sinngemäß auch für Hohlräume

^f Mindestanforderungen Festigkeitsklasse F3

F: Rissfüllstoff für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS)

D: Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Polyurethan (PUR);
evtl. mit zugehörigem schnellschäumenden Polyurethan (SPUR)

I: Injektion

V: Vergießen

Tabelle 26: Empfehlung für füllstoffspezifische Verwendungsbedingungen

Nr.	Merkmal		Verwendungsbedingungen			
	Verbinden von Rissflanken		Kraftschlüssig (F)			Dehnbar (D)
	1		2	3	4	5
1	Füllstoff-Füllart		F-I (P) / F-V (P)	F-I (H) ^a / F-V (H) ^a	F-I (H) ^a	D-I (P)
2	Festigkeitsklasse		-	F1 / F2	F3 ^h	-
3	Rissart		Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss
4	Hohlraum		-	ja	ja	ja
5	Rissursache		bekannt, nicht wiederkehrend	bekannt, nicht wiederkehrend	bekannt, nicht wiederkehrend	bekannt, wiederkehrend
6	vorangegangene Maßnahmen		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	zulässig bei vorangegangener Füllung mit P oder H
7	XSTAT statisch mitwirkend		ja	ja	nein	nein
8	XBW2 flächige Durchströmung		nein	ja	ja	ja
9	XDYN		s. Zeile 13 XCR Δw HFR u. Δw LFR	nicht zulässig	nicht zulässig	zulässig
10	XCR	Feuchtezustand	DY / DP ^b	DY ^c / DP / WT	DY ^c / DP / WT / WF ⁱ	DY / DP / WT / WF
11	Niedrigste Bauteiltemperatur ^d		8 °C	5 °C	5 °C	5 °C
12	Bei Bauteilen mit Bewehrung oder sonstigen eingebetteten Metallen		ja	ja	ja	ja
13	Injizierbarkeitsklasse nach DIN EN 1504-5		1 / 2 / 3 / 5 / 8	3 / 5 / 8	3 / 5 / 8	1 / 2 / 3 / 5 / 8
14a	XCR	Rissbreite ^g	w [mm]			
		bei Injektion		$\geq 0,1 / \geq 0,2 / \geq 0,3$ $\geq 0,5 / \geq 0,8$	$\geq 0,3 / \geq 0,5 / \geq 0,8$	$\geq 0,3 / \geq 0,5 / \geq 0,8$
14b		beim Vergießen gemäß DIN EN 1504-5		$\geq 0,2$	$\geq 0,5^e / \geq 0,8^f$	--
14c		Rissbreitenänderung während der Erhärtungsphase	Δw HFR	$\Delta w \leq 0,10 \cdot w \leq 0,03$ [mm], der kleinere von beiden Werten ist maßgebend	nicht zulässig	nicht zulässig
14d			Δw LFR	abhängig von der Festigkeitsentwicklung	nicht zulässig	zulässig
14e		während der Nutzungsphase	Δw LFR Δw CON Δw HFR	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit ^c	Füllziel Schließen: zulässig (vgl. Zeile 15) Füllziel Abdichten: keine Mindestanforderung: $w \geq 0,3$ mm: $\Delta w \leq 0,1 \cdot w$ (s. Abschnitt 4.4, Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe)

Tabelle 26: Empfehlung für füllstoffspezifische Verwendungsbedingungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmal		Verwendungsbedingungen			
	Verbinden von Rissflanken		Kraftschlüssig (F)			Dehnbar (D)
	1		2	3	4	5
15	Erneute Rissbildung während der Nutzungsphase für das Füllziel „Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)“	W_{neu}	<p>Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, den zu erwartenden Rissbreitenänderungen und Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache Neurissbildungen an anderer Stelle des Bauteils oder am gefüllten Riss möglich sind. Bei dehnbaren Rissfüllstoffen kann die aufnehmbare Dehnbarkeit überschritten werden. Das Füllziel „Schließen“ kann dennoch erfüllt werden, sofern die zulässigen Rissbreiten zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes eingehalten werden. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann.</p> <p>Der Sachkundige Planer muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.</p>			

- a Die Leistungsfähigkeit der kraftschlüssigen Verbindung mit hydraulischem Bindemittel ist nur bedingt, siehe Leistungsbeschreibung des Herstellers
- b F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit
- c Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgehäst werden
- d bei explizitem Nachweis ist die Verwendung auch bei niedrigen Bauteiltemperaturen möglich
- e $ZS \geq 0,5 \text{ mm}$
- f $ZL \geq 0,8 \text{ mm}$
- g Rissbreite, ermittelt an Bauteiloberfläche
- h Für die Füllziele Schließen und Abdichten von Rissen
- i Für das Füllziel Schließen von Rissen

4.2.2 Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen (F)

Für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen nach ZTV-W LB 219 sollten die Merkmale nach den Tabellen 27 und 28 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit polymeren Rissfüllstoffen (P) sollte 20 min betragen. Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit hydraulischen Rissfüllstoffen (H) sollte 30 min betragen. Bei Hohlrauminjektionen mit hydraulischen Rissfüllstoffen (H) sollte die Mindestverarbeitbarkeitsdauer 120 min betragen. Bei Verwendung von Injektionsanlagen für zweikomponentige Rissfüllstoffe ist zu beachten, dass sich die Viskositäten der Einzelkomponenten in Abhängigkeit der Temperatur ungleich verändern können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Bauteilversuche zu bestätigen.

In besonderen Anwendungsfällen, bei zu erwartenden Rissbreitenänderungen während der Erhärtung des Rissfüllstoffes, ist die Kenntnis der Haftzugfestigkeitsentwicklung unter verschiedenen Erhärtungstemperaturen im frühen Prüfalter erforderlich.

Für hydraulische Rissfüllstoffe, die im Stahl- und Spannbeton verwendet werden, sollte nachgewiesen werden,

- dass sie einen Chloridgehalt, geprüft nach DIN EN 196-2, von $Cl^- \leq 0,2 \text{ %}$ Massenanteile bezogen auf den Zementgehalt einhalten; und
- dass sie in der elektrochemischen Prüfung nach DIN EN 480-14 die Anforderung an die Stromdichte von $\leq 10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ nach einer Stunde einhalten. Werden ausschließlich zugelassene oder genormte Zusatzmittel nach DIN EN 934-2 eingesetzt, die die Anforderungen nach DIN EN 480-14 erfüllen, kann die elektrochemische Prüfung entfallen.

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹³⁾
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bestandteile									
1	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Dichte ²⁾ (alle)	EN ISO 2811-1 EN ISO 2811-2	Werte ermitteln	x		< 7 d	●
2	XALL		Epoxid-Äquivalent ³⁾ (EP)	EN 1877-1	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
3	XALL		Aminzahl ³⁾ (EP)	EN 1877-2	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
4	XALL		Hydroxylzahl ³⁾ (mod. PUR)	EN 1240	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
5	XALL		Isocyanatgehalt ³⁾ (mod. PUR)	EN 1242	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
6	XALL		Andere funktionelle Gruppen (alle)	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
7	XALL		Infrarotspektroskopie (alle)	EN 1767 DIN 51451	Werte ermitteln	x		< 7 d	●
8	XALL		Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten (alle) bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Werte ermitteln	x		< 7 d	○
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff									
9	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Viskosität/Viskositätsanstieg bis zum Erreichen der Viskosität am Ende der Gebindeverarbeitbar- keitsdauer oder der Viskosität bei max. Temperaturanstieg auf 40 °C	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Werte ermitteln	x	x	< 7 d	●
10	XALL		Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} (F(P))	Injektionsversuch am Bauteil - 1K-Anlage (siehe Zeile 23)	Werte ermitteln	x	x	< 7 d	○
11	XALL		Mischgenauigkeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Injektionsversuch am Bauteil - 2K-Anlage (siehe Zeile 23) ⁵⁾	Werte ermitteln	x	-	< 7 d	●
12	XALL		Topfzeit ³⁾ (F(P))	EN ISO 9514	Werte ermitteln	x	x	< 7 d	○

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kon- trollprü- fung ¹³⁾
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	XALL ^{11) 12)}	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Haftung durch Haftzugfestigkeit (F(P))	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	Nach Prinzip 4 F1: $f_{ct} \geq 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa) ⁴⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa) ⁴⁾ Sofern $f_{ct} \leq 3,5 \text{ MPa}$ ist, wird kohäsives Versagen im Beton gefordert. Sofern $f_{ct} > 3,5 \text{ MPa}$, ist kohäsives Versagen im Beton oder adhäsives Versagen in der Grenzfläche Beton-Rissfüllstoff zulässig.	x	x	42 d	⊙
14	XALL ^{11) 12)}		Haftung durch Schrägscherfestigkeit (F(P))	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Rissmuster wie bei den Kontrollprismen)	x	x	21 d	○
15	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen (F(P))	EN ISO 3251 - Einwaage, frisch ge- mischter Rissfüllstoff: 10 g (Aus- gangsmasse, m_1) Nach 7-tägiger Lagerung bei $(21 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und Trocken bei 1 % relativer Luftfeuchte (im Exsikkator)	> 95 %	x	x	7 d	○
16	XALL		Glasübergangstemperatur	DIN EN 12614	> 40 °C	x	x	< 7 d	⊙

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹³⁾
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	XCR DY	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Injizierbarkeit bei trockenem Medium, Rissbreiten: 0,1 mm–0,2 mm–0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 7 MPa	x x x	- x x		○
			0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit (F(P))	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	x	x	42 d	○
18	XBW1 ^{6) 12)} XCR DP ^{6) 12)} XCR WT ^{6) 12)} XCR WF ^{6) 7) 12)}		Injizierbarkeit bei nicht trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm – 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 7 MPa	x x x	- x x	28 d	○
			0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit (F(P))	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	x	x	42 d	○

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹³⁾
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	XALL	Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Zugfestigkeitsentwicklung bei Polymeren $T_{min}, T_{norm}, T_{max}$ (F(P))	DIN EN 1543 Die Prüfung muss unter drei Konditi- onierungs- und Prüftemperaturen durchgeführt werden: 21 °C sowie vom Hersteller empfohlene Mindest- und Höchstverwendungstemperatur, jeweils mit einer Abweichung von ± 2 °C.	Zugfestigkeit > 3 MPa innerhalb von 72 h bei der Mindestverwendungstemperatur oder innerhalb von 10 h bei der Mindestverwendungstemperatur bei täglichen Rissbreitenänderungen von mehr als 10 % oder 0,03 mm (der niedri- gere Wert ist maßgebend)	x	x	< 7 d	●
20	XF1 – XF4 ^{11) 12)}	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Haftung durch Haftzugfestig- keit f_{ct} nach Temperatur- Wechsel- Beanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen (F(P))	DIN EN 12618-2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Probenpräparation nach Anhang A2.2 (TW Maximaltemperatur 40 °C)	F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa (2,5 MPa) ⁴⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) ⁴⁾	x	x	42 d	●
21	XALL ^{11) 12)}		Verträglichkeit mit Beton abgedeckt durch: Haftung durch Haftzugfestigkeit (F(P))	DIN EN 12618-2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa (2,5 MPa) (a) ⁴⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) (a) ⁴⁾	x	x	42 d	◎ (vgl. Zeile 13)
22	XALL ^{11) 12)}	Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Festigkeit im Riss - Injektionsverfahren ⁹⁾ (F(P))	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	x	-	28 d	○
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren (F(P))		≥ 80 %				

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹³⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹³⁾
	1		2	3	4	5	6	7	8
23	XDYN ¹¹⁾	Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ¹⁰⁾	Festigkeit im Riss - Injektionsverfahren ⁹⁾ (F(P))	Balkenversuch im Labor unter dynamischer Belastung nach Anhang A2	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	x	-	28 d	○
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren (F(P))		≥80 %				
24	XALL ^{11) 12)}		Festigkeit im Riss – Vergießen (F(P))	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2, Bild A2.4	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	-	x	28 d	○
			Füllgrad im Riss – Vergießen (F(P))	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	> 80 %	-	x	28 d	

EP: Epoxidharz mod. PUR: modifiziertes Polyurethan F(P): kraftschlüssiger Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel

¹⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

²⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

³⁾ Topfzeit ist alternatives Merkmal in der WPK und Bestätigungsprüfung zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.

⁴⁾ Der in Klammern angegebene Wert ist der niedrigste zulässige Messwert.

⁵⁾ Zum Nachweis der Feuchteverträglichkeit eines Epoxidharzes ist dem Harzgemisch 5 % Wasser beizumengen.

⁶⁾ Anwendung bei XBW1, XCR DP, XCR WT und XCR WF mit Nachweis der Wasserverträglichkeit.

⁷⁾ Anwendung bei XCR WF nicht bei EP, nur bei mod. kraftschlüssigem PUR, Prüfung nur nach DIN EN 12618-2 möglich.

⁸⁾ Ermittlung mittels Auslitern an einer in der Erstprüfung angewendeten 2-K-Anlage, nicht am Bauteilversuch.

⁹⁾ inkl. Mischgenauigkeit bei 2K-Injektionsanlagen durch Auslitern der Einzelkomponenten und Erhärtungskontrolle am gemischten Rissfüllstoff in Becherprobe (Rückstellprobe)

¹⁰⁾ für Nachweis XSTAT

¹¹⁾ Nachweis bei allen Feuchtebedingungen DY, DP, WT und WF für den Anwendungsfall.

¹²⁾ Nachweis XBW2 ausschließlich durch Bauteilversuch.

¹³⁾ Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen.

Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:

● einfache Prüfungen / ◎ erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.

Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ◎ ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ⁸⁾
						ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bestandteile													
1	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Dichte ²⁾ A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H C: Zusatzmittel	DIN EN 1936:2007-02 DIN EN ISO 2811-1 oder DIN EN ISO 2811-2	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○
2	XALL		Korngrößenverteilung (Komp. A)	ISO 13320	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○
3	XALL		Bestimmung der nicht flüchti- gen Bestandteile (Komp. B, C)	DIN EN ISO 3251 alterna- tiv DIN EN ISO 11358	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○
4	XALL		Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	DIN EN 196-2 für Pulver DIN 4030-2 für B und C	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○
5	XALL		Infrarotspektroskopie (Komp, B, C)	DIN EN 1767	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff													
6	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Rohdichte am nicht erhärteten Rissfüllstoff	Anhang A2.2	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	●
7	XALL		Auslaufzeit (Marsh-Trichter) bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	DIN EN 14117	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	●
8	XALL		Erstarrungszeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN 196-3	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	○

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontrollprüfung ⁸⁾
						ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	XALL	Schließen, Abdichten,	Eindringstabilität bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	DIN EN 14497	Werte ermitteln	x	x	x	x	x	x	< 7 d	●
10	XALL	Kraftschlüssiges Verbinden	Volumenänderung (Absetzmaß)	DIN EN 445:1996-07	-1 % < Volumenänderung < +5 % des Anfangsvolumens	x	x	x	x	x	x	< 7 d	◎
11	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssiges Verbinden ⁶⁾	Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	Nach Prinzip 4 F1: $f_{ct} \geq 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa) ⁴⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa) ⁴⁾ Für Rissfüllstoffe, die nur für das Füllen von Hohlräumen und Fehlstellen vorgesehen sind und nach Prinzip 1 für Risse F3: Angegebener Wert	x	x	x ⁴⁾	x ⁴⁾	x	x	56 d	●
12	XALL		Rohdichte und Druckfestigkeit (2 d, 7 d) ³⁾	EN 12190	F3: > 20 MPa nach 7 Tagen. Für Rissfüllstoffe, die nur für das Füllen von Hohlräumen und Fehlstellen vorgesehen sind	x	x	x	x	x	x	7 d	●
13	XALL		Haftung durch Schrägscherfestigkeit	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Rissmuster wie bei den Kontrollprismen)	x	x	-	-	x	x	35 d	○
14	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssiges Verbinden	Bluten / Wasserabsonderung	DIN EN 445:1996-07	nach 3 h < 1 % des Anfangsvolumens ausgeblutet	x	x	x	x	x	x	< 7 d	● (in Verbindung mit Zeile 7)

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontrollprüfung ⁸⁾
						ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	XCR DY	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssiges Verbinden ⁶⁾	Injizierbarkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,3 mm Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 3: < 12 min + 20 ml Überschuss - für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 3 MPa	-	x	-	x ⁴⁾	-	x	28 d	○
			Rissbreiten: 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 11) erfüllt	x x	x x	x ⁴⁾ x ⁴⁾	x ⁴⁾ x ⁴⁾	- x	x x	56 d	○
16	F-I (H) F1/F2: XBW1 XBW2 ⁷⁾ XCR DP XCR WT XCR WF F-V (H) F1/F2: XBW1 XCR DP F-I(H) F3: XBW1 XBW2 ⁷⁾ XCR DP XCR WT		Injizierbarkeit bei nicht trockenem Medium Rissbreiten: 0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 3: < 4 min + 20 ml Überschuss für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 3 MPa	-	x	-	x ⁴⁾	-	x	28 d	○
			Rissbreiten: 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40). Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 11) erfüllt	x x	x x	x ⁴⁾ x ⁴⁾	x ⁴⁾ x ⁴⁾	- x	x x	56 d	○

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ⁸⁾
						ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden	Verarbeitbarkeitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Prüfverfahren im Labor nach Anhang A2	Wert angeben Riss: mindestens 20 min bei einkomponentiger Verarbeitung Hohlrauminjektion: mindes- tens 120 min	x	x	-	-	x	x	< 7 d	○
18	XF1– XF4	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssi- ges Verbinden ⁶⁾	Haftung durch Haftzugfestig- keit f _{ct} nach Temperatur- wechselbeanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen	DIN EN 12618 2 / DIN EN 13687-3 in Verbin- dung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Probenpräparation nach Anhang A2.2	F1; F2: Verringerung der Haft- zugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes F3: Wert angeben	x	x	x ⁴⁾	x ⁴⁾	x	x	56 d	●
19	XALL		Verträglichkeit mit Beton abgedeckt durch: Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 / DIN EN 13687-3 in Verbin- dung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Vgl. Zeile 11	F1; F2: Verringerung der Haft- zugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes F3: Wert angeben	x	x	x ⁴⁾	x ⁴⁾	x	x	56 d	● (vgl. Zeile 11)
20	XALL		Dichtheit / Festigkeit im Riss - Injektionsverfahren	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2	Dichtheit, Lastaufnahme, Wert angeben	x	x	x ⁴⁾	x ⁴⁾	-	-	28 d	●
			Füllgrad im Riss-Injektions- verfahren		Füllgrad ≥ 80 %								
21	XALL		Druckfestigkeit nach Hohl- rauminjektion- Injektionsver- fahren	Hohlrauminjektion im La- bor nach Anhang A2	Druckfestigkeit, Druckfestig- keitssteigerung im Vergleich zum nicht injizierten Probekör- per, Wert angeben	x	x	x ⁴⁾	x ⁴⁾	x	x	28 d	◎
		Füllgrad nach Hohlraum- injektion- Injektionsverfahren	Füllgrad > 80 %										

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen⁸⁾ von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontroll- prüfung ⁸⁾
						ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22	XALL	Schließen, Abdichten, Kraftschlüssiges Ver- binden ⁶⁾	Elektrochemische Prüfung	DIN EN 480-14	Stromdichte ≤ 10 µA/cm ² nach einer Stunde	x	x	x	x	x	x	14 d	●

ZL: Zementleim

ZS: Zementsuspension

- ¹⁾ Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.
- ²⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.
- ³⁾ Der in Klammern angegebene Wert ist der niedrigste zulässige Messwert.
- ⁴⁾ Der Nachweis dieses Merkmals kann entfallen für die Verwendung als Füllstoff zur Abdichtung von Arbeitsfugen gemäß DBV-Merkblatt „Injektionsschlauchsysteme“ mit Abdichtungsnachweis am Bauteil (Injektionsschlauchsystem mit Funktionsnachweis ZL / ZS).
- ⁵⁾ Abweichend zu DIN EN 12190 sind die Prüfkörper mit Zementleim / Zementsuspension ohne Sandzugabe herzustellen und nach DIN EN 12190:1998-12, A.1.1 nachzubehandeln.
- ⁶⁾ Für Nachweis XSTAT.
- ⁷⁾ Nachweis XBW2 ausschließlich durch Bauteilversuch.
- ⁸⁾ Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:
 ● einfache Prüfungen / ◎ erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.
 Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ◎ ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können.
 Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen.

4.2.3 Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen (D)

Für die Rissfüllstoffe zum begrenzt dehnbaren Füllen nach ZTV-W LB 219 sollten die Merkmale nach Tabelle 29 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion sollte 20 min betragen. Bei Verwendung zweikomponentiger Injektionsanlagen ist zu beachten, dass sich die Viskositäten der Einzelkomponenten in Abhängigkeit der Temperatur ungleich verändern können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Bauteilversuche zu bestätigen.

Für den Einsatz von dehnbaren Rissfüllstoffen in Bauteilen, die einem höheren Wasserdruck als 2×10^5 Pa ausgesetzt sind, sollte die Wasserdichtheit nach DIN EN 14068 zusätzlich bei 7×10^5 Pa nachgewiesen werden.

Sofern dehnbare Rissfüllstoffe in Bauteilen eingesetzt werden, die Temperatur-Wechsel-Beanspruchungen und Nass-Trocken-Zyklen ausgesetzt sind, sollte die Dauerhaftigkeit – Haftung und Dehnung – nach Temperatur-Nass-Trocken-Wechselagerungen nachgewiesen werden.

Für den Einsatz der dehnbaren Rissfüllstoffe in Bauteilen in Kontakt mit polymeren Einlagen (z. B. Fugenbänder, Hüllrohre, etc.) sollte die Verträglichkeit des Rissfüllstoffes mit diesen polymeren Einlagen nachgewiesen werden.

Polyurethanschaum (SPUR) ist kein dauerhaft abdichtender, dehnbarer Rissfüllstoff. Als Hilfsstoff ist SPUR in Ausnahmefällen bei unter Druck wasserführenden Rissen zur vorangehenden Injektion erforderlich. SPUR sollte die Anforderungen nach Tabelle 29 erfüllen.

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹²⁾ von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontrollprüfung ¹²⁾
	1	2	3	4	5	6	7
Bestandteile							
1	XALL	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Dichte ²⁾ (alle)	EN ISO 2811-1 EN ISO 2811-2	Wert ermitteln	< 7 d	●
2	XALL		Epoxid-Äquivalent ³⁾ (mod. EP)	DIN EN 1877-1	Wert ermitteln	< 7 d	○
3	XALL		Aminzahl ³⁾ (mod. EP)	DIN EN 1877-2	Wert ermitteln	< 7 d	○
4	XALL		Hydroxylzahl ³⁾ (PUR/SPUR)	EN 1240	Wert ermitteln	< 7 d	○
5	XALL		Isocyanatgehalt ³⁾ (PUR/SPUR)	EN 1242	Wert ermitteln	< 7 d	○
6	XALL		Andere funktionelle Gruppen (alle)	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Wert ermitteln	< 7 d	○
7	XALL		Infrarotspektroskopie (alle)	EN 1767	Wert ermitteln	< 7 d	●

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹²⁾ von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prü- fung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹²⁾
	1						
8	XALL	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Säurezahl (SPUR)	DIN EN ISO 2114	Wert ermitteln	< 7 d	○
9	XALL		Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN ISO 3219 + Festle- gung der Randbedin- gungen	Wert ermitteln	< 7 d	○
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff							
10	XCR WF	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Ausdehnungsverhält- nis und -entwicklung (SPUR)	DIN EN 14406	Wert ermitteln	< 7 d	○
11	XALL		Viskosität/Viskositäts- anstieg bis zum Errei- chen von 1000 mPa·s (PUR) (mod. EP vgl. Tab 27 Zeile 9) bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN ISO 3219 + Festle- gung der Randbedin- gungen	Wert ermitteln	< 7 d	●
12	XALL		Gebindeverarbeitbar- keitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} (D(P))	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage Anhang A2	Wert angeben, Riss: mindestens 20 min bei einkomponenti- ger Verarbeitung	< 7 d	○
13	XALL		Mischgenauigkeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Injektionsversuch am Bauteil - 2K-Anlage ⁴⁾ (siehe Zeile 24)	Wert ermitteln und angeben Kontrolle der temperaturab- hängigen Misch- genauigkeit durch Auslitern	< 7 d	●
14	XALL		Topfzeit ³⁾ (D(P))	EN ISO 9514	Wert ermitteln	< 7 d	○
15	XALL		Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul (D(P))	EN ISO 527 (Teil 1 und Teil 2)	Wert ermitteln	< 7 d	○
16	XALL ¹⁰⁾		Haftung und Dehnbar- keit von dehnbaren Rissfüllstoffen (D(P))	DIN EN 12618-1	Haftung: Wert angeben Dehnung > 10 %	28 d	●
17	XALL ¹⁰⁾	Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Wasserdichtheit ⁵⁾ (D(P))	DIN EN 14068	Wasserdichtheits- klasse D D1: wasserdicht bei 2 × 10 ⁵ Pa, D2: wasserdicht bei 7 × 10 ⁵ Pa	35 d	○
18	XALL ¹⁰⁾	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Glasübergangstempe- ratur (D(P))	DIN EN 12614	angegebener Wert	< 7 d	◎

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹²⁾ von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prü- fung ¹⁾	Kontroll- prüfung ¹²⁾
	1						
19	XCR DP	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Injektionsfähigkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injektionsfähigkeit (D(P))	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm	28 d	○
			Rissbreiten: 0,5 mm 0,8 mm wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: abgedeckt durch Injektion zwischen zwei Betonkörpern (D(P))	abgedeckt durch: Injektion zwischen Betonkörpern EN 12618-2:2004 (4.3 bis 4.6) Betontyp MC (040) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d	○
20	XBW1 XBW2 ¹¹⁾ XCR DP XCR WT XCR WF		Injektionsfähigkeit in nicht trockenes Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm - 0,3 mm Bestimmung der Injektionsfähigkeit (D(P))	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm	28 d	○
			Rissbreiten: 0,5 mm – 0,8 mm wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: abgedeckt durch Injektion zwischen zwei Betonkörpern (D(P))	abgedeckt durch: Injektion zwischen Betonkörpern EN 12618-2:2004 (4.3 bis 4.6) Betontyp MC (040) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d	○
			21	XALL	Verträglichkeit mit Beton (P) (und Verträglichkeit mit Wasser) (D(P))	DIN EN 12637-1	kein Versagen bei Druckprüfung; Verlust des Formänderungsvermögens < 20 %

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen für den Verwendbarkeitsnachweis und für Kontrollprüfungen¹²⁾ von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Füllziel	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung ¹⁾	Kontrollprüfung ¹²⁾
	1	2	3	4	5	6	7
22	XF1-XF4	Schließen, Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Dauerhaftigkeit ⁶⁾ Haftung und Dehnung nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen (D(P))	DIN EN 12618-1 und DIN EN 13687-3 Probenpräparation nach Anhang A2.2	Haftung: Haftungsverlust geringer als 20 % des Ausgangswertes Dehnung > 10 %	56 d	●
23	Bei Kontakt mit polymeren Einlagen		Auswirkung auf polymere Einlagen ⁷⁾ (D(P))	DIN EN 12637-3	Nach 70 Tagen müssen die Dehnbarkeitsänderungen geringer als 20 % des Ausgangswertes sein.	77 d	○
24	XALL	Abdichten, Begrenzt dehnbares Verbinden	Injektionsverhalten in Betonbauteilen ⁸⁾ Dehnungsabhängige Dichtheit und Füllgrad (D(P))	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	Überlastungsversuch: wasserdicht bei Dehnung > 10 % Füllgrad > 80 %	42 d	●
25	XCR WF		Injektionsverhalten in Betonbauteilen ^{8) 9)} Dehnungsabhängige Dichtheit und Füllgrad (SPUR mit PUR)	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	Überlastungsversuch: wasserdicht bei Dehnung > 10 % Füllgrad > 80 %	42 d	●

PUR: Polyurethan SPUR: nicht dehnbarer Polyurethanschaum zum Wasserstopp

mod. EP: modifiziertes Epoxidharz

D(P): dehnbarer Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel

- 1) Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z. B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen
- 2) Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.
- 3) Topfzeit ist alternatives Merkmal in der WPK und Bestätigungsprüfung zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.
- 4) Ermittlung mittels Auslitern an einer in der Erstprüfung angewendeten 2-K-Anlage, nicht am Bauteilversuch
- 5) Bei Einsatz in Bauteilen, die Wasserdrücken > 2 x 10⁵ Pa ausgesetzt sind.
- 6) Bei Einsatz in Bauteilen, die Temperatur-Wechsel-Beanspruchungen und Nass-Trocken-Zyklen ausgesetzt sind.
- 7) Bei Einsatz in Bauteilen in Kontakt mit polymeren Einlagen.
- 8) inkl. Mischgenauigkeit bei 2K-Injektionsanlagen durch Auslitern der Einzelkomponenten und Erhärtungskontrolle am gemischten Rissfüllstoff in Becherprobe (Rückstellprobe)
- 9) Bei Einsatz von SPUR in einer Vorinjektion bei unter Druck wasserführenden Rissen zur Verminderung der Wasserzufuhr.
- 10) Nachweis bei allen Feuchtebedingungen DY, DP, WT und WF für den Anwendungsfall
- 11) Nachweis XBW2 ausschließlich durch Bauteilversuch
- 12) Der anzusetzende Gesamtumfang von baubegleitenden Kontrollprüfungen der Produkte liegt im Ermessen des Auftraggebers bzw. des von ihm beauftragten Sachkundigen Planers. Dieser Umfang soll nur die (vom Produkthersteller erklärten) projektspezifisch relevanten Merkmale sowie die Merkmale für die Qualitätssicherung der Ausführung umfassen. Es werden Empfehlungen für die Auswahl und Festlegung der Kontrollprüfungen mittels drei verschiedener Prüfungskategorien gegeben:
 ● einfache Prüfungen / ● erweiterte Prüfungen / ○ besondere Prüfungen.
 Die einfachen Prüfungen ● beinhalten eher grundlegende Merkmale des Produkts. Die erweiterten Prüfungen ● ergänzen diese Kategorie in Abhängigkeit projektspezifischer Einwirkungen. Die besonderen Prüfungen ○ umfassen alle weiteren Merkmale, die bei Bedarf (z. B. erhebliche Zweifel an der Leistungsfähigkeit) erforderlich sein können. Der Maximalumfang der Kontrollprüfungen ergibt sich aus den in der Leistungsbeschreibung der Ausschreibung aufgeführten Merkmalen

4.2.4 Rissfüllstoffe zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und zum Abdichten

Rissfüllstoffe nach ZTV-W LB 219, die die Anforderungen nach Abschnitt 4.2.2 bzw. 4.2.3 erfüllen, sind grundsätzlich zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und Abdichten verwendbar. Für hydraulische Rissfüllstoffe sollten die Anforderungen der Festigkeitsklasse F3 nach Abschnitt 4.2.2 erfüllt werden.

4.3 Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe

Die Tabellen 30 bis 32 enthalten die Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Rissfüllstoffen.

Tabelle 30: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 27	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile			
1	Dichte ¹⁾ (alle)	Zeile 1	± 3 % von der Herstellerangabe
2	Epoxid-Äquivalent ²⁾	Zeile 2	± 5 % von der Herstellerangabe
3	Aminzahl ²⁾	Zeile 3	± 6 % von der Herstellerangabe
4	Hydroxylzahl ²⁾	Zeile 4	± 10 % von der Herstellerangabe
5	Isocyanatgehalt ²⁾	Zeile 5	± 10 % von der Herstellerangabe
6	Andere funktionelle Gruppen	Zeile 6	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
7	Infrarotspektroskopie	Zeile 7	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
8	Dynamische Viskosität bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Zeile 8	± 20 % von der Herstellerangabe
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff			
9	Viskosität/Viskositätsanstieg bis zum Erreichen der Viskosität am Ende der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer oder der Viskosität bei max. Temperaturanstieg auf 40 °C bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Zeile 9 ³⁾	± 10 min von der Herstellerangabe Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ≥ 20 min
10	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Zeile 10 ³⁾	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ≥ 20 min
11	Topfzeit ²⁾	Zeile 12	± 20 % von der Herstellerangabe
12	Zugfestigkeitsentwicklung	Zeile 19	Zugfestigkeit ≥ 3 MPa innerhalb von 72 h bei der Mindestverwendungstemperatur oder innerhalb von 10 h bei der Mindestverwendungstemperatur bei täglichen Rissbreitenänderungen von mehr als 10 % oder 0,03 mm (der niedrigere Wert ist maßgebend)

¹⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

²⁾ Topfzeit ist alternatives Verfahren in der WPK zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.

³⁾ Einfachbestimmung je Temperatur an 1000 ml Prüfprobe, zusätzlich Vergleich mit den Angaben zur Gebindeverarbeitbarkeitsdauer beim Injektionsversuch.

Tabelle 31: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) gemäß Tabelle 28

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 28	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile			
1	Dichte ¹⁾ A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H C: Zusatzmittel	Zeile 1	A: $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe B: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe C: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe
2	Korngrößenverteilung (Komp. A)	Zeile 2	kein Hinweis auf Veränderung ZL: $d_{99,9} \leq 200 \mu\text{m}$ ZS: $d_{95} \leq 16 \mu\text{m}$
3	Bestimmung der nicht flüchtigen Bestandteile (Komp. B, C)	Zeile 3	bei Feststoffgehalten $> 20 \%$: $\pm 5 \%$ ²⁾ bei Feststoffgehalten $< 20 \%$: $\pm 10 \%$ ²⁾
4	Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	Zeile 4	$\leq 0,2 \text{ M.-%}$ Massenanteile bezogen auf Zement
5	Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	Zeile 5	kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff			
6	Rohdichte am frischen Gemisch	Zeile 6	$\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe
7	Auslaufzeit (Marsh-Trichter) bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 7	$\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe
8	Erstarrungszeit bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 8	$\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe
9	Eindringstabilität bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 9	\geq vorgegebener Wert der Herstellerangabe
10	Volumenänderung (Absetzmaß)	Zeile 10	$-1 \% < \text{Volumenänderung} < +5 \%$ des Anfangsvolumens
11	Rohdichte und Druckfestigkeit ³⁾	Zeile 12	$\pm 15 \%$ von der Herstellerangabe und $f_{c,7d} \geq 20 \text{ MPa}$

¹⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

²⁾ nur bei flüssigen Polymerkomponenten

³⁾ Abweichend zu DIN EN 12190 sind die Prüfkörper mit Zementleim / Zementsuspension ohne Sandzugabe herzustellen und nach DIN EN 12190:1998-12, A.1.1 nachzubehandeln.

Tabelle 32: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) gemäß Tabelle 29

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 29	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3
Bestandteile (z. B. PUR)			
1	Dichte ¹⁾	Zeile 1	± 3 % von der Herstellerangabe
2	Epoxid-Äquivalent ²⁾	Zeile 2	± 5 % von der Herstellerangabe
3	Aminzahl ²⁾	Zeile 3	± 6 % von der Herstellerangabe
4	Hydroxylzahl ²⁾	Zeile 4	± 10 % von der Herstellerangabe
5	Isocyanatgehalt ²⁾	Zeile 5	± 10 % von der Herstellerangabe
6	Andere funktionelle Gruppen	Zeile 6	kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
7	Infrarotspektroskopie	Zeile 7	kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
8	Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten	Zeile 9	± 20 % von der Herstellerangabe
Bestandteile (SPUR)			
9	Dichte	Zeile 1	± 3 % von der Herstellerangabe
10	Säurezahl	Zeile 8	± 10 % von der Herstellerangabe
11	Hydroxylzahl ²⁾	Zeile 4	± 10 % von der Herstellerangabe
12	Isocyanatgehalt ²⁾	Zeile 5	± 10 % von der Herstellerangabe
13	Infrarotspektrum	Zeile 7	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff (SPUR)			
14	Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung	Zeile 10	± 10 % von der Herstellerangabe
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff (PUR)			
15	Viskosität / Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Zeile 11 ³⁾	± 20 % von der Herstellerangabe für die Viskosität ± 10 min von der Herstellerangabe (Viskositätsanstieg) ≥ 20 min (Gebindeverarbeitbarkeitsdauer)
16	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Zeile 12 ³⁾	Riss: mindestens 20 min bei einkomponentiger Verarbeitung
17	Mischgenauigkeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Zeile 13	Kontrolle der temperaturabhängigen Mischgenauigkeit durch Auslitern
18	Topfzeit ³⁾	Zeile 14	± 20 % von der Herstellerangabe
19	Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	Zeile 15	± 20 % von der Herstellerangabe
20	Haftung und Dehnbarkeit (für w= 0,5 mm, Feuchtezustand nass)	Zeile 16	Haftung angegebener Wert, Dehnung ≥ 10 %

¹⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

²⁾ Topfzeit ist alternatives Merkmal in der WPK und Bestätigungsprüfung zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.

³⁾ Einfachbestimmung je Temperatur an 1000 ml Prüfprobe, zusätzlich Vergleich mit den Angaben zur Gebindeverarbeitbarkeitsdauer beim Injektionsversuch

4.4 Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe

Die Tabellen 33 bis 35 enthalten Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe.

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27 und zugehörigem Injektionsverfahren

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller/Vertreiber			
	Bezeichnung des Injektionssystems Produktname Injektionsverfahren			
	Ausgabedatum (Monat, Jahr)			
	Epoxidharz bzw. Polymer zum kraftschlüssigen Füllen	Komponente		
		A	B	
	Lieferform			
	Lagerdauer			
	Lagerbedingungen			
	Mischungsverhältnis			
	Mischart, -dauer			
	Beschreibung des Rissfüllstoffes (z. B.) Epoxidharzes, Farbe etc.			
Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter			
2	Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 27	Projektspezifisch ermittelte Be- zugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Hersteller deklarerter Wert	zulässige Toleranzen gegenüber den pro- jektspezifisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Dichte	Zeile 1		± 3 % von der Herstellerangabe
	Epoxid-Äquivalent	Zeile 2		± 5 % von der Herstellerangabe
	Aminzahl	Zeile 3		± 6 % von der Herstellerangabe
	Hydroxylzahl	Zeile 4		± 10 % von der Herstellerangabe
	Isocyanatgehalt	Zeile 5		± 10 % von der Herstellerangabe
	Andere funktionelle Grup- pen	Zeile 6		Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zu- sammensetzung, Herstellerangabe
	Infrarotspektroskopie	Zeile 7		Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zu- sammensetzung, Herstellerangabe
	Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Zeile 8		± 20 % von der Herstellerangabe

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Nr.	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 27	Projektspezifisch ermittelte Be- zugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit / vom Hersteller deklarerter Wert	zulässige Toleranzen gegenüber den pro- jektspezifisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanforderungen
2	Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff			
	Viskosität/Viskositätsan- stieg bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 9		± 10 min von der Herstellerangabe Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ≥ 20 min
	Gebindeverarbeitbarkeits- dauer bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 10		≥ 20 min, Festlegung durch Herstelleran- gabe
	Topfzeit	Zeile 12		± 20 % von der Herstellerangabe
	Zugfestigkeitsentwicklung	Zeile 19		Zugfestigkeit ≥ 3 MPa innerhalb von 72 h bei der Mindestverwendungstemperatur oder innerhalb von 10 h bei der Mindest- verwendungstemperatur bei täglichen Rissbreitenänderungen von mehr als 10 % oder 0,03 mm (der niedrigere Wert ist maßgebend)
	Epoxidharz bzw. Polymer zum kraftschlüssigen Füllen			
	1	2		
	Merkmale	Kennwerte/Anforderungen		
	Niedrigste Verwendungstemperatur (T_{\min} , mindestens 8 °C)	°C		
	gewählte Normtemperatur (T_{norm} : 21 °C \pm 2 K)	°C		
	Maximale Verwendungstemperatur (T_{\max})	°C		
	Viskosität / Viskositätsanstieg	T_{\min} : min T_{norm} : min T_{\max} : min		
	Verarbeitbarkeitsdauer	T_{\min} : min T_{norm} : min T_{\max} : min		
	Zugfestigkeitsentwicklung als Zeit bis zum Erreichen einer Zugfestigkeit von 3 MPa	T_{\min} : h T_{norm} : h T_{\max} : h		
3	Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren			
	Injektionsverfahren	Beschreibung		
	Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung			
	gegebenenfalls Mischgerät			
	Packertyp			
	Verdämmung			
	Setzen der Packer			
	Vorbereitung des Untergrundes			

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 27 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2
4	Vorbereitung der Risse für Injektionsarbeiten	
	Tätigkeit	Beschreibung
	Verdämmarbeiten Verarbeitungsbedingungen <ul style="list-style-type: none"> – Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft – Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.) – Verarbeitbarkeitsdauer – Beseitigung von Undichtheiten – Wartezeiten bis zur Injektion 	
	Funktionsprüfung vor der Injektion <ul style="list-style-type: none"> – Packer – Verdämmung – Injektionsgerät (u. a. Durchgängigkeit, Systemdruck) – bei 2-K-Anlagen Kontrolle der temperaturabhängigen Mischgenauigkeit durch Auslitern 	
5	Füllen von Rissen	
	Tätigkeit	Beschreibung
	Feuchtezustand der Risse	
	Injektion	
	Druckbereich	
	Nachinjektion	
	Nacharbeiten <ul style="list-style-type: none"> – Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit – Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung – gegebenenfalls Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen 	

Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 28 und zugehörigem Injektionsverfahren

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller/Vertreiber			
	Bezeichnung des Injektionssystems Produktname Injektionsverfahren			
	Ausgabedatum (Monat, Jahr)			
	Zementleim- oder Zementsuspension	Komponente		
		A	B	gegebenenfalls C
	Lieferform			
	Lagerdauer			
	Lagerbedingungen			
	Mischungsverhältnis			
	Mischart und -dauer			
	Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter		
2	Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen			
	1	2	3	4
	Merkm	Bezug zu Tabelle 28	Projektspezifisch ermittelte Bezugs- werte aus dem Nachweis der Ver- wendbarkeit / vom Hersteller deklarerter Wert	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifisch ermittelten Bezugs- werten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Dichte A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H C: Zusatzmittel	Zeile 1		A: $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe B: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe C: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe
	Korngrößenverteilung (Komp. A)	Zeile 2		kein Hinweis auf Veränderung ZL: $d_{99,9} \leq 200 \mu\text{m}$ ZS: $d_{95} \leq 16 \mu\text{m}$
	Bestimmung der nicht flüchtigen Bestandteile (Komp. B, C)	Zeile 3		bei Feststoffgehalten $> 20 \%$: $\pm 5 \%$ bei Feststoffgehalten $< 20 \%$: $\pm 10 \%$
	Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	Zeile 4		$\leq 0,2 \text{ M.-%}$ Massenanteile bezogen auf Zement
	Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	Zeile 5		kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
	Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff			
	Rohdichte am nicht erhärteten Rissfüllstoff	Zeile 6		$\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe
	Auslaufzeit (Marsh-Trichter) bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 7		$\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe
	Erstarrungszeit bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 8		$\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe

Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 28 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Nr.	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 28	Projektspezifisch ermittelte Bezugs- werte aus dem Nachweis der Ver- wendbarkeit / vom Hersteller deklarierter Wert	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifisch ermittelten Bezugs- werten oder Mindestanforderungen
2	Eindringstabilität bei T_{\min} , T_{norm} , T_{\max}	Zeile 9		\geq vorgegebener Wert der Hersteller- angabe
	Volumenänderung (Absetzmaß)	Zeile 10		-1 % < Volumenänderung < +5 % des Anfangsvolumens
	Rohdichte und Druckfestigkeit ¹⁾	Zeile 12		\pm 15 % von der Herstellerangabe und $f_{c,7\text{ d}} \geq 20$ MPa
	Zementleim- bzw. Zementsuspension			
	Merkmal		Kennwerte/Anforderungen	
	Niedrigste Verwendungstemperatur ($T_{\min} = 5\text{ °C}$)		°C	
	gewählte Normtemperatur ($T_{\text{norm}}: 21\text{ °C} \pm 2\text{ K}$)		°C	
	Maximale Verwendungstemperatur (T_{\max})		°C	
	Auslaufzeit t_o und t_{End} T_{\min} : T_{norm} : T_{\max} :		t_o : sec; t_{End} : sec t_o : sec; t_{End} : sec t_o : sec; t_{End} : sec	
	Verarbeitbarkeitsdauer		T_{\min} : min T_{norm} : min T_{\max} : min	
	Erstarrungszeit		T_{\min} : min T_{norm} : min T_{\max} : min	
	Druckfestigkeit		$f_{ck}(2\text{ d})$: MPa $f_{ck}(7\text{ d})$: MPa	
3	Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren			
	1		2	
	Injektionsverfahren		Beschreibung	
	Injektionsgerät mit technischer Gerätebe- schreibung			
	Art des Mischwerkzeuges, Durchmesser des Mischwerkzeuges und Umdrehungszahl Mischdauer Mischgefäß: Durchmesser und Volumen			
	Packertyp			
	Verdämmung			

Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 28 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1	2
4	Vorbereitung der Risse, Hohlräume für Injektionsarbeiten	
	Tätigkeit	Beschreibung
	Setzen der Packer	
	Vorbereitung des Untergrundes	
	Verdämmarbeiten – Verarbeitungsbedingungen – Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft – Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.) – Verarbeitbarkeitsdauer – Beseitigung von Undichtheiten – Wartezeiten bis zur Injektion	
	Funktionsprüfung vor der Ausführung der Injektion – Packer – Verdämmung – Injektionsgerät	
5	Füllen von Rissen und Hohlräumen	
	Tätigkeit	Beschreibung
	Feuchtezustand der Risse und Hohlräume	
	Injektion	
	Druckbereich	
	Nachinjektion	
	Nacharbeiten – Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit – Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung – ggf. Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen	

¹⁾ Abweichend zu DIN EN 12190 sind die Prüfkörper mit Zementleim ohne Sandzugabe herzustellen und nach DIN EN 12190:1998-12, A.1.1 nachzubehandeln.

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 29 und zugehörigem Injektionsverfahren

Nr.	1	2			
1	Allgemeines				
	Hersteller/Vertreiber				
	Bezeichnung des Injektionssystems Produktname Injektionsverfahren				
	Ausgabedatum (Monat, Jahr)				
	Rissfüllstoff	z. B. PUR		z. B. SPUR	
		Komponente A	Komponente B	Komponente A	Komponente B
	Lieferform				
	Lagerdauer				
	Lagerbedingungen				
	Mischungsverhältnis				
	Mischart und –dauer				
	Beschreibung des Polyurethanharzes, Farbe etc.				
Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter				
2	Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 29	Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	Bestandteile (z. B. PUR)				
	Dichte	Zeile 1		± 3 % von der Herstellerangabe	
	Epoxid-Äquivalent	Zeile 2		± 5 % von der Herstellerangabe	
	Aminzahl	Zeile 3		± 6 % von der Herstellerangabe	
	Hydroxylzahl	Zeile 4		± 10 % von der Herstellerangabe	
	Isocyanatgehalt	Zeile 5		± 10 % von der Herstellerangabe	
	Andere funktionelle Gruppen	Zeile 6		kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe	
	Infrarotspektroskopie	Zeile 7		kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung	
	Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten	Zeile 9		± 20 % von der Herstellerangabe	

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 29 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Nr.	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 29	Projektspezifisch ermittelte Be- zugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	zulässige Toleranzen gegenüber den pro- jektspezifisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanforderungen
2	Bestandteile (SPUR)			
	Dichte	Zeile 1		± 3 % von der Herstellerangabe
	Säurezahl	Zeile 8		100 % von Herstellerangabe
	Hydroxylzahl	Zeile 4		± 10 % von der Herstellerangabe
	Isocyanatgehalt	Zeile 5		± 10 % von der Herstellerangabe
	Infrarotspektrum	Zeile 7		kein Hinweis auf Veränderung der Zu- sammensetzung
	Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff (SPUR)			
	Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung	Zeile 10		± 10 % von der Herstellerangabe
	Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff (PUR)			
	Viskosität / Viskositätsan- stieg bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	Zeile 11		± 10 min von der Herstellerangabe
	Gebindeverarbeitbarkeits- dauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Zeile 12		Riss: mindestens 20 min bei einkompo- nentiger Verarbeitung
	Mischgenauigkeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} F(P)	Zeile 13		Kontrolle der temperaturabhängigen Mischgenauigkeit durch Auslitern
	Topfzeit	Zeile 14		± 20 % von der Herstellerangabe
	Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	Zeile 15		± 20 % von der Herstellerangabe
	Haftung und Dehnbarkeit (für w= 0,5 mm, Feuchtezu- stand nass)	Zeile 16		Haftung angegebener Wert, Dehnung ≥ 10 %
	Merkmal		Kennwerte/Anforderungen	
	Polyurethanharz			
	Niedrigste Verwendungstemperatur (T _{min} , z. B. 6 °C)		°C	
	gewählte Normtemperatur (T _{norm} : 21 °C ± 2 K)		°C	
	Maximale Verwendungstemperatur (T _{max})		°C	
	Haftung und Dehnbarkeit von dehnbaren Rissfüllstoffen. Dehnbarkeit (mindestens 10 %) bei einer mittleren Bauteiltemperatur von 3 °C und Rissbreiten – 0,30 mm – 0,50 mm		MPa % MPa %	
	Glasübergangstemperatur		°C	
	Viskosität / Viskositätsanstieg		T _{min} : min T _{norm} : min T _{max} : min	
	Verarbeitbarkeitsdauer		T _{min} : min T _{norm} : min T _{max} : min	

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 29 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Nr.	1	2	
	Merkmal	Kennwerte/Anforderungen	
2	ggf. Auswirkung auf polymere Einlagen		
	Haftung und Dehnbarkeit nach Temperatur-Nass-Trocken-Zyklen		
	0,30 mm 0,50 mm	MPa MPa	% %
3	Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren		
	Injektionsverfahren	Beschreibung	
	Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung		
	gegebenenfalls Mischgerät		
	Packertyp		
	gegebenenfalls Verdämmung		
4	Vorbereitung der Risse für Injektionsarbeiten		
	Tätigkeit	Beschreibung	
	Setzen der Packer		
	Vorbereitung des Untergrundes		
	Verdämmarbeiten – Verarbeitungsbedingungen – Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft – Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.) – Verarbeitbarkeitsdauer – Beseitigung von Undichtheiten – Wartezeiten bis zur Injektion		
	Funktionsprüfung vor der Ausführung der Injektion – Packer – Verdämmung – Injektionsgerät (u. a. Durchgängigkeit, Systemdruck) – bei 2-K-Anlagen Kontrolle der temperaturabhängigen Mischgenauigkeit durch Auslitern		
	Füllen von Rissen		
5	Tätigkeit	Beschreibung	
	Feuchtezustand der Risse		
	Injektion		
	Druckbereich		
	Nachinjektion		

Tabelle 35: *Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 29 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)*

Nr.	1	2
	Tätigkeit	Beschreibung
	<p>Nacharbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit – Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung – gegebenenfalls Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen 	

(P) Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel

PUR: Polyurethan

SPUR: Polyurethanschaum

A1 Prüfungen für Betonersatzsysteme

A1.1 Herstellung Probekörper und Festigkeit nach Lagerungen A und B

(a) Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2

(1) 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 gespritzten Betonersatzes verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Es sind Spritzpfannen gemäß Bild A1.1 zu verwenden. Die Innenflächen der Spritzpfannen sind durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen.

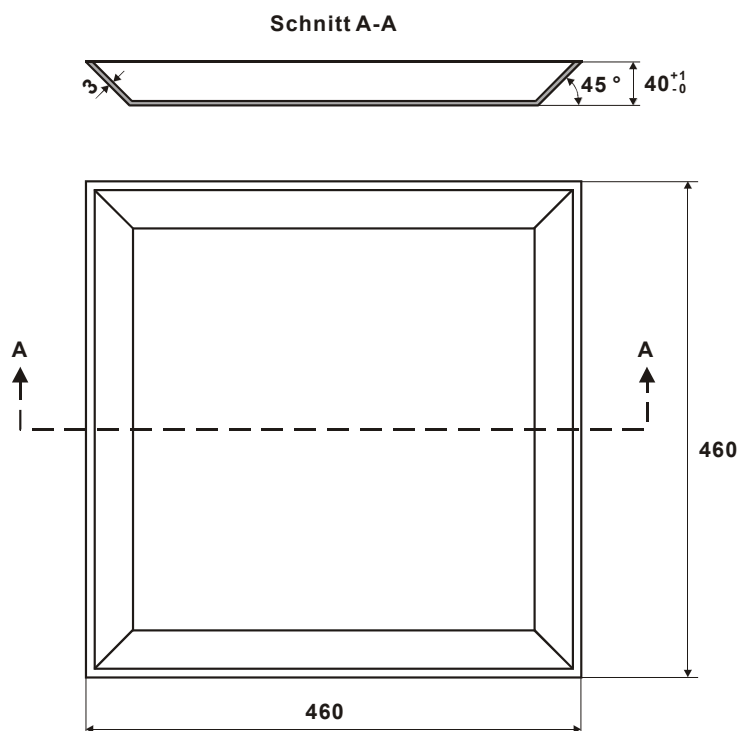


Bild A1.1 Spritzpfanne aus Stahlblech - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

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

(4) Die Spritzpfanne ist anschließend wie folgt zu lagern:

Lagerung A:

48 Stunden feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);

Lagerung B:

24 Stunden feucht (wie Lagerung A), anschließend 24 Stunden ohne Nachbehandlung im Normklima DIN 50014-23/50-2.

(5) 48 Stunden nach Beendigung des Spritzvorgangs sind Prismen 40 x 40 x 160 mm im Nassschnittverfahren herauszuschneiden. Die Prismen sind im Anschluss bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A:

unter Wasser mit $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

Lagerung B:

im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

(6) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung A sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im erforderlichen Prüfalter (i. d. R. 2 d, 7 d, 28 d und 90 d) zu ermitteln.

(7) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung B sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im erforderlichen Prüfalter (i. d. R. 2 d, 7 d, 28 d und 90 d) zu ermitteln.

(b) Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4, 6 und 7. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonersatzprodukte sollen beachtet werden. Von der Prüfnorm abweichende Anweisungen sind im Prüfbericht darzustellen.

(2) Der Betonersatz im Handauftrag ist mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen, für die 28-Tage-Festigkeit nach Lagerung B zusätzlich mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge.

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

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

(5) 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.

(6) 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.

(7) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung A sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge im erforderlichen Prüfalter (i. d. R. 2 d, 7 d, 28 d und 90 d) zu ermitteln.

(8) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung B sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge im erforderlichen Prüfalter (i. d. R. 1 d, 2 d, 7 d, 28 d und 90 d), sowie zusätzlich an jeweils drei Prismen mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 28 d zu ermitteln.

A1.2 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

- (1) Die Prüfung dient zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von polymeren Zusätzen in Betonersatzsystemen.
- (2) Drei Prismensätze werden wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit nach Anhang A1.1 aus einer Mischung hergestellt. Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2 wird 2 Tage in der Spritzpfanne feucht gehalten und danach im Nassschnittverfahren zu Prismen gesägt, Prismen aus Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 werden 2 Tage in der Form feucht gehalten.
- (3) Neun Prismen der Lagerung B sind im Alter von 28 d für weitere 28 d in gesättigter Calciumhydroxidlösung bei (50 ± 2) °C zu lagern. Danach sind die Prismen unter feuchten Tüchern abzukühlen.
- (4) Drei der Prismen sind unmittelbar danach auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 zu prüfen.
- (5) Die sechs übrigen 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.

A1.3 Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung (WWB)

- (1) Die Prüfung dient zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Betonersatzsystemen in Wasserwechselzonen von Süß- und Meerwasserbauten.
- (2) Vier Prismensätze werden wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit nach Anhang A1.1 aus einer Mischung hergestellt. Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2 wird 2 Tage in der Spritzpfanne feucht gehalten und danach im Nassschnittverfahren zu Prismen gesägt, Prismen aus Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 werden 2 Tage in der Form feucht gehalten.
- (3) Im Alter von 2 Tagen werden jeweils zwei Prismensätze unter Süßwasser von 20 ± 3 °C bzw. im Normalklima 23 °C/50 rel. F. gelagert. Für die Lagerung unter Süßwasser ist demineralisiertes Wasser zu verwenden.
- (4) Im Alter von 7 Tagen wird an den zuvor in Süßwasser gelagerten zwei Prismensätzen mit der Meerwasserwechsellaagerung begonnen. Ein Zyklus dieser Lagerung umfasst 1 Woche Lagerung in künstlichem Meerwasser von 20 ± 3 °C nach DIN 50905-4 und 1 Woche Lagerung im Normalklima 23/50. Insgesamt werden die Prismen mit 6 Zyklen beansprucht.
- (5) Das künstliche Meerwasser ist nach DIN 50905-4 wie folgt herzustellen (Verwendung von Salzen des Reinheitsgrades DAB 7):
 - 28 g NaCl (A)
 - 5 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (A)
 - 2,4 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (A)
 - 7 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (B)
 - 0,2 g NaHCO_3 (B)

Die mit (A) bezeichneten Salze werden mit 885 ml vollentsalztem Wasser (Lösung A), die mit (B) bezeichneten Salze in 100 ml vollentsalztem Wasser (Lösung B) gelöst. Die Lösung B wird in dünnem Strahl in Lösung A gegossen. Von der in der fertigen Lösung auftretenden geringen Trübung wird nach eintägigem Stehen abfiltriert und der pH-Wert mit Natriumhydroxid-Lösung auf pH = 7 bis 8 eingestellt.

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

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

(8) Die Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung wird anhand der relativen Biegezugfestigkeit nach Meerwasserwechsellaagerung bezogen auf die Biegezugfestigkeit nach Lagerung im Normalklima 23/50 beurteilt. Anzugeben sind die Einzelwerte und Mittelwerte der Biegezugfestigkeit und der Quotient aus den beiden Mittelwerten in % mit einer Genauigkeit von 1 %.

A1.4 Herstellung von Grund- und Verbundkörpern für Verbundprüfungen

(a) Referenzbeton für Grundkörper MC 0.40

(1) Die Grundkörper der Referenzbetone MC 0.40 sind nach DIN EN 1766 herzustellen und zu lagern. Sofern in den Prüfanweisungen nicht anders beschrieben, werden Plattengrundkörper gemäß DIN EN 1766 verwendet.

(2) 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.

(3) 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.

(4) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rautiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens nach DIN EN 1766 und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN EN 1542 zu bestimmen. Die Rautiefe soll ca. 1,0 mm betragen. Die Rautiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(5) Die Oberflächenzugfestigkeit muss bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $\beta_{HZ} = 3,0$ MPa betragen; Einzelwerte bis $\beta_{HZ} = 2,5$ MPa sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(6) Für die Verwendung als Altbeton A5 muss bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $\beta_{HZ} = 3,5$ MPa betragen; Einzelwerte bis $\beta_{HZ} = 2,5$ MPa sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(b) Referenzbeton für Grundkörper A3 und A2

(1) Der Beton muss eine Druckfestigkeit² nach 28 d von (25 ± 3) MPa für die Altbetonklasse A3 bzw. (15 ± 3) MPa für die Altbetonklasse A2 aufweisen. Die Nacherhärtung soll gering sein.

(2) Folgende Betonzusammensetzungen werden empfohlen:

Tabelle A1.1 Betonzusammensetzung Grundkörperbetone

Altbetonklasse	A3			A2		
Größtkorn der Gesteinskörnung D_g	16 mm	32 mm		16 mm	32 mm	
Zement z [kg/m^3] ³	220	210	200	180	170	140
Kalksteinmehl f [kg/m^3]	0	0	70	0	0	70 ⁴
w/z-Wert ⁵	0,73	0,71	0,83	0,89	0,88	1,14
g/z-Wert ⁶	8,97	9,40	9,25	10,88	11,65	13,68

(3) Für die Herstellung der Grundkörperbetone sind Gesteinskörnungen gemäß DIN EN 12620 (Kornemisch aus Sand und Kies, mindestens vier getrennte Korngruppen bei 16 mm und mindestens fünf getrennten Korngruppen bei 32 mm Größtkorn) des Sieblinienbereichs 3 nach DIN 1045-2, Anhang Q, Bild Q.2 bzw. Q.3, sowie Zement CEM I 32,5 R nach DIN EN 197-1 (gegebenenfalls unter Teilaustausch von Zement durch Kalksteinmehl) zu verwenden.

(4) Die Herstellung und Lagerung der Grundkörper-Platten erfolgt nach DIN EN 1766. Sofern in den Prüfungsanweisungen nicht anders beschrieben, werden Plattengrundkörper gemäß DIN EN 1766 verwendet.

(5) Zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit und zum Nachweis der Güte der Betonmischungen werden je Grundkörperbeton 3 Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm hergestellt.

HINWEIS: Die Verdichtung der 150-mm-Würfel muss der Verdichtung der Grundkörper gleichwertig, d. h. die Frischbetonrohichte der Würfel und Grundkörper etwa gleich sein (Abweichung i. d. R. nicht mehr als $0,05 \text{ kg}/\text{dm}^3$).

(6) An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3 zu bestimmen. Weiterhin sind an 3 Bohrkernen $\varnothing = 50 \text{ mm}$, die aus einem Platten-Grundkörper entnommen werden, im Alter von 28 d die Trockenrohichte und die Wasseraufnahme nach DIN EN 12390-7 (Referenzverfahren) zu bestimmen und die Ergebnisse im Prüfbericht als Mittelwerte anzugeben.

(7) 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.

² Nachweis der Druckfestigkeit an 150-mm-Würfeln

³ Die Angaben zum Zementgehalt der empfohlenen Betonzusammensetzungen beruhen auf Versuchsreihen mit gleichbleibenden Gesteinskörnungen. Da die Fein- und Feinstanteile der Gesteinskörnung die Druckfestigkeit ggf. beeinflussen, können geringe Abweichungen von den Angaben zum Zementgehalt erforderlich sein, um die genannten Druckfestigkeiten einzuhalten.

⁴ Grundkörperbeton A2 der Rezeptur mit Kalksteinmehl nicht frostbeständig im CIF-Test

⁵ Angaben in Massenanteilen

(8) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rautiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens nach DIN EN 1766 und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN EN 1542 zu bestimmen. Die Rautiefe soll ca. 1,0 mm betragen. Die Rautiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(9) Die Oberflächenzugfestigkeit muss:

- für die Klasse A3 bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $f_h = 1,2$ MPa betragen; die Einzelwerte müssen mindestens $f_h = 0,8$ MPa betragen.
- für die Klasse A2 bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $f_h = 0,8$ MPa betragen; die Einzelwerte müssen mindestens $f_h = 0,5$ MPa betragen.

Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(c) Herstellung von Verbundkörpern für gespritzten Betonersatz nach Abschnitt 2.2

(1) Während der Herstellung der Probekörper, d. h. bis zu ihrer Entnahme aus dem Spritzstand, muss die Umgebung eine Temperatur von (20 ± 5) °C und eine rel. Luftfeuchte von (50 ± 20) % aufweisen. Die klimatischen Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben. Die für den Auftrag des gespritzten Betonersatzes verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Soweit nicht anders angegeben, lagern die Grundkörper bis zum Einbau in den Spritzstand bei Raumtemperatur. Für die Applikation des gespritzten Betonersatzes sind die Grundkörper im Spritzstand senkrecht einzubauen und so zu befestigen, dass während des Spritzvorgangs keine gefügestörenden Schwingungen auftreten können. Das Vornässen der Grundkörper erfolgt nach Maßgabe des Herstellers.

(3) Die Auftragsdicke des gespritzten Betonersatzes richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser und dem vorgesehenen oberen Maß für den großflächigen Auftrag bei der Ausführung.

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

(5) Die Applikation des gespritzten Betonersatzes 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 gespritzte Betonersatz gegebenenfalls nachzubehandeln. Eine Nachbearbeitung zur Verbesserung der Verdichtung bzw. Haftung ist nicht zulässig.

(6) Nach der Applikation der letzten Spritzlage sind die Verbundkörper im Spritzstand wie folgt zu lagern:

Lagerung A

ständig feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);

Lagerung B

24 Stunden feucht, anschließend ohne Nachbehandlung im Klima des Spritzstandes.

(7) 48 Stunden nach dem Auftragen der jeweils letzten Spritzlage sind die Verbundkörper aus dem Spritzstand zu entnehmen. Die Verbundkörper sind im Anschluss bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A:

unter Wasser mit (23 ± 2) °C;

Lagerung B:

im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

(d) Herstellung von Verbundkörpern für Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3

(1) Die Grundkörper sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu konditionieren.

(2) Die Herstellung der Verbundkörper ist in DIN EN 1542 beschrieben. Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des Betonersatz im Handauftrag ist Anhang A1.1 zu beachten. Abweichend hiervon dürfen die Prüfungen für die Temperaturwechselverträglichkeit nach DIN EN 13687-1 und für das behinderte Schwinden nach Anhang A1.6 mit einer vom Hersteller anzugebenden verminderten Flüssigkeitszugabemenge durchgeführt werden.

(3) Die Beschichtungsdicke der Platten-Grundkörper richtet sich nach den Vorgaben des Produktherstellers. Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes für die Beschichtung der Balken-Grundkörper beträgt höchstens 4 mm.

(4) Nach der Beschichtung sind die Verbundkörper bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A

24 h mit Folie bedecken, danach unter Wasser mit $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

Lagerung B

24 h mit Folie bedecken, danach im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

A1.5 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

(a) Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2

(1) Das Auftragen des gespritzten Betonersatz erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Platten-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild A1.2 dargestellt.

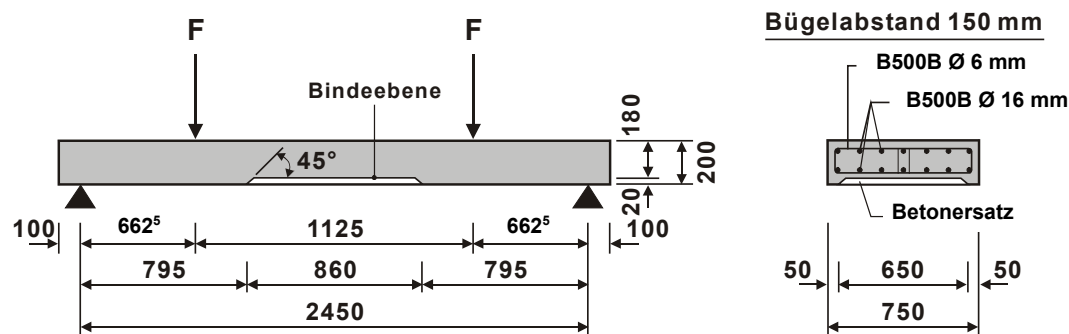


Bild A1.2 Platten-Grundkörper - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

(2) Die Platten-Grundkörper sind entsprechend Anhang A1.4, jedoch mit Zement CEM III/A 42,5 nach DIN EN 197-1, herzustellen und zu prüfen.

(3) Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, dass folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

- Extremwerte der Dehnung in der Bindeebene Beton/gespritzter Betonersatz: $0 \% \leq \varepsilon_{z, R} \leq 0,004 \%$
- Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$;
- Dauer $t = 24 \text{ h}$.

(4) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der Betonersatz für die Dauer der Schwingbeanspruchung nachbehandelt. Der beschichtete Platten-Grundkörper lagert nach Beendigung der Schwingbeanspruchung 27 d im Normklima DIN 50014-23/50-2 (Lagerung B).

(5) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

(6) Die Haftzugfestigkeit ist DIN EN 1542 an 10 gleichmäßig über die gespritzte Betonersatz-Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

(b) Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3

(1) Das Auftragen des Betonersatz im Handauftrag erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Balken-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild A1.3 dargestellt.

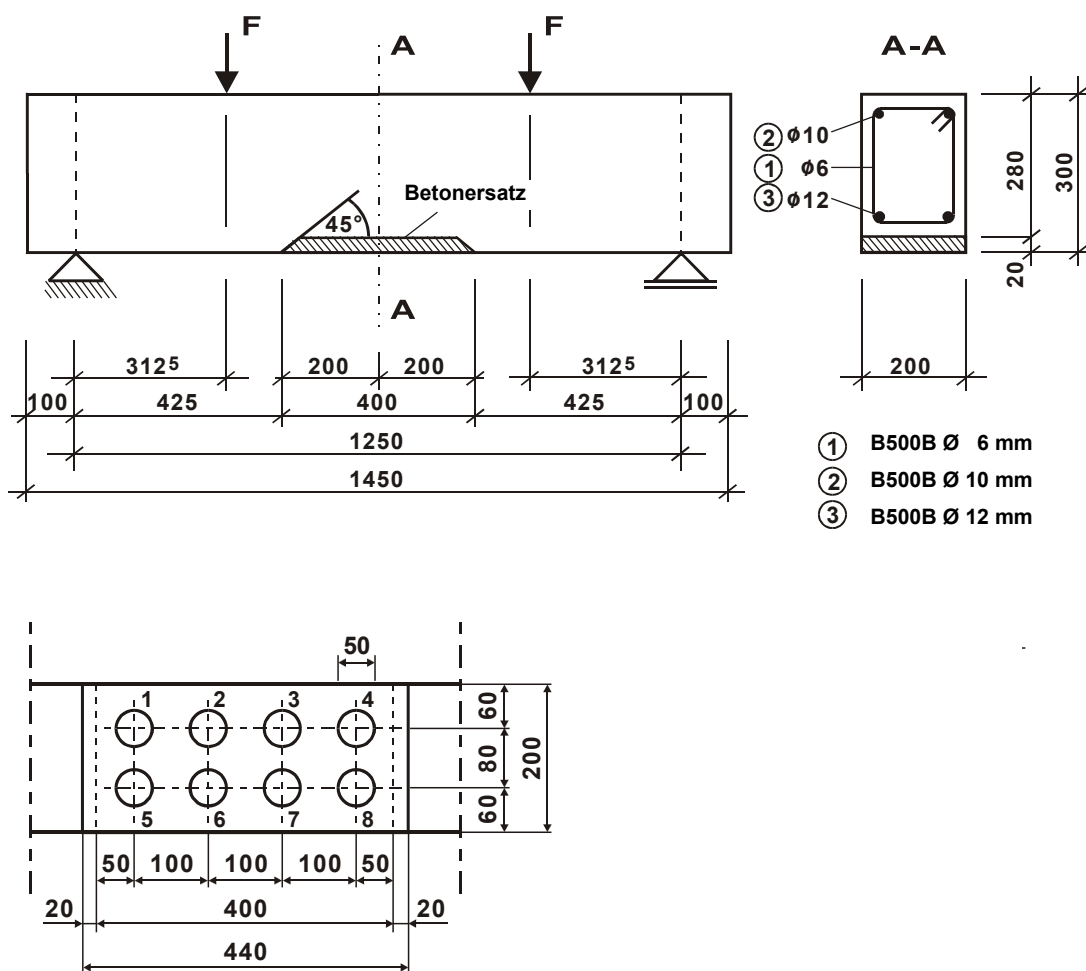


Bild A1.3

Balken-Grundkörper - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

(2) Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, dass folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

- Extremwerte der Dehnung in der Bindeebene Beton/Betonersatz: $0 \% \leq \varepsilon_Z, R \leq 0,004 \%$
- Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$;
- Dauer $t = 24 \text{ h}$.

(3) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der Betonersatz 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).

(4) 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.

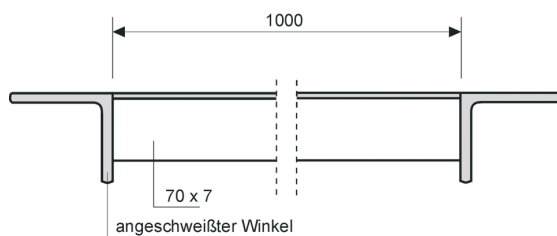
(5) Die Haftzugfestigkeit ist in Anlehnung an DIN EN 1542 an 8 gleichmäßig über die Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

A1.6 Behindertes Schwinden

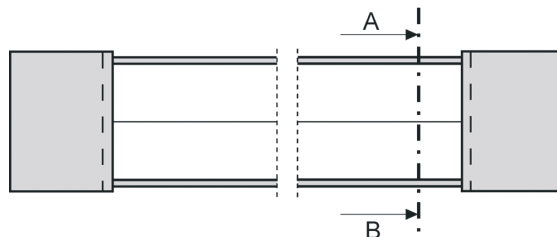
(1) Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen sind.

(2) In Abhängigkeit vom Größtkorndurchmesser werden als Schwindrinnen Winkelstähle gemäß DIN EN 10056-1 mit einer freien Länge von 1000 mm eingesetzt (siehe Bild A1.4 und A1.5).

Ansicht Längsseite



Draufsicht



DIN EN 10056-1

Schnitt A - B

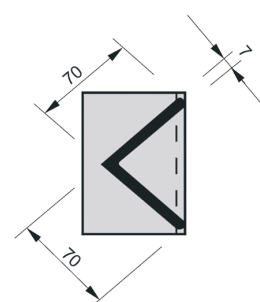


Bild A1.4 Schwindrinne für Größtkorn $\leq 5 \text{ mm}$: L 70 x 7

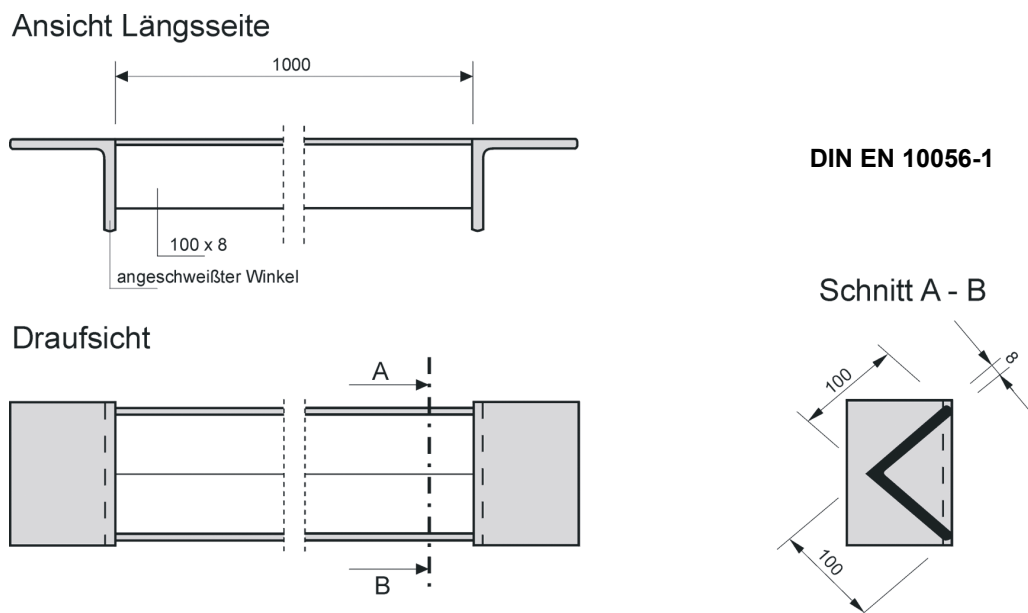


Bild A1.5 Schwindrinne für Größtkorn > 5 mm: L 100 x 8

(3) Bei gespritztem Betonersatz nach Abschnitt 2.2 sind die Schwindrinnen im Spritzstand waagrecht anzubringen, so dass die gespritzten Betonersatz-Flächen senkrecht ausgerichtet sind. Jede Schwindrinne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Schwindrinne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abzuziehen und abzureiben.

(4) Bei Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 wird der Betonersatz nach der Herstellung in die liegenden Schwindrinnen eingefüllt, verdichtet, abgezogen und abgerieben. Die Verdichtungsart ist anzugeben.

(5) Anschließend sind die Schwindrinnen ohne Abdeckung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 mit der nach oben gewandten Oberfläche in der Horizontalen zu lagern und auf Rissbildung zu beobachten.

(5) Gegebenenfalls aufgetretene Risse sind nach 90 d in der Längsachse gemäß Bild A1.6 an der Mittelachse der Oberfläche auszumessen. Anzugeben sind die Anzahl der Risse, die mittlere und die maximale Rissbreite auf 0,02 mm genau sowie gegebenenfalls der Zeitpunkt der Rissbildung. Darüber hinaus sind Umfang und Zeitpunkt der Entstehung ggf. vorhandener Ablösungen zu dokumentieren. Außerdem ist die Carbonatisierungstiefe anzugeben.

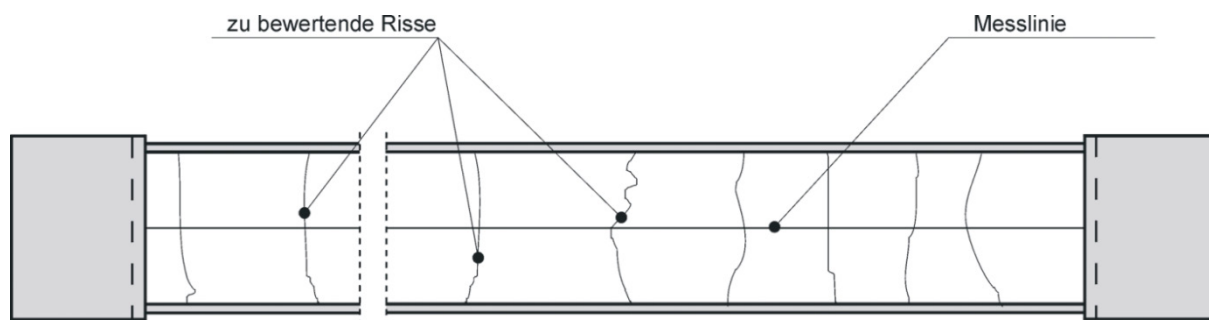


Bild A1.6 Beispiel für Rissmessung

A1.7 Feststellung der Spritzeignung

(1) Zur Feststellung der Spritzeignung des Betonersatzes ist ein Probekörper nach Bild A1.7 zu spritzen. Während der Herstellung des Probekörpers, d. h. bis zur 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 verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Nach der Erhärtung ist der Probekörper nach Bild A1.7 entsprechend der dort skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Spritzschatten und Hohlstellen an den Schnittflächen oberhalb der in Bild A1.7 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.

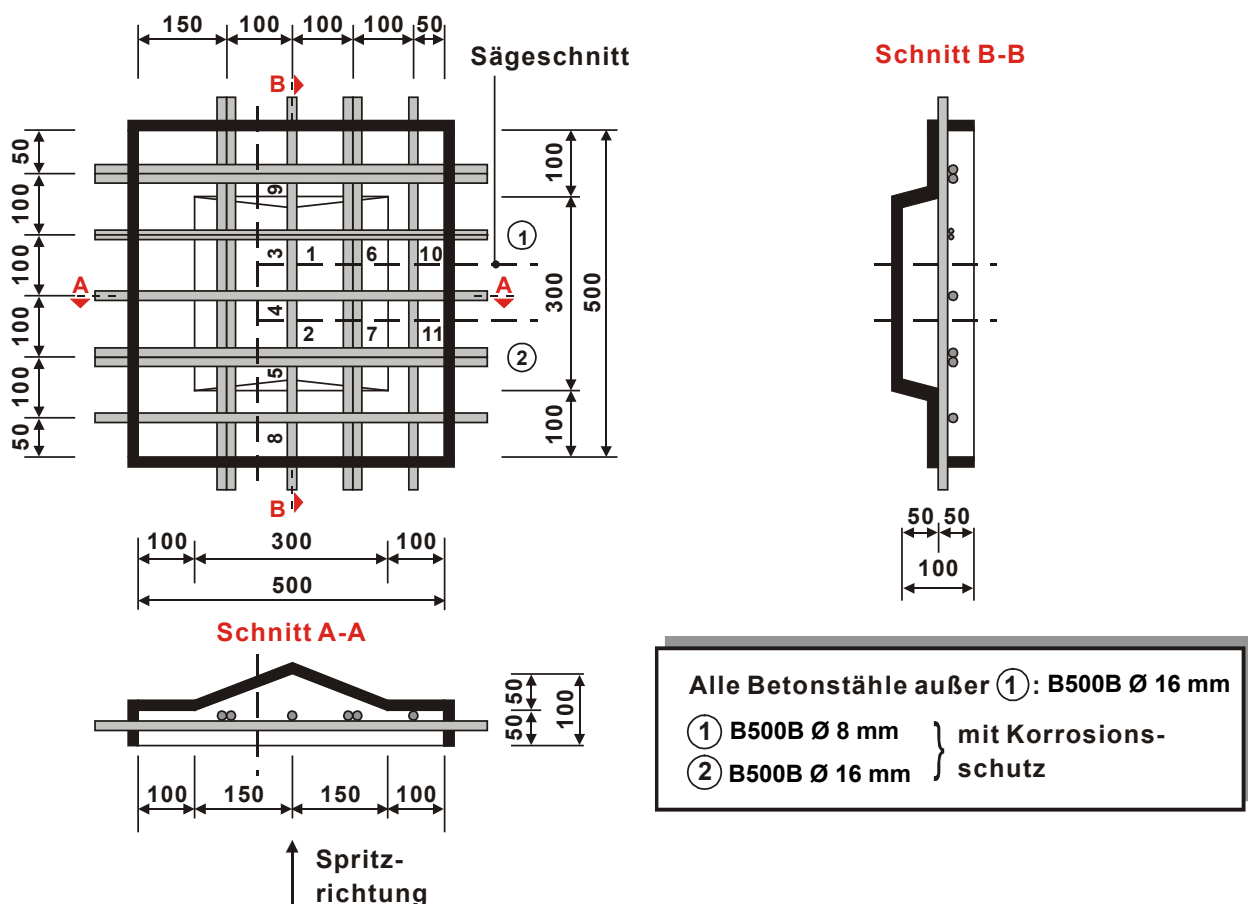


Bild A1.7

Kasten für die Prüfung der Feststellung der Spritzeignung - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

A1.8 Frischmörtelrohddichte gespritzte Probe

(1) Die Herstellung der gespritzten Probe erfolgt gemäß Anhang A1.1 in einer Spritzpfanne. Die Spritzpfanne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Spritzpfanne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abziehen und zu glätten.

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

A1.9 Herstellung und Frischmörtelprüfung im Zwangsmischer hergestellte Probe

(1) Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4 und 6, im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonersatzprodukte sollen beachtet werden.

(2) Die Mörtel sind mit der vom Hersteller vorgesehenen maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen.

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

(4) Die Konsistenz (Ausbreitmaß) ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-3 zu ermitteln.

(5) Die Rohddichte ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-6 zu ermitteln. Art und Dauer der Verdichtung sind im Prüfbericht anzugeben.

(6) Der Luftgehalt ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-7 zu ermitteln. Art und Dauer der Verdichtung sind im Prüfbericht anzugeben.

A1.10 Konsistenzänderung Frischmörtel und Verarbeitbarkeitsdauer Haftbrücke

(1) Die Konsistenzänderung des Frischmörtels ist anhand der Veränderung des Ausbreitmaßes nach Anhang A1.9 zu beurteilen. Die Verarbeitbarkeitsdauer der Haftbrücke wird anhand der Streichfähigkeit beurteilt. Die Prüfungen erfolgen im 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.

(2) Das Ausbreitmaß des Frischmörtels gemäß Anhang A1.9 ist zusätzlich 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 Mischers nach DIN EN 196-1). Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

(3) Die Prüfung der Streichfähigkeit der Haftbrücke erfolgt analog zu den Prüfzeitpunkten gemäß Absatz (2). Die Probe ist zwischen den Prüfungen in einem abgedeckten Behälter zu lagern und jeweils vor der Prüfung aufzurühren.

A2 Prüfungen für Rissfüllstoffe

A2.1 Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren

A2.1.1 Prüfung am Verbundsystem: Kraftschlüssiger polymerer Rissfüllstoff F(P) im Riss

A2.1.1.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit polymeren Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen (z. B. Epoxidharz) erfolgt an zwei Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1, die unter den Prüfkraften in einen gerissenen Zustand versetzt werden. Balken 1 dient der Prüfung unter statischer Last, Balken 2 unter Schwellast 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 fertiggestellte 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.

A2.1.1.2 Probekörper, Versuchsaufbau

(1) Der in Bild A2.1 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 A2.1 aufgebrachte Prüfkraft soweit 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 soweit 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.

A2.1.1.3 Injektion (F-I (P))

(1) An den gemäß Absatz A2.1.1.2 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 MPa gemäß DIN EN 1543, innerhalb von 48 Stunden, jedoch nicht länger als 72 Stunden erreicht wird.
- Temperatur, bei der bei großen täglichen Rissbreitenänderungen $\Delta w > 0,10 \text{ mm}$ die Festigkeit innerhalb von 10 h mindestens 3,0 MPa beträgt.

(2) Balken 1 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild A2.2 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 A2.2 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter Schwellast, mit einer Frequenz von ca. 0,6 Hz zwischen Ober- und Unterlast.

(4) In der Regel werden die Risse bei trockenem (DY) Zustand gefüllt. Werden vom Hersteller in den Angaben zur Ausführung andere Feuchtezustände definiert, so sind diese bei den Prüfbedingungen zu berücksichtigen.

(5) Nach einer Erhärtungszeit von ca. 3 Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion werden die Balken entlastet und die Verdämmung entfernt.

A2.1.1.4 Überlastungsversuch

(1) 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.

A2.1.1.5 Füllgradbestimmung

(1) Je 2 Bohrkern 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 Bohrkern in Scheiben zu sägen oder in der Rissebene zu spalten.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkern 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.

A2.1.1.6 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 27)
- 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.

A2.1.2 Prüfungen am Verbundsystem: Kraftschlüssiger hydraulischer Rissfüllstoff F(H) im Riss

A2.1.2.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit hydraulischen Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen F(H) (Zementleim (ZL), Zementsuspension (ZS)) erfolgt

- an Kleinprobekörpern gemäß Bild A2.4 (F(H) (Prüfart 1)
- am Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1 (F(H) (Prüfart 2).

(2) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit hydraulischen Rissfüllstoffen zum Füllen von Hohlräumen erfolgt an Einkornbetonzylindern gemäß Bild A2.5 (F(H) (Prüfart 3).

(3) Prüfart 1 soll Aufschluss geben über altersabhängige Festigkeitseigenschaften und Füllgrad der hydraulischen Rissfüllstoffe im Riss beim Variieren der Parameter

- Rissbreite
- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken
- Probekörper-/Umgebungstemperatur.

(4) Prüfart 2 soll Aufschluss geben über die Injizierbarkeit des F(H) in Risse und Eignung des Injektionsverfahrens unter praxisnahen Injektionsbedingungen unter Beachtung der Anwendungsbereiche bzw. Füllziele.

(5) Prüfart 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 (Prüfart 2) darf die fertiggestellte 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.

A2.1.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 1)

(1) Zur Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von F(H), erhärtet im Riss, werden Einzelrisse definierter Rissbreite in Kleinprobekörpern 250 mm x 250 mm x 500 mm gemäß Bild A2.4 mit F(H) gefüllt. Prüfbedingungen und Prüfumfang regelt Tabelle A2.1.

(2) An jedem Kleinprobekörper wird im Mindestalter von 7 Tagen im weggeregelten 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.

Tabelle A2.1: *F(H)-Prüfart 1 und 2 Durchführung der Prüfungen;
Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen*

Nr.	Prüfart	Anzahl der – Probekörper (Prüfart 1) – Risse (Prüfart 2)			Injektion bei Probekörper- /Umgebungs- temperatur	Lagerung	Prüfalter
		Zustand der Risse Rissflanken					
		DY (dry)	DP (damp)	WT (wet)	[°C]	[°C]	[d]
2	1	3	3	-	RT	RT	2
3	1	-	3	-	n. A.	10 ± 2	2
4	1	3	3	3	RT	RT	7
5	1	-	3	-	n. A.	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

DY (trocken) Rissflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)

DP (feucht) Der verdämmte Riss wird 1h vor der Injektion einmal mit Wasser gefüllt, nach 10 min mit Druckluft ausgeblasen und anschließend injiziert.

WT (wassergefüllt) Der verdämmte Riss wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.

n. A. niedrigste Anwendungstemperatur (5 ± 1 °C bzw. Temperatur gemäß Angaben zur Ausführung)

RT Raumtemperatur

(3) Alle Risse derart vorbereiteter Probekörper werden vor dem Injizieren an der Unterseite mit einem Packer (Bild A2.4) 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 ZL oder ZS bei vorgesehenen Feuchtezuständen – trocken (DY), feucht (DP) und drucklos wasserführend (WT) – der Risse/Rissflanken mit Hilfe der zum Injektionsverfahren gehörenden Geräte gefüllt.

A2.1.2.3 Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 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.

A2.1.2.4 Füllgradbestimmung (Prüfart 1)

(1) Die Probekörper der Prüfart 1 werden nach der Bestimmung der Festigkeitsentwicklung (Abschnitt A2.1.2.3) 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.

A2.1.2.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 2)

(1) Der in Bild A2.1 dargestellte Probekörper wird aus Beton der Festigkeitsklasse C 30/37 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 A2.1 aufgebrachte Prüfkraft gesteigert, bis in Höhe der Bewehrungslagen für ZL die Rissbreite ($0,80 \pm 0,05$) mm (weitere Risse bis 1,30 mm), für ZS ($0,20 \pm 0,05$) mm (weitere Risse bis 0,50 mm) beträgt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert.

(2) Die Anordnung der Packer und der Verdämmung ist in Bild A2.3 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 $w = 0,25$ mm, Einstellgenauigkeit ± 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.

A2.1.2.6 Dichtheitskontrolle und Festigkeit im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

(1) 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.

A2.1.2.7 Füllgradbestimmung nach Rissinjektion (Prüfart 2)

(1) Je Riss sind mindestens 3 Bohrkerne ($d = 100$ 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.

A2.1.2.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) Zur Prüfung der Verarbeitbarkeitsdauer im Hinblick auf eine ausreichende Injizierbarkeit zum vollständigen Füllen von durchgängigen Hohlräumen und zur Ermittlung der Druckfestigkeit des mit ZL/ZS injizierten Einkornbetons werden drei Probekörper gemäß Bild A2.5 mit ZL/ZS mit zugehörigem Injektionsverfahren gefüllt. Zusätzlich werden weitere drei Prüfkörper ($d = 100$ mm, $h = 100$ 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 verfahrenseigenem Druck in drei Zeitintervallen: sofort nach dem Aufbereiten, nach 1 und nach 2 Stunden. Bei den ersten beiden Injektionsintervallen wird jeweils ca. ein Drittel der zu injizierenden Gesamtmenge des Zementleims (Zementsuspension) in die Probekörper gefüllt. Nach 2 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 gemäß A2.2.2, das Sedimentationsverhalten gemäß A2.2.3 und die Auslaufzeit des Zementleims (Zementsuspension) gemäß DIN EN 14117 zu bestimmen und das zu beobachten.

A2.1.2.9 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 Bohrkern 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.

A2.1.2.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) Im Alter von 28 Tagen ist die Druckfestigkeit an den Bohrkernen gemäß DIN 1048-2: 1991-06, Abschnitt 5.1.1, zu bestimmen und den Werten von nicht injizierten Proben gegenüberzustellen

(2) Die Druckfestigkeiten und das Verhältnis der Druckfestigkeiten zwischen injizierten und nicht injizierten Probekörpern sind anzugeben.

A2.1.2.11 Prüfbericht

(1) Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt A2.1.1.6 mit folgenden Ergänzungen abzufassen:

- Prüfart 1:
 - Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Prüfart 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
- Prüfart 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.

A2.1.3 Prüfungen am Verbundsystem: Dehnbares Füllen von Rissen mit polymeren Rissfüllstoffen D(P)

A2.1.3.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen des Injektionsverfahrens mit dehnbaren polymeren Rissfüllstoffen (z. B. Polyurethanharz (PUR) und Polyurethanschaum (SPUR)) erfolgen an:

- Kleinprobekörpern gemäß Bild A2.6 (Prüfart 1)
- Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1 (Prüfart 2).

(2) Prüfart 1 dient der Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit eines unmittelbar in den Riss gefüllten PUR in Abhängigkeit von:

- Rissbreite
- Prüftemperatur
- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken.

(3) Prüfart 2, Balken 1, dient dem Nachweis der dehnungsabhängigen Dichtheit unter praxisnahen Injektionsbedingungen für D-I (P).

(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.

(6) Wird die Injektion der Balken nach Prüfart 2 mit einem Einkomponenten-Gerät durchgeführt, darf der frisch angemischte dehnbare Rissfüllstoff 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.

A2.1.3.2 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)

(1) Die Prüfungen sind gemäß DIN EN 12618-1 durchzuführen.

A2.1.3.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)

(1) Es werden zwei Balken geprüft. Die Probekörper werden bei Raumtemperatur gemäß Bild A2.1 hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Vor dem Belasten wird der Balken mit Wegmesselementen gemäß dem Messstellenplan (Bild A2.7) bestückt. Im Alter von 10 d bis 15 d werden am zwangsfrei gelagerten, gemäß Bild A2.1 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 A2.8 dargestellt. Die Anordnung von Klebpackern 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 dem dehnbaren Rissfüllstoff, z. B. 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) solange 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 darauffolgenden Tag und besteht aus folgenden Teilen:

- Dichtheit im Belastungsversuch:
Den Prüfvorgang stellt Bild A2.9 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 Bohrkern 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.

A2.1.3.4 Dehnbarkeitsmessung (Prüfart 1)

(1) Die Prüfung der temperierten Probekörper erfolgt im Zugversuch (Bild A2.6). 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 weg geregelt 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 gemessene Rissbreite vor Lösen der Spannschrauben 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.

A2.1.3.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

(1) Den Prüfungsvorgang stellt Bild A2.9 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.

A2.1.3.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)

(1) Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkerne, über die Risshöhe verteilt, entnommen. Nach Aufspalten der Kerne wird der Füllgrad ermittelt. Angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche.

A2.2 Weitere Prüfbeschreibungen

A2.2.1 Probenpräparation für Haftzugfestigkeit (P) und (H) zum Prüfverfahren DIN EN 12618-2

(1) Vor der künstlichen Alterung ist eine Platte (300 mm x 300 mm) aus der Mitte der oberen Hälfte des Verbundprobekörpers herauszusägen. Die vier schmalen Seiten der Platten sind mit Epoxidharz so zu versiegeln, dass sie wasserdicht sind.

(2) Der Hersteller kann eine höhere Temperatur als 40 °C (z. B. 60 °C) angeben. Am Ende jedes Wechselzeitraums muss die Temperatur die Zieltemperatur ± 2 °C erreichen.

(3) Nach der Lagerung unter wechselnden Bedingungen sind 5 Bohrkerne mit einem Durchmesser von 50 mm für die Zugprüfung zu entnehmen. Sie sind so anzuordnen, dass der Abstand zwischen den Außenseiten der Bohrkerne sowie zwischen den Bohrkernen und der Plattenkante jeweils mindestens 50 mm beträgt.

A2.2.2 Bestimmung der Rohdichte Zementleim (Zementsuspension)

(1) Die Rohdichte des fertig gemischten Zementleims (Zementsuspension) ist in einem 1.000 ml Messzylinder durch Wägung unmittelbar nach der vom Hersteller festgelegten Aufbereitungszeit zu bestimmen und im Prüfbericht auf 0,01 g/cm³ anzugeben.

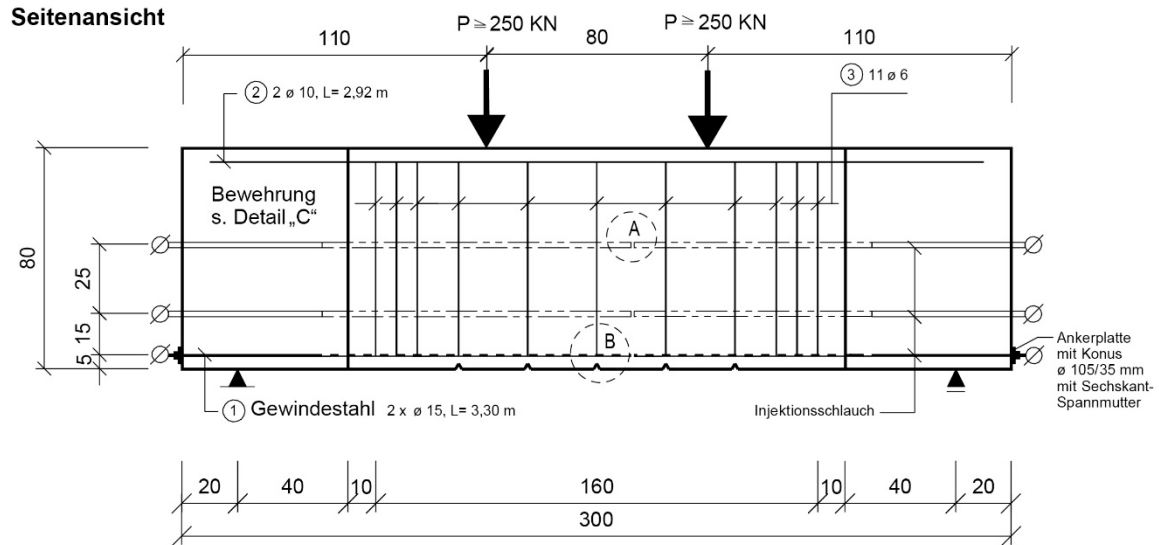
A2.2.3 Bestimmung des Sedimentationsverhaltens

(1) Zur Beurteilung des Sedimentationsverhaltens wird der fertig gemischte Zementleim (Zementsuspension) in einen 1.000 ml Messzylinder gefüllt und in Abständen von 30 Minuten über die Zeit von mindestens 90 Minuten beobachtet.

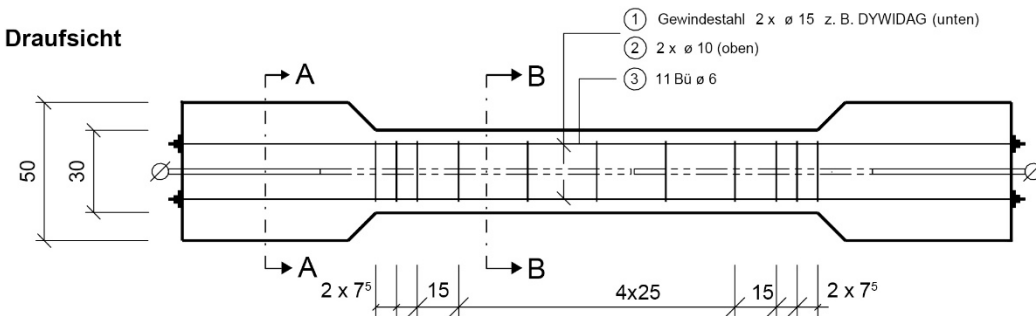
(2) Im Prüfbericht sind bei optisch wahrnehmbarer Phasentrennung die Volumenanteile der Einzelphasen mit einer Genauigkeit von 0,5 Vol.-% anzugeben.

A2.3 Bilder Probekörper und Prüfungen

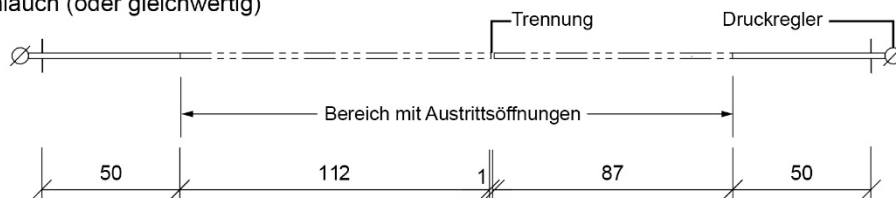
Seitenansicht



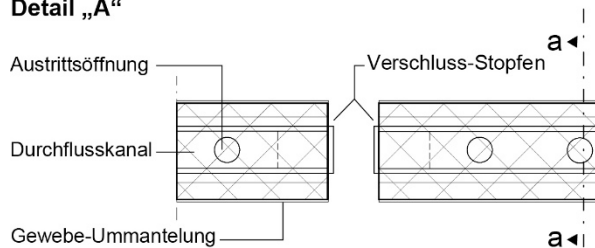
Draufsicht



Injektionsschlauch (oder gleichwertig)



Detail „A“



Detail „B“

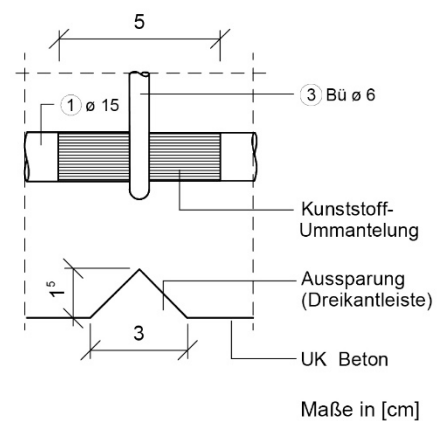


Bild A2.1 Probekörper für die Grundprüfung, Prüffart 2

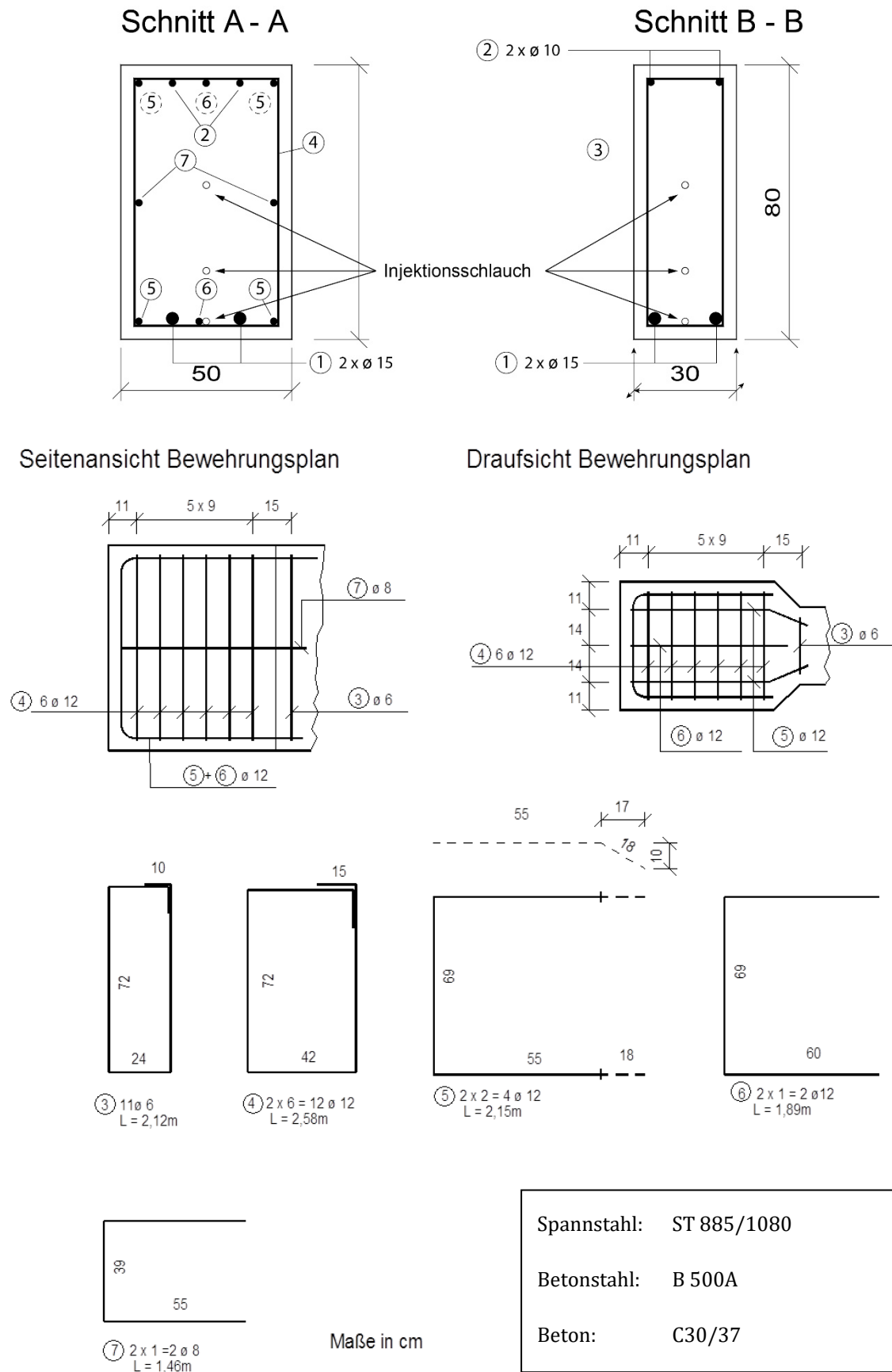
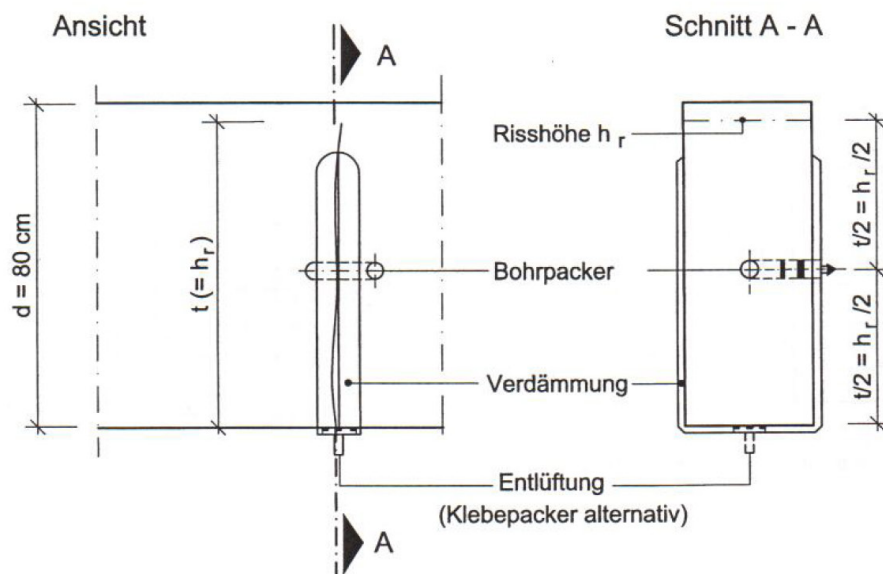
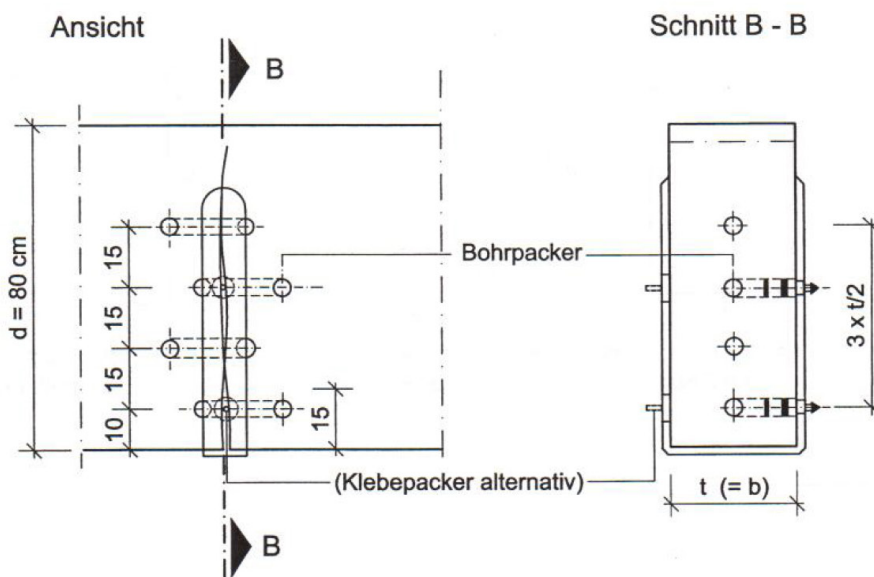


Bild A2.1

Probekörper für die Grundprüfung, Prüftart 2 (Fortsetzung)



F-I (P) - Balken 1: Anordnung von Packern und Verdämmung

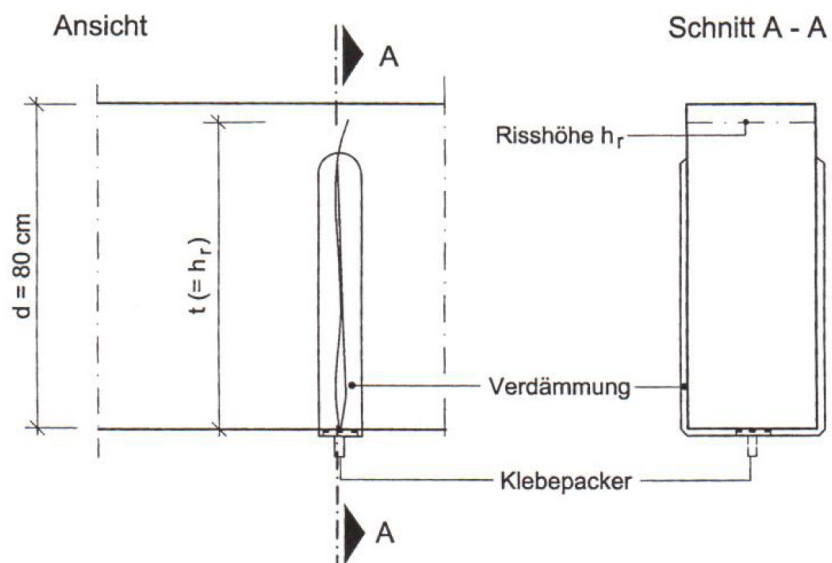


t Wirkungszone des Bohrpackers (s
b Bauteildicke

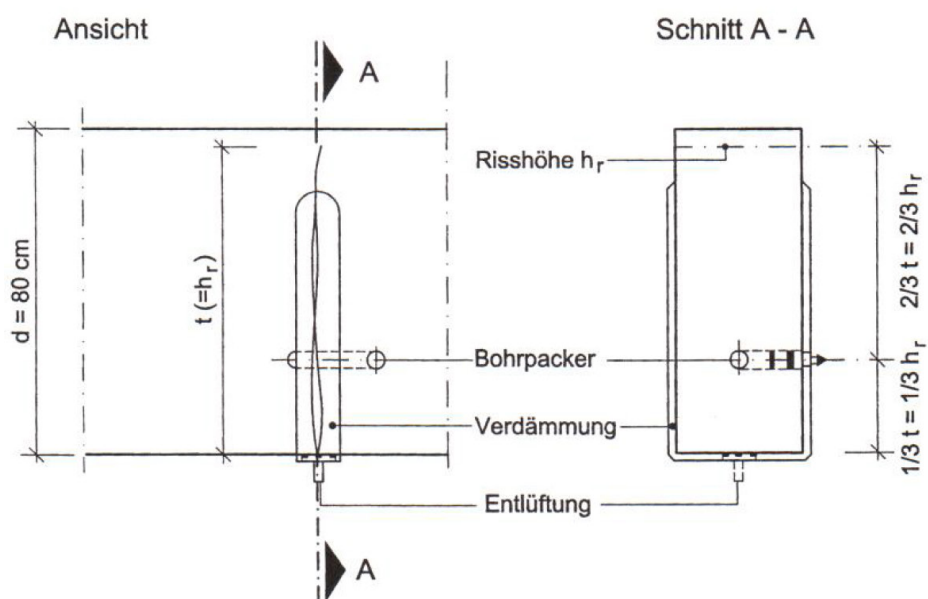
F-I (P) - Balken 2: Anordnung von Packern und Verdämmung

Bild A2.2

F-I (P): Anordnung von Packern und Verdämmung



F-I (H) – Prüfmart 2: Anordnung von Klebpackern und Verdämmung



F-I (H) – Prüfmart 2: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung

Bild A2.3

F-I (H): Anordnung von Packern und Verdämmung

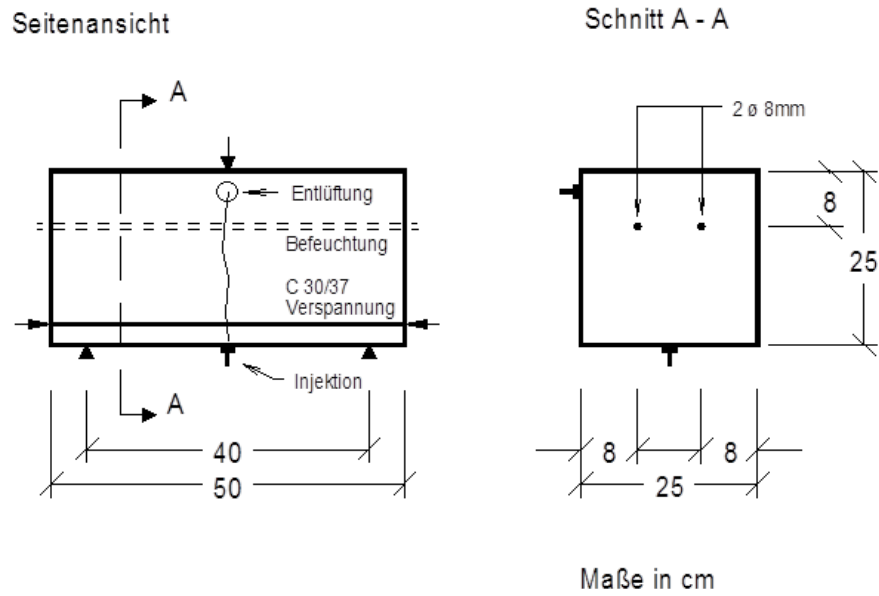


Bild A2.4 *F(H) – Prüfarm 1 Kleinprobekörper (alternatives Prüfverfahren)*

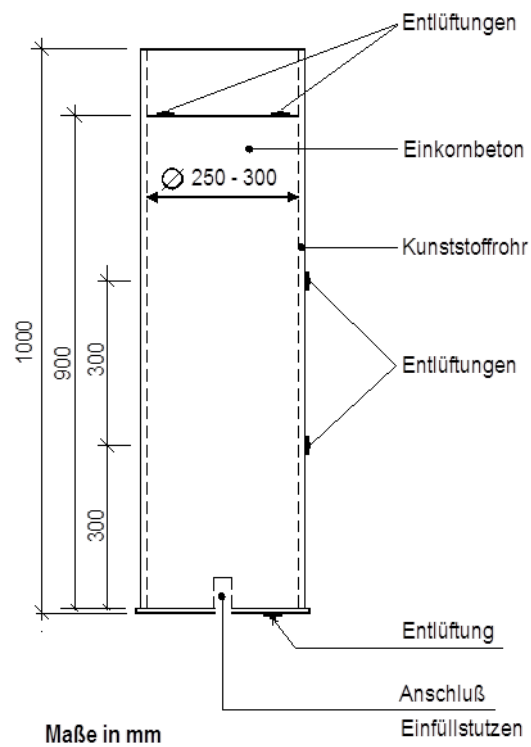
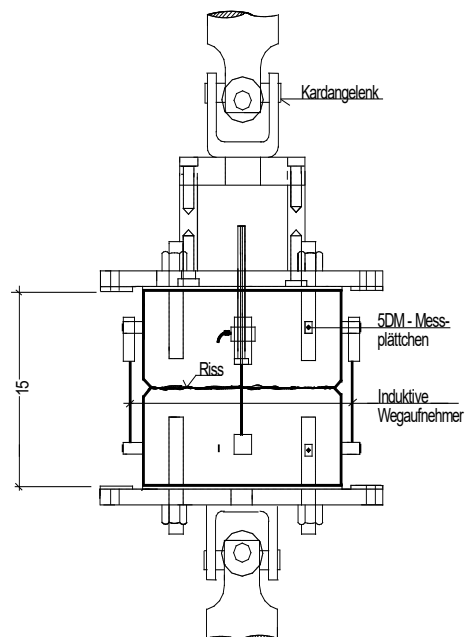
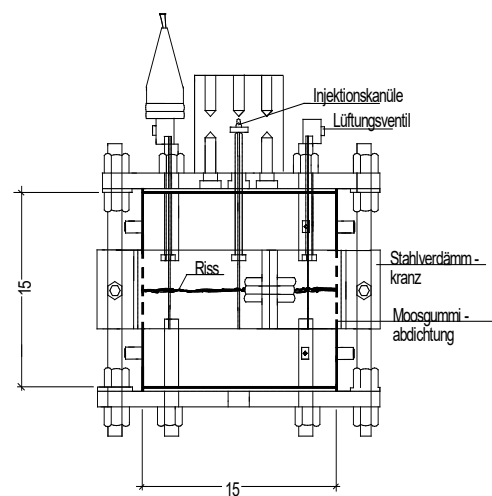
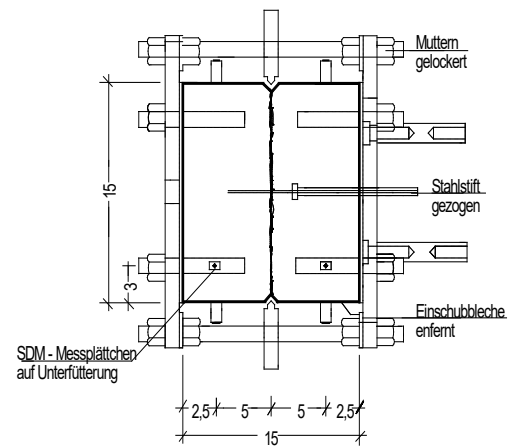
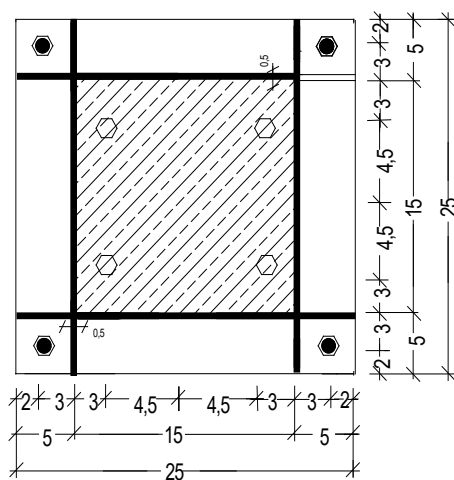
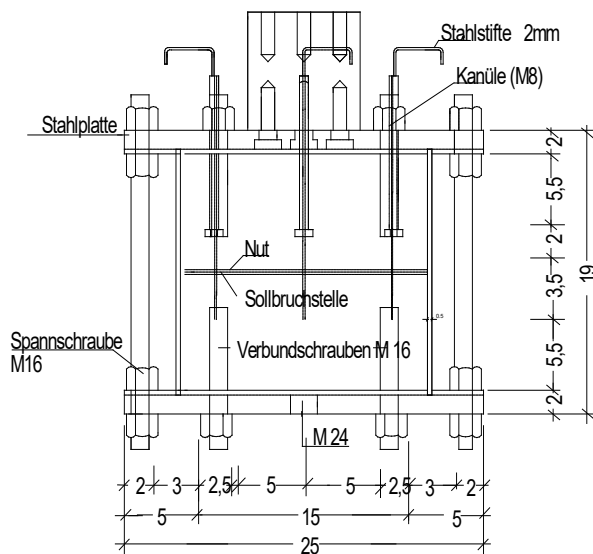
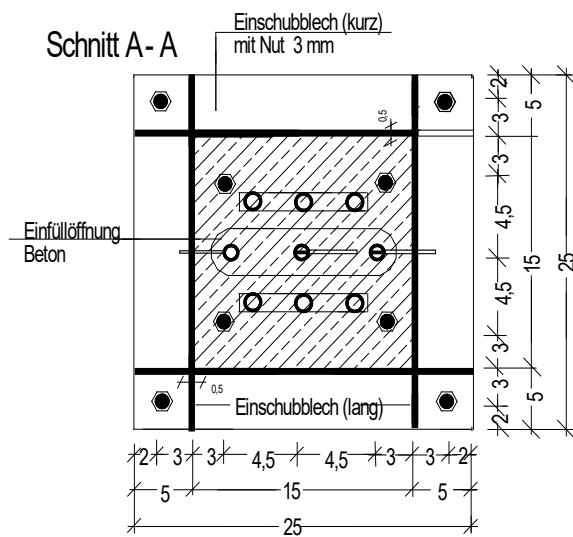


Bild A2.5 *(H) - Prüfarm 3 Einkornbetonzylinder*



a) Schalung

b) Versuchseinrichtung

Bild A2.6

D(P) – Prüffart 1 Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnbarkeit

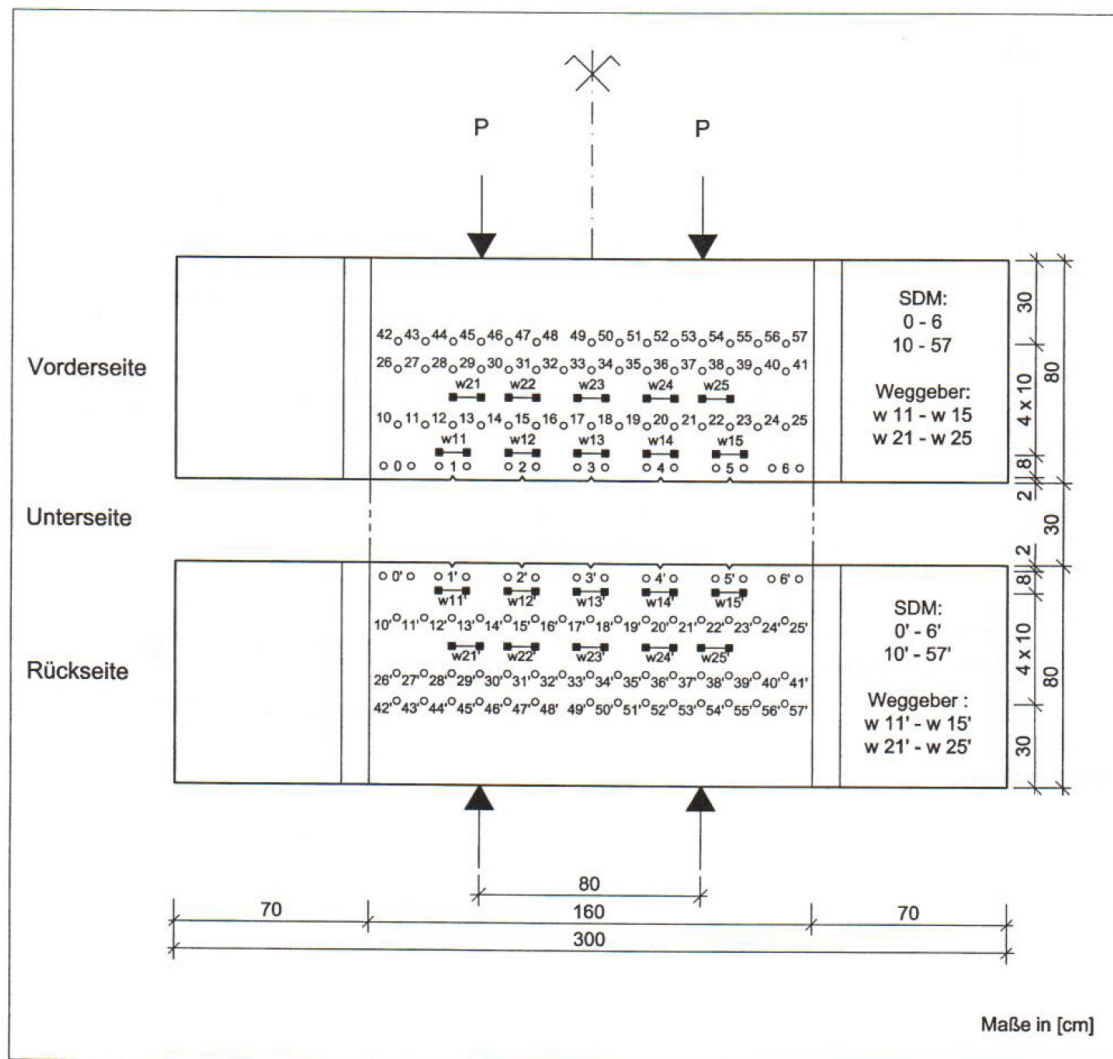
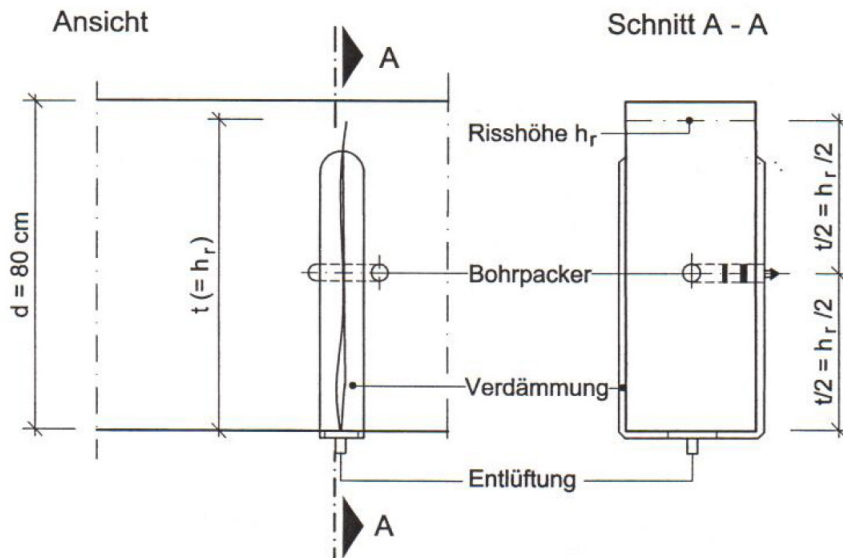
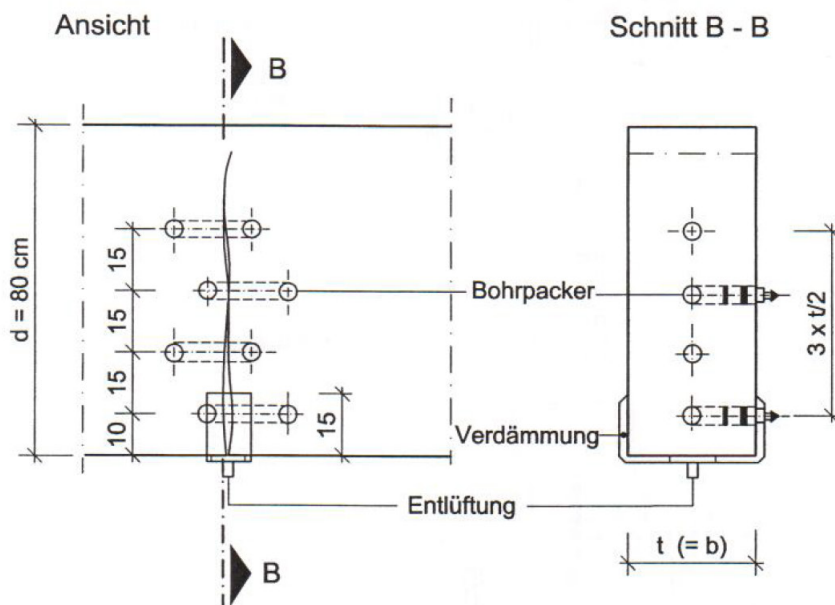


Bild A2.7 D(P) – Prüfarm 2 Messstellenplan



D(P) – Balken1: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung



D(P) - Balken 2: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung

t Wirkungszone des Bohrpackers

b Bauteildicke

Bild A2.8

D(P) – Prüffart 2 Anordnung der Packer

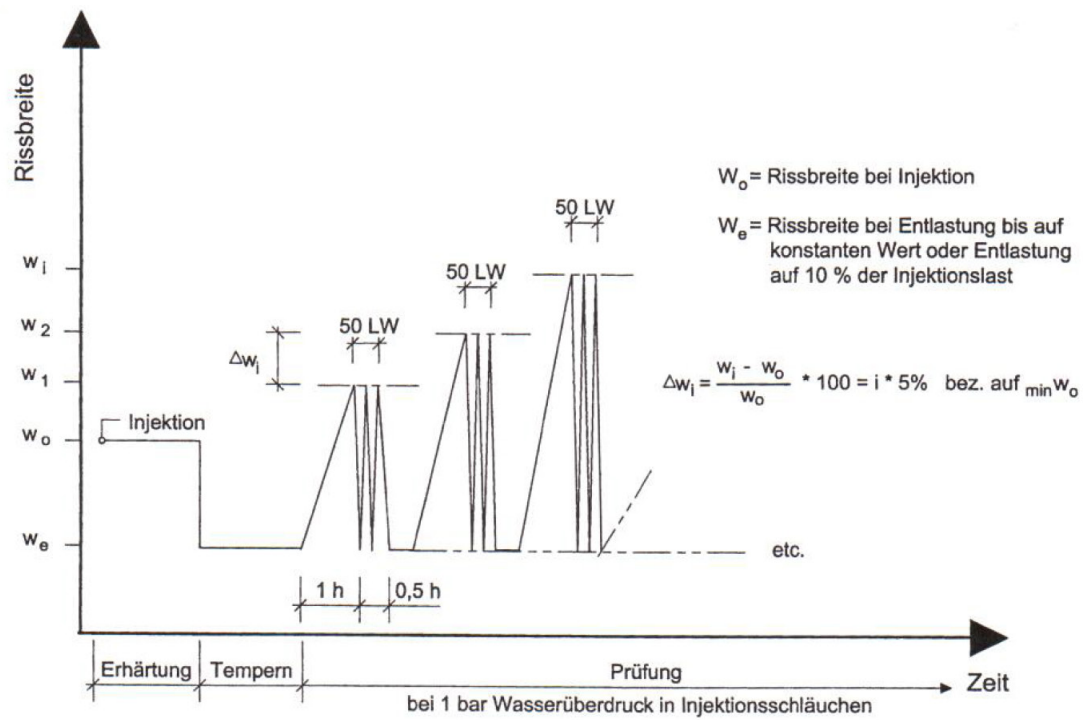


Bild A2.9 D(P) – Prüfmart 2 Prüfvorgang

A3 Prüfungen für Oberflächenschutzsysteme

A3.1 Bestimmung der Topfzeit

(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 wärmegeämmt. 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) Bei Nichterreichen der 40°C wird die Zeit zwischen Beendigung des Homogenisierens und dem Erreichen der Maximaltemperatur als Topfzeit definiert.

(4) 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.

ANMERKUNG: Die Bestimmung der Topfzeit nach Verfahren Anhang A3.1 ist ein Alternativverfahren zum Verfahren nach DIN EN ISO 9514.

A3.2 Abreißversuch – Beschichten der Grundkörper und Lagerungsbedingungen

(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 im Folgenden nicht anders festgelegt. Die Beschichtungsarbeiten werden im Regelfall von einem Vertreter des Herstellers unter Aufsicht des Vertreters der Prüfstelle hergestellt. Die Beschichtung sowie Lagerung während der Wartezeiten (zwischen der Applikation der einzelnen Lagen) erfolgen, soweit nicht anders angegeben, im Normalklima DIN 50014-23/50-2 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 Tabelle 15. 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) Die Haftzugfestigkeit nach DIN EN 1542 ist frühestens 14 d nach Abschluss der Beschichtungsarbeiten bei Lagerung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu ermitteln.