

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Abteilung Straßenbau

Stand: 30.04.2010

Teil 1 Allgemeines

Abschnitt 1 Grundsätzliches

Abruf der „Zusammenstellung der geprüften bzw. zertifizierten Stoffe, Stoffsysteme und Bauteile“ nach den ZTV-ING

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) führt u. a. die „Zusammenstellungen und Verzeichnisse der geprüften bzw. zertifizierten Stoffe, Stoffsysteme und Bauteile“ nach den ZTV-ING. Die Zusammenstellungen der anerkannten und durch ein Ü-Zeichen bzw. CE gekennzeichneten Produkte können über Internet abgerufen werden unter:

- <http://www.bast.de>

Qualitätsbewertung, Listen, Brücken- und Ingenieurbau.

oder

- http://www.bast.de/cIn_005/nn_42478/DE/Qualitaetsbewertung/Listen/bruecken-ingenieurbau/doku-brue-ingb__node.html__nnn=true

Das Fax-On-DEMAND-System steht nicht mehr zur Verfügung.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr

Stand: 07.03.2003

Teil 3 Massivbau

Abschnitt 1 Beton

Zuordnung von Beton nach alter und neuer Norm für die Nachgeltung der alten Regelwerke

In den ZTV-K 96, 6.7 wird zwischen Beton für andere Bauteile als Kappen und Betonschutzwände und Beton für Kappen und Betonschutzwände mit Zugabe von Luftporenbildnern unterschieden.

Wird im Zuge der Nachgeltung Beton nach DIN 1045:1988-07 und ZTV-K, Ausgabe 1996 bestellt, darf wie folgt verfahren werden:

- Anstelle von Beton für andere Bauteile als Kappen und Betonschutzwände nach ZTV-K 96 darf Beton der Expositionsklasse XF2 nach DIN-Fachbericht 100 und ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1 geliefert werden. Abweichend von DIN-Fachbericht 100 darf die Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 und der höchstzulässige w/z-Wert 0,50 betragen.

- Anstelle von Beton für Kappen und Betonschutzwände nach ZTV-K 96 darf Beton der Expositionsklasse XF4 nach DIN-Fachbericht 100 und ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1 geliefert werden. Abweichend von DIN-Fachbericht 100 darf die Mindestdruckfestigkeitsklasse C25/30 betragen.

Aufgrund der veränderten Verantwortlichkeiten für die Erstprüfung des Betons nach DIN-Fachbericht 100, muss bei Verwendung von Beton nach neuer Norm die Übergabe, der Einbau und die Nachbehandlung des Betons nach DIN 1045-3:2001-07 und ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 2 erfolgen.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr

Stand: 07.07.2006

Teil 3 Massivbau

Abschnitt 2 Bauausführung

Anwendung von europäischen technischen Zulassungen für Spannverfahren nach ETAG 013

Für die Anwendung von Spannverfahren mit europäischer technischer Zulassung (CE-Kennzeichnung) nach der europäischen technischen Zulassungsleitlinie ETAG 013 sind die jeweiligen nationalen Anwendungszulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zu beachten.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und digitale Infrastruktur

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 30.04.2019

Teil 3 Massivbau

Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

Hinweise für den Sachkundigen Planer zur Festlegung von Leistungsmerkmalen zu Schutz- und Instandsetzungsprodukten hinsichtlich bauwerksbezogener Produktmerkmale und Prüfverfahren

1 Vorbemerkung

Die Hinweise haben empfehlenden Charakter. Sie sollen den Sachkundigen Planer bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen sowie den Auftraggeber bei der Erstellung der Ausschreibung sowie bei der Baudurchführung für das jeweilige Projekt unterstützen.

2 Anwendungshinweise

Für Betonersatzsysteme und Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4 sind vom Sachkundigen Planer 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 projektspezifisch festlegen,

- welche Produktmerkmale, zugehörigen Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch den Auftragnehmer erfolgen muss,
- welche Produktmerkmale, zugehörigen Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch den Auftragnehmer erfolgen muss und
- welchen Aufbau und Mindestumfang die verbindlichen Angaben zur Ausführung des Herstellers aufweisen müssen.

Die getroffenen Festlegungen sind vertraglich zugrunde zu legen.

Der Umfang der Prüfungen ergibt sich aus der Überprüfung der für den vorgesehenen Verwen-

dungszweck erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der Sachkundige Planer festlegt. Diese sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen, vollständig zu überprüfen und zu dokumentieren.

Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die vollständige Dokumentation der projektspezifischen Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit und zum Nachweis der Übereinstimmung vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

Ebenso ist zu prüfen, ob eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

2.1 Nachweis der Verwendbarkeit

Bei der Festlegung der Produktmerkmale sind die Aspekte:

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

zu berücksichtigen.

In den folgenden Abschnitten werden Hinweise gegeben, welche bauwerksbezogenen Produktmerkmale vor diesem Hintergrund angemessen sein können. Hinsichtlich geeigneter Prüfverfahren und einzuhaltender Anforderungen werden in den entsprechenden Tabellen der nachfolgenden Nummern Empfehlungen gegeben.

Beschreibungen derjenigen Prüfverfahren, die nicht bereits in Normen und Regelwerken erfasst sind, finden sich im Anhang A1 der BAW-

Empfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren“ [1].

Beschreibungen der Prüfverfahren für Betonersatz im Handauftrag PRC finden sich in Anhang A dieses ZTV-ING-Hinweisblattes.

Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen. 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.

Als Nachweis der Verwendbarkeit wird eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

2.2 Nachweis der Übereinstimmung

Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Nachweis der Übereinstimmung können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Nummern entnommen werden. Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

Als Nachweis der Übereinstimmung wird die prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

Der Sachkundige Planer prüft, ob eine Differenzierung zwischen Art und Umfang eines Nachweises der Übereinstimmung generell und Annahmeprüfungen für die Baustelle zulässig sind. Entsprechende Regelungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen. Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Nachweis der Übereinstimmung gemäß Leistungsbeschreibung

sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

2.3 Angaben zur Ausführung

Es sind vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen, 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 Nummern entnommen werden. Die Bereitstellung dieser durch den Auftragnehmer ist vertraglich zu vereinbaren.

Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

3 Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Betonersatz

3.1 Allgemeines

Als Ausgangsstoffe zur Herstellung der Produkte sollten nur Zemente CEM I eingesetzt werden, die gemäß DIN 1045-2, Tab. F.3.1, für die gegebenen Expositionsklassen geeignet sind.

Für die Bauteileinwirkung Mechanischer Verschleiß XM und Chemischer Angriff XA gemäß ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 4 liegen derzeit keine einheitlichen Prüfverfahren zur Ermittlung des bauwerks- oder bauteilbezogenen Widerstandes vor. Deshalb werden für diese Bauteileinwirkungen folgende Nachweisoptionen empfohlen:

- Nachweis und Entscheidung über den projektspezifischen Nachweis der Verwendbarkeit unter den gegebenen Bauteileinwirkungen durch den Sachkundigen Planer.
- Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit wird in Analogie zum DIN-Fachbericht „Beton“ über die Erfüllung der Anforderungen an die Betonzusammensetzung für die jeweilige Expositionsklasse erbracht (Herstellereklärung). 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/m³ und bei Größtkorn ≤ 8 mm 400 kg/m³. Die Erfüllung dieser Anforderungen an die Zusammensetzung müssen für die SRM und SRC-Produkte in geeigneter Form nachgewiesen werden.

¹⁾ Für Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die nach Art. 30 BauPVO für alle Produktbereiche benannte technische Bewertungsstelle.

3.2 Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
Ausgangsstoffe							
1	XALL	Kornzusammensetzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn
2	XALL	TGA 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
Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)							
4	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9 [1]	< 7 d	-	Werte ermitteln
5	XALL	Festigkeit Lagerung B ⁹⁾	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.9 [1]	28 d	Prismen (3 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln
6	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ⁹⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.9 [1]	28 d	Prismen (1 Satz)	Werte ermitteln
7	XALL	Schwinden ⁹⁾	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9 [1]	28, 90 d	Prismen (1 Satz)	Werte ermitteln
8	XALL	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	-	DIN EN 480-14 mit DIN EN 934-1	< 7 d	Zylinder	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
Frischmörtel (gespritzte Probe)							
9	XALL	Frischmörtelroh-dichte ⁶⁾	-	Anhang A1.8 [1]	< 7 d	Spritzpfanne	Wert ermitteln ⁶⁾
10	XALL	Chloridionengehalt	-	DIN EN 1015-17	< 7 d	-	≤ 0,05 %

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonerersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
Festmörtel (gespritzte Probe)							
11	XALL	Haftvermögen ¹⁾ Lagerung B	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
12	XC1 – XC4	Karbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC [2]	7 d + 90 d	Prismen (1 Satz)	$d_{k,90} \leq 2 \text{ mm}^5)$ (Werte angeben)
13	XALL	Kapillare Wasseraufnahme	-	DIN EN 13057	28 d + 24 h	Bohrkerne (3)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$
14	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ²⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.1 [1]	28 d	Prismen (je 1 Satz für Druckfestigkeit und E-Modul)	$E_{28 d} \geq 20 \text{ GPa}$
15	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul ²⁾	-	DIN EN 12617-4 in Verbindung mit E-Modul 28 d aus Zeile 14	28 d; 90 d	Schwindprismen (1 Satz)	$\leq 0,80 \text{ ‰}$ nach 28 d $\leq 1,00 \text{ ‰}$ nach 90 d $E_{28 d} \leq 40 \text{ GPa}$
16	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6 [1]	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
17	XALL	Feststellung der Spritzeignung	-	Anhang A1.7 [1]	7 d	Stabstahneinbettung	Fehlerlängensumme $\leq 120 \text{ mm}$
18	XBW1, XBW2	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung ¹⁾	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-2 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d + 16 d Wechsel	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonerersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
19	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung ¹⁾	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-1 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d + 16 d Wechsel	Platten (2)	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 ⁷⁾ Anhang A1.1 [1]	90 d	Prismen (je Prüfalter und Lagerung 1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} \text{ (Lag. B)}$
20b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B			2, 7, 28, 90 d		Werte ermitteln $f_{D,28} \geq 45 \text{ MPa}$
20c	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	90 d	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$			
20d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B	2, 7, 28, 90 d	Werte ermitteln $f_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$			
20e	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3 [1]	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (MWW)} \geq 0,60 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$
20f	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2 [1]	56, 90 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2) \geq f_{BZ,56} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2)$ $f_{BZ,90} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2) \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$
21	XBW1, XBW2, XSTAT	Biegezugfestigkeit nach Lagerung B (Prüfung Zeile 20d)	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1 [1]	2, 7, 28, 90 d	Prismen	kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen
22	XBW1, XBW2, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung ¹⁾	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 (Lagerung A) Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonerersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ³⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
23	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁸⁾	-	BAW-MFB [3]	35 d + 14 d Wechsel	Bohrkerne	Wert angeben, $MW_{m_{28d}} \leq 1.000 \text{ g/m}^2$, $95 \% Q_{m_{28d}} \leq 1.750 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$
24	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB [3]	35 d + 14 d Wechsel	Bohrkerne	Wert angeben, $MW_{m_{28d}} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$, $95 \% Q_{m_{28d}} \leq 1.800 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$
25	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC [2]	32 d	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben ⁵⁾
26	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.1 [1]	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d
27	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584 Anhang A1.1 [1]	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben ⁴⁾
28	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	MC 0.40, A3, A2	Anhang A1.5 [1]	28 d Platte + 28 d	Platte (1)	$MW_{f_{t,z}} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ $EW_{f_{t,z}} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
29	XALL	Trockenrohddichte ⁶⁾	-	DIN 52170-1	28 d	Prismen (1 Satz)	Wert angeben
30	XALL	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	MC 0.40	Anhang A 3 [1]	56 d Platten + 7d	Reprofilierungsplatten	Keine Abwitterung des Betonerersatzes; keine Schädigung des Haftverbundes; keine Korrosion der Bewehrung; Probekörper rissfrei

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 $E_{dyn} \geq 25 \text{ GPa}$.

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 Karbonatisierung 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 projektspezifischen Verwendbarkeitsnachweis nicht zwingend erforderlich.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 2: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 1

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 1	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
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 4	Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 8	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)			
4	Frischmörtelrohichte ¹⁾	Zeile 9	Unterschreitung Wert Tabelle 1 ≤ 0,07 kg/dm ³
Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)			
5	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 20a Zeile 20c	$\Delta f_{D,90} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,90} = \pm 20 \%$
6	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 20b Zeile 20d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
7	Quellen	Zeile 26	$\Delta \epsilon_Q = \pm 20 \%$ nach 28 d
8	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ²⁾	Zeile 15 Zeile 14	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
9	Trockenrohichte ¹⁾	Zeile 29	Unterschreitung Wert Tabelle 1 ≤ 0,04 kg/dm ³
Prüfungen am Verbundkörper			
10	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 22	Einhaltung Werte Tabelle 1
11	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 11	Einhaltung Werte Tabelle 1

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung

²⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 1, Zeile 14 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 2 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Karbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 3: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 1

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Betonersatzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Betonersatzsystems			
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
	1	2	3	4
				Lagerbedingungen
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 1	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 Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)			
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 4		Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)
	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 8		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
	Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)			
	Frischmörtelrohichte	Zeile 9		Unterschreitung Wert Tabelle 1 ≤ 0,07 kg/dm ³
	Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)			
	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 20a Zeile 20c		$\Delta f_{D,90} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,90} = \pm 20 \%$
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 20b Zeile 20d		$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
	Quellen	Zeile 26		$\Delta \epsilon_0 = \pm 20 \%$ nach 28 d
	Schwinden und statischer E-Modul ¹⁾	Zeile 15 Zeile 14		$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 28 d bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
	Trockenrohichte	Zeile 29		Unterschreitung Wert Tabelle 1 ≤ 0,04 kg/dm ³

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 3: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 1
(Fortsetzung und Schluss)

	Merkmal	Bezug zu Tabelle 1	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit		Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	1	2	3	4	
3	Prüfungen am Verbundkörper				
	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 22		Einhaltung Werte Tabelle 1	
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 11		Einhaltung Werte Tabelle 1	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
	s. Sicherheitsdatenblatt				
5	Entsorgung				
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4 mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]	Rel. Luftfeuchte max [%]	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer) [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 1, Zeile 14 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

3.3 Betonersatz im Handauftrag RM oder RC

Tabelle 4: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM oder RC in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁹⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
Ausgangsstoffe							
1	XALL	Kornzusammensetzung ^{10) 11)}	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn
2	XALL	TGA ^{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
Frischmörtel							
5	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt ¹⁰⁾ ^{11) 12)}	-	Anhang A1.9 [1]	< 7 d	-	Werte ermitteln ⁸⁾
6	XALL	Konsistenz- änderung ¹⁰⁾ (Temperatur, Zeit)	-	Anhang A1.10 [1]	< 7 d	-	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
7	XALL	Verarbeitbarkeits- dauer (Haftbrücke) ¹¹⁾	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	hinreichend streichfähig
8	XALL	Chloridionen- gehalt ^{10) 11)}	-	DIN EN 1015-17	< 7 d	-	≤ 0,05 %
Festmörtel							
9	XALL	Festigkeit Lagerung B ^{10) 13)}	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1 [1]	1, 2, 7, 28, 90 d	Prismen (6 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 4: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM oder RC in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
10	XALL	Haftvermögen ¹⁴⁾ Lagerung B	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
11	XC1 – XC4	Karbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC [2]	7 d + 90 d	Prismen (1 Satz)	$d_{k,90} \leq 2 \text{ mm}$ (Werte angeben)
12	XALL	Beurteilung des Korrosionsverhaltens ¹¹⁾	-	DIN EN 480-14 u. DIN EN 934-1	< 7 d	Zylinder	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
13	XALL	Kapillare Wasseraufnahme	-	DIN EN 13057	28 d + 24 h	Bohrkerne (3)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$
14	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) ²⁾	-	DIN EN 13412 Anhang A1.9 [1]	28 d	Prismen (2 Sätze)	$E_{28 d} \geq 20 \text{ GPa}$
15	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)	$\leq 0,9\%$ nach 28 d $\leq 1,10\%$ nach 90 d $E_{28 d} \leq 40 \text{ GPa}$
16	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6 [1]	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund, Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
17	XBW1, XBW2	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung ^{10) 14)}	MC 0.40	EN 13687-2 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2) bzw. (4) ¹⁰⁾	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
18	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung ¹⁴⁾	MC 0.40	EN 13687-1 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 28 d + 16 d Prüfung	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 4: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM oder RC in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
19a	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 ⁶⁾ Anhang A1.1 [1]	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} \text{ (Lag. B)}$
19b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 9)			28 d	Prismen	$f_{D,28} \geq 45 \text{ MPa}$
19c	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1 [1]	90 d	Prismen (1 Satz)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$
19d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B (Prüfung Zeile 9)			28 d	Prismen	$f_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$
19e	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3 [1]	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (MWW)} \geq 0,60 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$
19f	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2 [1]	56, 90 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2) \geq f_{BZ,56} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2)$ $f_{BZ,90} \text{ (Lag. Ca(OH)}_2) \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$
20	XBW1, XBW2, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung ¹⁴⁾	MC 0.40	DIN EN 1542 (Lagerung A)	28 d Platten + 90 d	Platten (2)	$MW f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^1)$ $EW f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
21	XBW1, XBW2, XSTAT	Biegezugfestigkeit nach Lagerung B (Prüfung Zeile 9)	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1 [1]	1, 2, 7, 28, 90 d	Prismen	kein Festigkeitsabfall gegenüber allen früheren Altersstufen
22	XF3	Frostwiderstand (CIF) ⁷⁾	-	BAW-MFB [3]	35 d + 14 d Wechsel	Bohrkerne	Wert angeben, $MW m_{28d} \leq 1.000 \text{ g/m}^2$, $95 \% Q m_{28d} \leq 1.750 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 4: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM oder RC in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁵⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	9
23	XF4	Frost-Tausalz--Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB [3]	35 d + 14 d FTW	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$, 95 % Q $m_{28d} \leq 1.800 \text{ g/m}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$
24	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4 Anhang A1.9 [1]	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d
25	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584 Anhang A1.9 [1]	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben ³⁾
26	XD2, XD3, XS2, XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC [2]	32 d	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben ⁴⁾
27	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung ¹⁴⁾	MC 0.40	Anhang A1.5 [1]	28 d Balken + 28 d	Balken (1)	MW $f_{t,z} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ¹⁾ EW $f_{t,z} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
28	XALL	Trockenrohddichte ⁸⁾	-	DIN EN 52170-1	28 d	Bohrkerne (6)	Wert angeben, Probekörper aus Prüfung nach Zeile 10 ⁸⁾
29	XALL	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	MC 0.40	Anhang A 3	56 d Platten + 7d	Reprofilierungsplatten	Keine Abwitterung des Betonersatzes; keine Schädigung des Haftverbundes; keine Korrosion der Bewehrung; Probekörper rissfrei

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 $E_{dyn} \geq 25 \text{ GPa}$.

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 Karbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (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 projektspezifischen 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.

Tabelle 5: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 4

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		<i>projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 4</i>	<i>Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen</i>
1	2	3	4
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 5	Ausbreitmaß: ±15 % rel.; Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Konsistenzänderung ²⁾ (Temperatur, Zeit)	Zeile 6	Keine Hinweise auf nicht baustellenge-rechte Verarbeitbarkeit
Prüfungen am Festmörtel			
4	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 19b Zeile 19d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
5	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ³⁾	Zeile 15 Zeile 14	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
6	Quellen	Zeile 24	$\Delta \epsilon_Q = \pm 20 \%$ nach 28 d
7	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 12	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
8	Trockenrohddichte ¹⁾	Zeile 28	Unterschreitung Wert Tabelle 4 ≤ 0,04 kg/dm ³
Prüfungen am Verbundkörper			
9	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 10	Einhaltung Werte Tabelle 4

¹⁾ Bezugswert für die Qualitätssicherung der Ausführung (Trockenrohddichte nur bei Sollschiebtdicken > 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 4, Zeile 12 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Ergänzend zu Tabelle 5 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Karbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 6: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 4

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Betonersatzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Betonersatzsystems			
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
	1	2	3	4
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 4	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 5		Ausbreitmaß: ± 15 % rel.; Rohdichte: ±0,10 kg/dm ³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 6		Keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit
	Prüfungen am Festmörtel			
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 19b Zeile 19d		$\Delta f_{D,28} = \pm 10\%$ $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20\%$
	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul ¹⁾	Zeile 15 Zeile 14		$\Delta \epsilon_s = \pm 20\%$ nach 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d
	Quellen	Zeile 24		$\Delta \epsilon_0 = \pm 20\%$ nach 28 d
	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 12		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
	Trockenrohichte	Zeile 28		Unterschreitung Wert Tabelle 4 ≤ 0,04 kg/dm ³
	Prüfungen am Verbundkörper			
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 8		Einhaltung Werte Tabelle 4
4	Sicherheit /Arbeitsschutz			
	s. Sicherheitsdatenblatt			
5	Entsorgung			

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 6: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 4
(Fortsetzung und Schluss)

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

¹⁾ Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 4, Zeile 12 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

3.4 Betonersatz im Handauftrag PRC

Tabelle 7: Empfehlungen zu Merkmalen von Polymerbeton (PRC) als Betonersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
Ausgangsstoffe							
1	XALL	Dichte der Flüssigkomponenten ²⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN ISO 2811-1 DIN EN ISO 2811-2	< 7 d		Wert ermitteln
2	XALL	Epoxidäquivalent	-	EN 1877-1	< 7 d		Wert ermitteln
3	XALL	Aminzahl	-	EN 1877-2	< 7 d		Wert ermitteln
4	XALL	Thermogravimetrie ³⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN ISO 11358-1	< 7 d		Wert ermitteln / Fingerprint
5	XALL	Infrarotspektroskopie ³⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN 1767 DIN 51451	< 7 d		Wert ermitteln / Fingerprint
6	XALL	Kornzusammensetzung (Betonersatz)	-	DIN EN 12192-1	< 7 d		Wert ermitteln
7	XALL	Reaktionsharz bzw. Härtergehalt (Betonersatz)	-	DIN EN ISO 3451-1	< 7 d		Wert ermitteln
Frischmörtel bzw. Gemisch							
8	XALL	Rohdichte (Betonersatz)	-	DIN EN 1015-6	< 7 d		Wert ermitteln
9	XALL	Topfzeit ^{4) 6)} (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN ISO 9514	< 7 d		Wert ermitteln
10	XALL	Härtungsverlauf ⁴⁾ ⁶⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN ISO 868	< 7 d		Wert ermitteln
11	XALL	Gehalt an nichtflüchtigen Bestandteilen (Betonersatz, Haftbrücke)	-	DIN EN ISO 3251	< 7 d		Wert ermitteln

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 7: Empfehlungen zu Merkmalen von Polymerbeton (PRC) als Betonersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-4	Bauwerksbezogenes Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
12	XALL	Ablaufneigung (Haftbrücke)	-	Anhang A 1	< 7 d		Trockenschichtdicke auf der senkrecht stehend gelagerten Platte $\geq 60\%$ der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte
Festmörtel							
13	XALL	Rohdichte (Betonersatz)	-	DIN EN 12190	7 d		Wert ermitteln
14	XBW1, XBW2,, XW1, XW2	Festigkeiten nach Lagerung A (1, 2, 3 d +7 d) (Betonersatz)	-	DIN EN 12190 in Verbindung mit DIN EN 196-1 und Anhang A 2	7 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{D,7} \geq 0,7 f_{D,2}$ (Lagerung C) $f_{BZ,7} \geq 0,7 f_{BZ,2}$ (Lagerung C)
15	XALL	Festigkeiten nach Lagerung B (1 d +7 d) (Betonersatz)	-	DIN EN 12190 in Verbindung mit DIN EN 196-1	7 d	Prismen (2 Sätze)	$f_{D,7} \geq 45 \text{ MPa}$ $f_{BZ,7} > 8 \text{ MPa}$
16	XBW1, XBW2,, XSTAT	Festigkeiten nach Lagerung C (2 d) (Betonersatz)	-	DIN EN 12190 in Verbindung mit DIN EN 196-1	2 d	Prismen (1 Satz)	Wert ermitteln
17	XALL	Wärmeausdehnungskoeffizient (Betonersatz)	-	SIBR, Teil 4, Abschnitt 4.4.7[4]	10 d	Prismen (1 Satz)	$\alpha_{(-20^\circ\text{C}/+40^\circ\text{C})} \leq 22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
18	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) (Betonersatz)	-	DIN EN 13412	7 d	Prismen (2 Sätze)	$\geq 20 \text{ GPa}$
19	XALL	Freies Schrumpfen (Betonersatz)	-	DIN EN 12617-1	7 d	Winkelstahl	Schrumpfmaß $\leq 0,8\%$ nach 14 d
Verbundkörper							
20	XBW1, XBW2, XW1, XW2	Haftvermögen Lagerung A (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	DIN EN 1542 mit Anhang A 2	7 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ⁵⁾ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ (2 x 5) Messwerte keine Risse oder Ablösungen

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 7: Empfehlungen zu Merkmalen von Polymerbeton (PRC) als Betonersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	gemäß ZTV-ING 3-4	Bauwerksbezogenes Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Prüfkörper	Anforderung
1	2	3	4	5	6	7	8
21	XALL	Haftvermögen Lagerung B (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	DIN EN 1542	56 d Platten + 7 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ⁵⁾ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ (2 x 5) Messwerte keine Risse oder Ablösungen
22	XALL	Haftvermögen Lagerung B / Überkopf (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	DIN EN 1542 in Verbindung mit DIN EN 13395-4	56 d Platten + 7 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ⁵⁾ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ (2 x 5) Messwerte keine Risse oder Ablösungen
23	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	EN 13687-1 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 7d + 16 d Prüfung	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ⁵⁾ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ (2 x 5) Messwerte keine Risse oder Ablösungen
24	XBW1, XBW2	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	EN 13687-2 Anhang A1.4 [1]	28 d Platten + 7d + 16 d Prüfung	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}$ ⁵⁾ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ (2 x 5) Messwerte keine Risse oder Ablösungen
25	XALL	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern (Betonersatz, Haftbrücke)	MC 0.40	Anhang A 3	56 d Platten + 7 d	Reprofilierungsplatten	Keine Abwitterung des Betonersatzes; keine Schädigung des Haftverbundes; keine Korrosion der Bewehrung; Probekörper rissfrei

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⁾ Im Regelfall für den projektspezifischen Verwendbarkeitsnachweis nicht zwingend erforderlich.

⁴⁾ Alternative Verfahren

⁵⁾ Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

⁶⁾ 3-komponentig, ohne Gesteinskörnung

Tabelle 8: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Polymerbeton (PRC) als Betonersatz nach Tabelle 7

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 7	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
Ausgangsstoffe			
1	Dichte ¹⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 1	±1 % bei ungefüllten, ±2% bei gefüllten Komponenten
2	Epoxiäquivalent (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 2	±3 %
3	Aminzahl (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 3	±4 %
4	Thermogravimetrie (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 4	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
5	Infrarotspektroskopie (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 5	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
6	Kornzusammensetzung (Betonersatz)	Zeile 6	±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm
7	Reaktionsharz bzw. Härtergehalt (Betonersatz)	Zeile 7	±1 M.-%
Frischmörtel bzw. Gemisch			
8	Rohdichte (Betonersatz)	Zeile 8	Rohdichte: ±3 %
9	Topfzeit ²⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 9	±15 %,
10	Härtungsverlauf ²⁾ (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 10	±3 Shore-Skalenteile
11	Gehalt an nichtflüchtigen Bestandteilen (Betonersatz, Haftbrücke)	Zeile 11	≥98 % bezogen auf das Bindemittel
12	Ablaufneigung (Haftbrücke)	Zeile 12	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke ±10 %
Festmörtel			
13	Rohdichte (Betonersatz)	Zeile 13	± 0,1 kg/dm ³
14	Festigkeiten nach Lagerung A (7 d) (Betonersatz)	Zeile 14	$\Delta f_{b,7} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{Bz,7} = \pm 20 \%$
15	Festigkeiten nach Lagerung B (7 d) (Betonersatz)	Zeile 15	$\Delta f_{b,7} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{Bz,7} = \pm 20 \%$
16	Festigkeiten nach Lagerung C (2 d) (Betonersatz)	Zeile 16	$\Delta f_{b,2} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{Bz,2} = \pm 20 \%$
17	Freies Schrumpfen (Betonersatz)	Zeile 19	$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 28 d
Verbundkörper			
18	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B (7 d) (Betonersatz, Haftbrücke) ³⁾	Zeile 21	Einhaltung Werte Tabelle 7

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⁾ Alternative verfahren

³⁾ Im Verbund mit Betonersatz

Ergänzend zu Tabelle 8 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 9: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Polymerbeton (PRC) als Betonersatz nach Tabelle 7

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Betonersatzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Betonersatzsystems			
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
	1	2	3	4
				Lagerbedingungen
				5
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 7	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			
	Dichte	Zeile 1		Dichte: $\pm 1\%$ bei ungefüllten, $\pm 2\%$ bei gefüllten Komponenten Rohdichte: $\pm 3\%$
	Epoxiäquivalent	Zeile 2		$\pm 3\%$
	Aminzahl	Zeile 3		$\pm 4\%$
	Thermogravimetrie	Zeile 4		auf Abweichungen der Zusammenset- zung Keine Hinweise
	Infrarotspektroskopie	Zeile 5		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Kornzusammensetzung	Zeile 6		± 5 M.-% für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
	Reaktionsharz bzw. Härtergehalt	Zeile 7		± 1 M.-%
	Prüfungen am Frischmörtel			
	Rohdichte	Zeile 8		
	Topfzeit	Zeile 9		$\pm 15\%$,
	Härtungsverlauf	Zeile 10		± 3 Shore-Skalenteile
	Gehalt an nichtflüchtigen Be- standteilen	Zeile 11		$\geq 98\%$ bezogen auf das Binde- mittel
	Ablaufneigung	Zeile 12		Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschicht- dicke $\pm 10\%$
	Prüfungen am Festmörtel			
	Rohdichte	Zeile 13		$\pm 0,1$ kg/dm ³
	Festigkeiten nach Lagerung A (7 d)	Zeile 14		$\Delta f_{D,7} = \pm 10\%$ $\Delta f_{BZ,7} = \pm 20\%$
	Festigkeiten nach Lagerung B (7 d)	Zeile 15		$\Delta f_{D,7} = \pm 10\%$ $\Delta f_{BZ,7} = \pm 20\%$
	Festigkeiten nach Lagerung C (2 d)	Zeile 16		$\Delta f_{D,2} = \pm 10\%$ $\Delta f_{BZ,2} = \pm 20\%$
	Freies Schrumpfen	Zeile 19		$\Delta \epsilon_s = \pm 20\%$ nach 28 d
	Prüfungen am Verbundkörper			
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 21		Einhaltung Werte Tabelle 7
	4	Sicherheit /Arbeitsschutz		
		s. Sicherheitsdatenblatt		
	5	Entsorgung		

4 Produkte und Systeme für den Oberflächenschutz

4.1 Allgemeines

Gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4, Nr. 8 können Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen mit Oberflächenschutzsystemen nach Tabelle 11 ausgeführt werden.

4.2 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 $d_{st,m}$
- Schichtdickenzuschläge d_z für die Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Verarbeitungsbedingungen

Die in Tabelle 10 angegebenen systemspezifischen Mindestschichtdicken $d_{\min,S}$ dürfen bei der Ermittlung der Produktkennwerte nicht unterschritten werden. Die produktspezifische Mindestschichtdicke $d_{\min,P}$ wird als Mittelwert bei der Ermittlung der Produktkennwerte 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 Ermittlung der Produktkennwerte von der Prüfstelle festzulegen.

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

- Angabe der bei der Ermittlung der Produktkennwerte 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 10 aufgeführten Dicken als Mindestschichtdicke $d_{\min,P}$ der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten anzusetzen.

Die bei der Ermittlung der Produktkennwerte als mittlere Schichtdicke $d_{\min,P}$ gemessene Mindestschichtdicke darf in der Praxis nicht unterschritten werden. Um die Mindestschichtdicke in der Praxis auch sicher zu erreichen, sind für Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

Die für die Praxis relevante Sollschichtdicke d_s ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben.

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 10: Systemspezifische Mindestschichtdicken $d_{\min,S}$ der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) für Oberflächenschutzsysteme

Oberflächenschutzsystem	Mindestschichtdicke $d_{\min,S}$ [μm]	
OS B (OS 2)	80	
OS C (OS 4)	80	
OS DII (OS 5a)	300	
OS DI (OS 5b)	2 000	
OS F a (OS 11a)	Deckschicht	3 000
	Schwimmschicht	1 500
OS F b (OS 11b)	4 000	

4.3 Hinweise zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen

4.3.1 Abriebfestigkeit

Ist das Bauteil wesentlichen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, so sind für das Oberflächenschutzsystem OS F (OS 11) für den Nachweis der Abriebfestigkeit mechanische Beanspruchungen nach DIN 18560-7 der Beanspruchungsgruppe III (leicht) zu berücksichtigen.

Für den Verschleißwiderstand nach EN 13892-4 (BCA) ist mindestens die Klasse AR1 nach DIN EN 13813 zugrunde zu legen. Alternativ ist für den Widerstand gegen Rollbeanspruchung, geprüft nach DIN EN 13892-5, mindestens der Klasse RWA10 nach DIN EN 13813 anzusetzen.

Der am Bauteil auftretende Verschleiß kann durch die Bestimmung der Verschleißfestigkeit abgebildet werden. Sofern erforderlich, kann daher die Prüfung der Verschleißfestigkeit von OS F (OS 11) nach DIN EN 660-1 festgelegt werden. Die Verschleißfestigkeit für OS F (OS 11) ist nachzuweisen: das Herauslösen ganzer Körner, die zu ≥ 50 % ihrer Oberfläche eingebunden sind, ist nicht zulässig.

4.3.2 Wasserdampf-Durchlässigkeit

Hinsichtlich der Wasserdampf-Durchlässigkeit sollte für die Oberflächenschutzsysteme OS B (OS 2), OS C (OS 4), OS D II (OS 5a) oder OS D I (OS 5b) die Anforderung der Klasse I nach DIN EN ISO 7783 vorgegeben werden. Der Prüfwert ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben.

4.3.3 Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperatur-Wechsel-Verträglichkeit

Bei der Bestimmung der Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperatur-Wechsel-Verträglichkeit zur Beurteilung der Haftfestigkeit ist für Oberflächenschutzsysteme OS F (OS 11) diese Leistung für „mit Verkehrslast“ nachzuweisen.

4.3.4 Rissüberbrückungsfähigkeit

Ist ein schadfreies Überbrücken von sich begrenzt bewegenden Rissen am Bauteil erforderlich, sollten für die am Bauteil eingesetzten OS-Systeme OS D (OS 5) bzw. OS F (OS 11) die Rissüberbrückungsfähigkeit nach DIN EN 1062-7 bei einer Prüftemperatur von -20 °C wie folgt nachgewiesen sein:

- Für die Oberflächenschutzsysteme OS DI (OS 5a) oder OS DII (OS 5b) muss die Rissüberbrückungsfähigkeit nach DIN EN 1062-7 mit dem Verfahren B 2 bei einer Prüftemperatur von -20 °C nachgewiesen sein.
- Für das Oberflächenschutzsystem OS F (OS 11) muss die Rissüberbrückungsfähigkeit nach DIN EN 1062-7 mit dem Verfahren B 3.2 bei einer Prüftemperatur von -20 °C nachgewiesen sein.

Nach der Prüfung der erforderlichen Klasse 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:

DIN EN 13892-4 (BCA) ist mindestens die Klasse

- bei OS F a (OS 11a) keine Durchrisse und oberseitigen Anrisse der hwO, der Verschleißschicht und der Deckversiegelung
- Oberflächige Anrisse (bei OS F b (OS 11b)) ≤ 50 μm)
- Unterseitige Anrisse ≤ 25 % der Dicke der hwO
- Ablösungen auf keiner Seite des Risses ≥ 2 d der hwO.

4.3.5 Abreißversuch

Beim Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit nach DIN EN 1542 für das Oberflächenschutzsystem OS F (OS 11) ist diese Leistung für „mit Verkehrslast“ nachzuweisen.

4.3.6 Brandverhalten

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

4.3.7 Griffigkeit/Rutschfestigkeit

Für die Griffigkeit/Rutschfestigkeit ist beim Oberflächenschutzsystem OS F (OS 11) (die Anforderung der Klasse III anzusetzen.

Tabelle 11: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen

Nr.	Kriterien	OS A (OS 1)	OS B (OS 2)	OS C (OS 4)
	1	2	3	4
1	Kurzbeschreibung	Hydrophobierung	Beschichtung für nicht begeh- und befahrbare Flächen (ohne Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)	Beschichtung mit erhöhter Dichtigkeit 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.	Beschichtung zur Erhöhung des Karbonatisierungswiderstands an freibewitterten Betonbauteilen mit ausreichendem Wasserabfluss bedingt auch im Sprühbereich von Auftausalzen.	Freibewitterte Betonbauteile 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 Kohlendioxid-diffusion – begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Reduzierung der Wasseraufnahme – Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – Reduzierung der Kohlendioxid-diffusion – begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich
4	Rissüberbrückung	-	-	-
5	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Epoxidharze Silan / Siloxan: für Hydrophobierung	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Silan / Siloxan: für Hydrophobierung
6	Regelaufbau	Hydrophobierung	1. Hydrophobierung ⁵ 2. gegebenenfalls Grundierung 3. Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung ⁶ 2. gegebenenfalls Hydrophobierung ⁵ 3. gegebenenfalls Grundierung 4. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)

¹ Siehe Nr. 4.3.4

² Mit entsprechendem Nachweis auch im Spritzbereich

³ Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen

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

⁵ ggf. Wirksamkeitsnachweis gemäß DIN EN 13580

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

⁷ Nur durch Abstreuen gefüllte Schicht ist nur bei gelegentlichem Begang zulässig

⁸ Abhängig von der Viskosität (mind. 20 M.-%)

⁹ Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung komplett zu prüfen; Griffigkeit, Verschleiß und Rissüberbrückung sind zusätzlich mit Versiegelung zu prüfen

Tabelle 11: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Kriterien	OS DII (OS 5a) OS DI (OS 5b)	OS F a (OS 11a) OS F b (OS 11b)
	1	5	6
1	Kurzbeschreibung	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückungsfähigkeit ¹ für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichspachtelung)	Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit ¹ für begeh- und befahrbare Flächen
2	Anwendungsbereiche	Frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen ³ auch im Sprühbereich ² von Auftausalzen.	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen und planmäßiger ⁴ mechanischer Beanspruchung auch im Sprüh- oder Spritzbereich von Auftausalzen z. B. Brückenkappen
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Reduzierung der Wasseraufnahme – Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – starke Reduzierung der Kohlendioxiddiffusion – Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse – begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit – Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich 	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verhinderung der Wasseraufnahme – Verhinderung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender Trennrisse unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen – Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes – Verbesserung der Griffigkeit – Verbesserung des Frost- Widerstandes <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> – Verhinderung der Kohlendioxiddiffusion – starke Reduzierung der Wasserdampfdiffusion
4	Rissüberbrückung	B.2 (-20 °C)	B 3.2 (-20 °C)
5	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	a) Polymerdispersion b) Polymer / Zement-Gemisch	Polyurethan mod. Epoxidharze 2-K Polymethylmethacrylat
6	Regelaufbau	a) Polymerdispersion 1. Kratz-/Ausgleichspachtelung ⁶ 2. i. d. R. Grundierung 3. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung	a) 1. Grundierung 2. Elastische Oberflächenschutzschicht (hwO, Schwimmschicht) 3. Verschleißfeste vorgefüllte ^{7,8} Deckschicht, abgestreut (hwO) ggf. Deckversiegelung ⁹
		b) Polymer / Zement-Gemisch 1. gegebenenfalls Kratz-/Ausgleichspachtelung ⁶ 2. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 3. ggf. Deckversiegelung	b) 1. Grundierung 2. Verschleißfeste, vorgefüllte ^{7,8} Oberflächenschutzschicht, abgestreut (hwO) 3. Deckversiegelung ggf. Abstreuerung und zweite Deckversiegelung

4.4 Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4

4.4.1 Oberflächenschutzsystem OS A (OS 1)

Tabelle 12: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS A (OS 1)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
Bestandteile				
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	alternativ: Gaschromatografie, Refraktrometrie und gravimetrische Bestimmung (ggf. nach Totalhydrolyse), H1-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 II: ≥ 10 mm
9	Wasseraufnahme und Alkali-beständigkeit	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 Viskosität

Tabelle 13: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS A (OS 1) nach Tabelle 12

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 12	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
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	für Klasse II: ≥ 10 mm

Ergänzend zu Tabelle 13 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

¹⁾ 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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 14: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS A (OS1) nach Tabelle 12

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Oberflächenschutzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems			
	1	2	3	4
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
			5	Lagerbedingungen
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 12	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Wirkstoffgehalt	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	Zeile 5		± 15 %
Viskosität	Zeile 6		±20 %	
Eindringtiefe	Zeile 8		für Klasse II: ≥ 10 mm	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz			
	s. Sicherheitsdatenblatt			
5	Entsorgung			
6.1	Ausführung			
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)			

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

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	

4.4.2 Oberflächenschutzsystem OS B (OS 2)

Tabelle 15: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS B (OS 2)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
Bestandteile				
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Wirkstoffgehalt (Silan, Siloxan)	alternativ: Gaschromatografie, Refraktometrie und gravi- metrische Bestimmung (ggf. nach Totalhydrolyse), H ¹ -NMR und IR	< 7 d	Wert ermitteln
3	Dichte ²⁾ (alle) – 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 ³⁾ (Polyurethan)	EN 1242	< 7 d	Wert ermitteln
9	Thermogravimetrie (Polymerdispersion; Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	DIN EN ISO 11358-1	< 7 d	Wert ermitteln
10	Auslaufzeit ⁴⁾ (alle)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
11	Viskosität ⁴⁾ (alle)	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln
12	Eindringtiefe (Silan, Siloxan)	DIN EN 1504-2, Tabelle 3	< 49 d	Wert ermitteln
Frisches Gemisch				
13	Oberflächentrocknungszeit – Gasperlenverfahren (Polymerdis- persion)	EN ISO 1517:1973	< 7 d	Wert ermitteln
14	Topfzeit ³⁾ (Polyurethan; Wasse- remulgiertes EP)	EN ISO 9514 ⁵⁾	< 7 d	Wert ermitteln
15	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen ⁶⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 868	14 d	Wert ermitteln
16	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile (Polyurethan, Polymerdispersion;; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3251	< 7 d ⁷⁾ , 14 d ⁸⁾	Wert ermitteln

Tabelle 15: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS B (OS 2) (Fortsetzung und Schluss)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung 1)	Anforderung
17	Aschegehalt (Polyurethan, Polymerdispersion;; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3451-1	< 7 d ⁷⁾ , 14 d ⁸⁾	Wert ermitteln
System				
18	Abreißversuch	DIN EN 1542 Anhang A3.2 [1]	14 d	≥ 1,0 (0,7) MPa arithmetischer Mittelwert (kleinster zulässiger Einzelwert jeder Prüfung)
19	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnitt- breite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2
20	CO ₂ -Durchlässigkeit ⁹⁾	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	s _D > 50 m
21	Wasserdampf-Durchlässigkeit ⁹⁾	DIN EN ISO 7783:2012	90 – 180 d	Klasse I: s _D < 5 m ¹⁰⁾
22	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit ⁹⁾	DIN EN 1062-3	21 d	w < 0,1 kg/(m ² ·h ^{0,5})
23	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit	DIN EN 13687-2	14 d	Nach Temperaturwechsel- beanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösun- gen b) Abreißversuch ≥ 1,0 (0,7) MPa Der Wert in Klammern ist der kleins- te zulässige Wert jeder Ablesung.
	Für Verwendungen im Außenbe- reich unter Einfluss von Tausal- zen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)			
24	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2
25	Künstliche Bewitterung nach DIN EN 1062-11, 4.2 (UV-Bestrah- lung und Feuchte), nur bei Ver- wendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11 Verfahren 4.2	98 d	Nach 2 000 h künstlicher Bewitte- rung: 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

⁵⁾ Alternativ kann das Prüfverfahren nach Anhang A3.1 [1] angewendet werden

⁶⁾ nur für flexible Harze und Produkte, bei denen die Topfzeit nicht gemessen werden kann.

⁷⁾ bei einkomponentigen Systemen

⁸⁾ bei zweikomponentigen Systemen

⁹⁾ nur h₂O

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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 16: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS B (OS 2) nach Tabelle 15

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 15	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
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⁾ (alle) – 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, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 9	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
10	Auslaufzeit ³⁾ (alle)	Zeile 10	± 15 %
11	Viskosität ³⁾ (alle)	Zeile 11	± 20 %
12	Eindringtiefe (Silan, Siloxan)	Zeile 12	Klasse II: ≥ 10 mm
Frisches Gemisch			
13	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	Zeile 13	± 10 %
14	Topfzeit ²⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 14	± 15 %
15	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen ⁴⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 15	± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
16	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile (Polyurethan, Polymerdispersion, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 16	± 5 %

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 16: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS B (OS 2) nach Tabelle 15 (Fortsetzung und Schluss)

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 15	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
17	Aschegehalt (Polyurethan, Polymerdispersion, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 17	± 5 %
System			
18	Abreißversuch	Zeile 18	≥ 1,0 (0,7) 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⁾ 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.

Ergänzend zu Tabelle 16 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 17: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS B (OS 2) nach Tabelle 15

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Oberflächenschutzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems			
	1	2	3	4
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
			5	Lagerbedingungen
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 15	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Wirkstoffgehalt	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 II: ≥ 10 mm	

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 17: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS B (OS 2) nach Tabelle 15 (Fortsetzung und Schluss)

	1		2		3			4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 15	Anforderungen						
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit				Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
3	Frisches Gemisch								
	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren	Zeile 13							± 10 %
	Topfzeit	Zeile 14							± 15 %
	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen	Zeile 15							± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile	Zeile 16							± 5 %
	Aschegehalt	Zeile 17							± 5 %
	System								
Abreißversuch	Zeile 18							≥ 1,0 (0,7) MPa	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz								
	s. Sicherheitsdatenblatt								
5	Entsorgung								
6.1	Ausführung								
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4 mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, System-/Produktname	Mischungsverhältnis [GT]	Mindesttrockenschichtdicke [µm]	Auftragsart	Schichtdickenzuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m ²]	Trockenschichtdicke [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, Nichteisenmetalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

4.4.3 Oberflächenschutzsystem OS C (OS 4)

Tabelle 18: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS C (OS 4)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
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, Refraktometrie und gravimetrische Bestimmung (ggf. nach Totalhydrolyse), H ¹ -NMR und IR	< 7 d	Wert ermitteln
3	Dichte ²⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion eines 2-K Feinspachtels, Polyurethan, 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 ³⁾ (Polyurethan)	EN 1242	< 7 d	Wert ermitteln
9	Thermogravimetrie (Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 11358-1	< 7 d	Wert ermitteln
10	Auslaufzeit ⁴⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
11	Viskosität ⁴⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion, Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels, Polyurethan, 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 Bestandteile (Feinspachtel)	EN 12192-1	< 7 d	Wert ermitteln
Frisches Gemisch				
14	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	EN ISO 1517:1973	< 7 d	Wert ermitteln
15	Topfzeit ³⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 9514 ⁵⁾	< 7 d	Wert ermitteln
16	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen ⁶⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 868	14 d	Wert ermitteln

Tabelle 18: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS C (OS 4) (Fortsetzung)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ⁷⁾	Anforderung
17	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels, 1-K-Polyurethan, 2-K-Polyurethan; Polymerdispersion, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3251	< 7 d ⁷⁾ , 14 d ⁸⁾	Wert ermitteln
18	Aschegehalt (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels, 1-K-Polyurethan, 2-K-Polyurethan, Polymerdispersion, Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3451-1	< 7 d ⁷⁾ , 14 d ⁸⁾	Wert ermitteln
19a	Konsistenz ⁹⁾ (Feinspachtel)	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 ¹⁰⁾ (Temperatur, Zeit) (Feinspachtel)	Anhang A1.10 [1]	< 7 d	Wert ermitteln
19e	Verarbeitbarkeit –Fließverhalten ⁹⁾ (Feinspachtel)	EN 13395-2	< 7 d	Wert ermitteln
19f	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) ¹⁰⁾ (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	Abreibversuch	DIN EN 1542 Anhang A3.2 [1]	14 d	≥ 1,0 (0,7) MPa Der erstgenannte Wert ist der arithmetische Mittelwert, der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Einzelwert jeder Prüfung.
21	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2
22	CO ₂ -Durchlässigkeit ¹¹⁾	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	s _D > 50 m
23	Wasserdampf-Durchlässigkeit ¹¹⁾	DIN EN ISO 7783	90 – 180 d	Klasse I: s _D < 5 m ¹²⁾
24	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit ¹¹⁾	DIN EN 1062-3	21 d	w < 0,1 kg/(m ² ·h ^{0,5})

Tabelle 18: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS C (OS 4) (Fortsetzung und Schluss)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung 1)	Anforderung
25	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit	DIN EN 13687-2	14 d	Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch ≥ 1,0 (0,7) MPa Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung.
	Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)			
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

⁵⁾ Alternativ kann das Prüfverfahren nach Anhang A3.1 [1] ,angewendet werden

⁶⁾ Nur für flexible Harze und Produkte, bei denen die Topfzeit nicht gemessen werden kann.

⁷⁾ bei einkomponentigen Systemen

⁸⁾ bei zweikomponentigen Systemen

⁹⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeit

¹⁰⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

¹¹⁾ nur h_{wO}

¹²⁾ 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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 19: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS C (OS 4) nach Tabelle 18

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 18	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
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 eines 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion; Polyurethan, 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 eines 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 9	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
10	Auslaufzeit ³⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion eines 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 10	± 15 %
11	Viskosität ³⁾ (Silan, Siloxan, Polymerdispersion eines 2-K Feinspachtels, Polymerdispersion, Polyurethan, Wasseremulgiertes EP)	Zeile 11	±20 %
12	Eindringtiefe (Silan, Siloxan)	Zeile 12	Klasse II: ≥ 10 mm
13	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile Bestandteile (Feinspachtel)	Zeile 13	> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)
Frisches Gemisch			
14	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	Zeile 14	± 10 %
15	Topfzeit ²⁾ (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 15	± 15 %

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 19: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS C (OS 4) nach Tabelle 18 (Fortsetzung und Schluss)

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 18	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
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 nichtflüchtige Anteile (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels, Polymerdispersion; Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 17	± 5 %
18	Aschegehalt (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels, Polymerdispersion; Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	Zeile 18	± 5 %
19a	Konsistenz ⁵⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19a	Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
19b	Luftgehalt (Feinspachtel)	Zeile 19b	± 2 % absolut
19c	Rohdichte (Feinspachtel)	Zeile 19c	± 5 %
19d	Konsistenzänderung ⁶⁾ (Temperatur, Zeit) (Feinspachtel)	Zeile 19d	keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
19e	Verarbeitbarkeit –Fließverhalten ⁵⁾ (Feinspachtel)	Zeile 19e	± 15 %
19f	Verarbeitbarkeitszeit ⁶⁾ (Anstiegszeit) (Feinspachtel)	Zeile 19f	± 20 %
Festmörtel			
19g	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 19g	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \% ; \Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
System			
20	Abreißversuch	Zeile 20	$\geq 1,0 (0,7) \text{ MPa}$

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

³⁾ 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.

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 19 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 20: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS C (OS 4) nach Tabelle 18

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
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
			5	Lagerbedingungen
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 18	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Zeile 1		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
	Wirkstoffgehalt	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 II: ≥ 10 mm	
Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile	Zeile 13		> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)	

Tabelle 20: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS C (OS 4) nach Tabelle 18
(Fortsetzung)

	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 18	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
3	Frisches Gemisch			
	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren	Zeile 15		± 10 %
	Topfzeit	Zeile 15		± 15 %
	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen	Zeile 16		± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile	Zeile 17		± 5 %
	Aschegehalt	Zeile 18		± 5 %
	Konsistenz	Zeile 19a		Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
	Luftgehalt	Zeile 19b		± 2 % absolut
	Rohdichte	Zeile 19c		± 5 %
	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 19d		keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten	Zeile 19e		± 15 %
	Verarbeitbarkeitszeit (Anstiefungszeit)	Zeile 19f		± 20 %
	Festmörtel			
	Festigkeit Lagerung B, 28 d	Zeile 19g		$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \% ; \Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
System				
Abreißversuch	Zeile 20		$\geq 1,0 (0,7) \text{ MPa}$	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz			
	s. Sicherheitsdatenblatt			
5	Entsorgung			

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 20: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS C (OS 4) nach Tabelle 18
(Fortsetzung und Schluss)

1		2		3			4		
Merkmal		Bezug zu Tabelle 18		Anforderungen					
				projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
Ausführung									
6.1	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4 mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, System-/Produktname	Mischungsverhältnis [GT]	Mindest-trockenschichtdicke [µm]	Auftragsart	Schichtdicken-zuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m ²]	Trockenschichtdicke [µm]	Mischen (Art/Dauer) [min]
			d_{\min}		d_z	$d_s = d_{\min} + d_z$	$MV = \frac{d_s \cdot \text{Dichte}}{FV \cdot 10}$		
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, Nichteisenmetalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

4.4.4 Oberflächenschutzsystem OS D (OS 5)

Tabelle 21: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
1	2	3	4	5
Bestandteile				
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Dichte ²⁾ (Polymerdispersion des 2-K 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 2-K-Feinspachtels, Polymer-dispersion, Polymer/ Zementgemisch)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
8	Viskosität ⁴⁾ (Polymerdispersion des 2-K-Feinspachtels, Polymer-dispersion, Polymer/ Zementgemisch)	EN ISO 3219	< 7d	Wert ermitteln
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 12192-1	< 7 d	Wert ermitteln
Frisches Gemisch				
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	EN ISO 1517:1973	< 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 12190 u. EN 1015-6	< 7 d	Wert ermitteln

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 21: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b)
(Fortsetzung)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
1	2	3	4	5
11d	Konsistenzänderung ⁶⁾ (Temperatur, Zeit) (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Anhang A1.10 [1]	< 7 d ???	Wert ermitteln
11e	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten ⁵⁾ (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 13395-2	< 7 d	Wert ermitteln
11f	Verarbeitbarkeitszeit ⁶⁾ (Ansteifungszeit) (Feinspachtel; Polymer/Zement 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 15429 Anhang A3.2 [1]	14 d	≥ 0,8 (0,5) MPa; Der erstgenannte Wert ist der arithmetische Mittelwert, der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Einzelwert jeder Prüfung.
13	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2
14	CO ₂ -Durchlässigkeit ⁷⁾	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	s _D > 50 m
15	Wasserdampf-Durchlässigkeit ⁷⁾	DIN EN ISO 7783	90 – 180 d	Klasse I: s _D < 5 m ⁸⁾
16	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit ⁷⁾	DIN EN 1062-3	21 d	w < 0,1 kg/(m ² ·h ^{0,5})
17	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-2	14 d	Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch ≥ 0,8 (0,5) MPa; Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung.
		DIN EN 13687-1	42 d	
18	Rissüberbrückungsfähigkeit Im Anschluss an die Konditionierung 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 Rissüberbrückungsfähigkeit am Bauteil wird durch Verfahren B, Klasse B.2, bei einer Prüftemperatur von –20 °C nachgewiesen. Zusätzlich müssen die Anforderungen nach Nr. 4.3.4 eingehalten werden.
			56 d	

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 21: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b)
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
1	2	3	4	5
19	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2
20	Künstliche Bewitterung nach 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⁾ Nur bei einkomponentigen Systemen.

⁴⁾ Alternative Verfahren Viskosität

⁵⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeit

⁶⁾ alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

⁷⁾ nur hwO

⁸⁾ 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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 22: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 21	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
Bestandteile			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Zeile 1	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte ¹⁾ (Polymerdispersion des 2-K 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 2-K Feinspachtels bzw. des Polymer/Zementgemisches, Polymerdispersion)	Zeile 4	± 5 %
5	Aschegehalt ²⁾ (Feinspachtel, Polymerdispersion des 2-K 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; Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels bzw. des Polymer/ Zementgemisches)	Zeile 7	± 15 %
8	Viskosität ³⁾ (Polymerdispersion; Polymerdispersion des 2-K Feinspachtels bzw. des Polymer/ Zementgemisches)	Zeile 8	±20 %
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 9	> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)
Frisches Gemisch			
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	Zeile 10	± 10 %
11a	Konsistenz ⁴⁾ (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11a	Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
11b	Luftgehalt (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11b	± 2 % absolut

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 22: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21 (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 21	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
11c	Rohdichte (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	Zeile 11c	± 5 %
11d	Konsistenzänderung ⁵⁾ (Temperatur, Zeit)	Zeile 11d	keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
11e	Verarbeitbarkeit –Fließverhalten ⁴⁾ (Feinspachtel; Polymer/ Zementgemisch)	Zeile 11e	± 15 %
11f	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) ⁵⁾ (Feinspachtel; Polymer/ Zementgemisch)	Zeile 11f	± 20 %
Festmörtel			
11g	Festigkeit Lagerung B, 28 d (Feinspachtel)	Zeile 11g	$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$; $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
System			
12	Abreißversuch	Zeile 12	≥ 0,8 (0,5) MPa 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⁾ nur bei einkomponentigen Systemen

³⁾ 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.

⁴⁾ Alternative Verfahren Verarbeitbarkeit

⁵⁾ Alternative Verfahren Verarbeitbarkeitszeit

Ergänzend zu Tabelle 22 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 23: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Oberflächenschutzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems			
	1	2	3	4
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
				5 Lagerbedingungen
3	Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 21	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Allgemeines Erscheinungsbild 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 nichtflüchtige 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		> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)	

Tabelle 23: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21 (Fortsetzung und Schluss)

1		2		3			4		
Merkmal	Bezug zu Tabelle 21	Anforderungen							
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit				Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen			
3									
Frisches Gemisch									
Oberflächentrocknungszeit Glasperlenverfahren	Zeile 10								± 10 %
Konsistenz	Zeile 11a								Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
Luftgehalt	Zeile 11b								± 2 % absolut
Rohdichte	Zeile 11c								± 5 %
Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	Zeile 11d								keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
Verarbeitbarkeit – Fließverhalten	Zeile 11d								± 15 %
Verarbeitbarkeitszeit (An- steifungszeit)	Zeile 11e								± 20 %
Festmörtel									
Festigkeit Lagerung B, 28 d	Zeile 11f								$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \% ; \Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$
System									
Abreißversuch	Zeile 12								≥ 0,8 (0,5) MPa
4									
Sicherheit /Arbeitsschutz									
s. Sicherheitsdatenblatt									
5									
Entsorgung									
6.1									
Ausführung									
Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4 mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)									
6.2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Aufbau, System-/ Produktname	Mischungsverhältnis [GT]	Mindest-trockenschichtdicke [µm]	Auftragsart	Schichtdicken-zuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m ²]	Trockenschichtdicke [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 rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle									
Trennmittel									
Sonstige Randbedingungen									

4.4.5 Oberflächenschutzsystem OS F (OS 11)

Tabelle 24: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
1	2	3	4	5
Bestandteile				
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Dichte ²⁾ (alle) – 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	Epoxid-Äquivalent ³⁾ (mod. EP-System)	EN 1877-1	< 7 d	Wert ermitteln
5	Aminzahl (mod. EP-System) ³⁾	EN 1877-2	< 7 d	Wert ermitteln
6	Hydroxylzahl (Polyurethan) ³⁾	EN 1240	< 7 d	Wert ermitteln
7	Isocyanatgehalt ³⁾ (Polyurethan)	EN 1242	< 7 d	Wert ermitteln
8	Thermogravimetrie (alle)	EN ISO 11358-1	< 7 d	Wert ermitteln
9	Auslaufzeit (alle) ⁴⁾	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
10	Viskosität (alle) ⁴⁾	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln
Frisches Gemisch				
11	Topfzeit ³⁾ (alle)	EN ISO 9514 ⁵⁾	< 7 d	Wert ermitteln
12	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen (alle) ⁶⁾	EN ISO 868	14 d	Wert ermitteln
13	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile (alle) ⁷⁾	EN ISO 3251	14 d	Wert ermitteln
14	Aschegehalt (alle) ⁷⁾	EN ISO 3451-1	14 d	Wert ermitteln
System				
15	Abreißversuch	DIN EN 1542 Anhang A3.2 [1]	14 d	≥ 1,5 (1,0) MPa; arithmetischer Mittelwert (kleinster zulässiger Einzelwert jeder Prüfung).
16	Abriebfestigkeit	DIN EN ISO 5470-1	14 d	Masseverlust weniger als 3 000 mg, Reibrad: H22/1000 Zyklen/Last: 1 000 g Zusätzlich müssen die Anforderungen der EN 13813 erfüllt sein (siehe Abschnitt 4.3.1)
	Verschleißwiderstand	DIN EN 13892-4 (BCA)		mindestens Klasse AR1 nach DIN EN 13813
	Widerstand gegen Rollbeanspruchung	DIN EN 13892-5		mindestens Klasse RWA10 nach DIN EN 13813
17	CO ₂ -Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	sD > 50 m

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 24: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b)
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung ¹⁾	Anforderung
1	2	3	4	5
18	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN ISO 7783	90 – 180 d	Klasse I: $sD < 5 \text{ m}$ Klasse II: $5 \text{ m} \leq sD \leq 50 \text{ m}$ Klasse III; $sD > 50 \text{ m}$
19	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit	DIN EN 1062-3	21 d	$w < 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
20	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-2	14 d	Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch $\geq 1,5 (1,0) \text{ MPa}$; Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung.
		DIN EN 13687-1	42 d	
21	Widerstandsfähigkeit gegen starken chemischen Angriff Klasse I: 3 d ohne Druck Prüflüssigkeiten: Gruppen 1, 3 und 10 nach EN 13529	DIN EN 13529	42 d	24 h nach der Entnahme der Beschichtung aus der Prüflüssigkeit Verringerung der Härte um weniger als 50 % bei Messung nach dem Eindruckversuch nach Buchholz, EN ISO 2815, oder Shore-Härte, EN ISO 868
22	Rissüberbrückungsfähigkeit Im Anschluss an die Konditionierung 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 Rissüberbrückungsfähigkeit am Bauteil wird durch Verfahren B, Klasse B3.2, bei einer Prüftemperatur von -20 °C nachgewiesen. Zusätzlich müssen die Anforderungen nach Nr. 4.3.4 eingehalten werden. - bei OS F (OS 11a) keine Durchrisse und oberseitigen Anrisse der hwO, der Verschleißschicht und der Deckversiegelung - Oberflächige Anrisse (bei OS F b (OS 11b)) $\leq 50 \text{ }\mu\text{m}$ - Unterseitige Anrisse $\leq 25 \%$ der Dicke der hwO - Ablösungen auf keiner Seite des Risses $\geq 2 \text{ d}$ der hwO
			56 d	
23	Schlagfestigkeit	ISO 6272-2	14 d	Nach der Belastung keine Risse und kein Abblättern Klasse I: $\geq 4 \text{ Nm}$
24	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2
25	Griffigkeit/Rutschfestigkeit	DIN EN 13036-4	14 d	Klasse III: > 55 im nassen Zustand geprüfte Einheiten (außen)

- 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
- ⁵⁾ Alternativ kann das Prüfverfahren nach Anhang A3.1 [1] angewendet werden
- ⁶⁾ nur für flexible Harze und Produkte, bei denen die Topfzeit nicht gemessen werden kann.
- ⁷⁾ nur bei zweikomponentigen Systemen

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 25: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b) nach Tabelle 24

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 24	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
Bestandteile			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Zeile 1	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte ¹⁾ (alle) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2	± 3 %
3	Infrarotspektrum (alle)	Zeile 3	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
4	Epoxid-Äquivalent ²⁾ (mod. EP-System)	Zeile 4	± 5 %
5	Aminzahl ²⁾ (mod. EP-System)	Zeile 5	± 6 %
6	Hydroxylzahl ²⁾ (Polyurethan)	Zeile 6	± 10 %
7	Isocyanatgehalt ²⁾ (Polyurethan)	Zeile 7	± 10 %
8	Thermogravimetrie (alle)	Zeile 8	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
9	Auslaufzeit (alle) ³⁾	Zeile 9	± 15 %
10	Viskosität (alle) ³⁾	Zeile 10	±20 %
Frisches Gemisch			
11	Topfzeit ²⁾ (alle)	Zeile11	± 15 %
12	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen (alle)	Zeile 12	± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
13	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile ⁴⁾ (alle)	Zeile13	± 5 %
14	Aschegehalt ⁴⁾ (alle)	Zeile 14	± 5 %
System			
15	Abreiβversuch	Zeile 15	≥ 1,5 (1,0) MPa Der erstgenannte Wert ist der arithmetische Mittelwert, der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Einzelwert jeder Prüfung.

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 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

⁴⁾ nur bei zweikomponentigen Systemen

Ergänzend zu Tabelle 24 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 26: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b) nach Tabelle 24

Nr.	1	2		
1	Allgemeines			
	Hersteller (Name und Adresse)			
	Name des Oberflächenschutzsystems			
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-ING 3-4			
2	Komponenten des Oberflächenschutzsystems			
	1	2	3	4
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer
			5	Lagerbedingungen
3	Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung			
	1	2	3	4
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 23	Anforderungen	
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	Bestandteile			
	Allgemeines Erscheinungsbild 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
	Epoxid-Äquivalent	Zeile 4		± 5 %
	Aminzahl	Zeile 5		± 6 %
	Hydroxylzahl	Zeile 6		± 10 %
	Isocyanatgehalt	Zeile 7		± 10 %
	Thermogravimetrie	Zeile 8		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
	Auslaufzeit	Zeile 9		± 15 %
	Viskosität	Zeile 10		±20 %
Frisches Gemisch				
Topfzeit	Zeile 11		± 15 %	
Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen	Zeile 12		± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen	

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 4

Tabelle 26: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b) nach Tabelle 24 (Fortsetzung und Schluss)

3	Frisches Gemisch								
	1		2		3			4	
	Merkmal		Bezug zu Tabelle 23		Anforderungen				
					projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile		Zeile 13					± 5 %	
	Aschegehalt ¹⁾		Zeile 14					± 5 %	
System									
Abreißversuch		Zeile 15					≥ 1,5 (1,0) MPa		
4	Sicherheit /Arbeitsschutz								
	s. Sicherheitsdatenblatt								
5	Entsorgung								
6.1	Ausführung								
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-ING 3-4 mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, System-/Produktname	Mischungsverhältnis [GT]	Mindest-trockenschichtdicke [µm]	Auftragsart	Schichtdicken-zuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m ²]	Trockenschichtdicke [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 rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

5 Literaturverzeichnis

[1] BAW-Empfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren“ der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2017, ISSN 2192-5380

[2] BAW-Merkblatt „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung (MDCC)“ der Bundesanstalt für Wasserbau Ausgabe 2017, ISSN 2192-5380

[3] BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton (MFB)“, der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2012, ISSN 2192-5380

[4] DAfStb-Richtlinie „Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie), Ausgabe 2001. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin.

6 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1:** Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz in Abhängigkeit der Einwirkungen
- Tabelle 2:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 1
- Tabelle 3:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 1
- Tabelle 4:** Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM oder RC in Abhängigkeit der Einwirkungen
- Tabelle 5:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 4
- Tabelle 6:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 4
- Tabelle 7:** Empfehlungen zu Merkmalen von Polymerbeton (PRC) als Betonersatz und Zuordnung zu Einwirkungen
- Tabelle 8:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Polymerbeton (PRC) als Betonersatz nach Tabelle 7
- Tabelle 9:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Polymerbeton (PRC) als Betonersatz nach Tabelle 7
- Tabelle 10:** Systemspezifische Mindestschichtdicken $d_{min,S}$ der hauptsächlich wirksamen Oberflächen schutzschicht (hwO) für Oberflächenschutzsysteme
- Tabelle 11:** Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen
- Tabelle 12:** Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS A (OS 1)
- Tabelle 13:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS A (OS 1) nach Tabelle 12
- Tabelle 14:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS A (OS1) nach Tabelle 12
- Tabelle 15:** Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS B (OS 2)
- Tabelle 16:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS B (OS 2) nach Tabelle 15
- Tabelle 17:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS B (OS 2) nach Tabelle 15
- Tabelle 18:** Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS C (OS 4)
- Tabelle 19:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS C (OS 4) nach Tabelle 18
- Tabelle 20:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS C (OS 4) nach Tabelle 18
- Tabelle 21:** Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b)

Tabelle 22: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21

Tabelle 23: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS D II (OS 5a) und OS D I (OS 5b) nach Tabelle 21

Tabelle 24: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b)

Tabelle 25: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b) nach Tabelle 24

Tabelle 26: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS F a (OS 11a) und OS F b (OS 11b) nach Tabelle 24

Anhang A

Projektbezogene Prüfungen für Polymerbeton (PRC) als Betonerersatz im Handauftrag

A 1 Anwendung Durchführung der Prüfung zur Bestimmung der Ablaufneigung von Betonerersatz aus Polymerbeton (PRC)

(1) Das Harzgemisch ist mit einem Spaltrakel, Spaltweite 200 µm bzw. 500 µm je nach Gesamt-Sollschichtdicke, auf zwei waagrecht liegende Stahlplatten nach DIN EN 13062 (Mindestmaße: 70 mm x 150 mm), aufzubringen und zu prüfen.

A 2 Beschreibung des Verfahrens Herstellung von Probekörpern aus Betonerersatz Polymerbeton (PRC)

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4, 6 und 7, bzw. DIN EN 1542. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonerersatzprodukte sollen beachtet werden. Von der Prüfnorm abweichende Anweisungen sind im Prüfbericht darzustellen.

(2) Der Betonerersatz im Handauftrag ist mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen, für die 7-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

bei $(T_{\min.P} \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$;

Lagerung B

im Normaklima (gemäß DIN 50 014-23/50-2)

Lagerung C

6 h Lagerung B, anschließend 18 h bei $(60 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$, danach 24 h Lagerung B.

(7) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung A sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Harzzugabemenge im Alter von 1 d, 2 d, 3 d und 7 d zu ermitteln.

(8) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung B sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Harzzugabemenge im Alter von 1 d und 7 d zu ermitteln.

(9) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung C sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Harzzugabemenge im Alter von 2 d zu ermitteln.

A 3 Untersuchung des Verhaltens bei bewehrten Verbundkörpern mit Betonerersatz aus Polymerbeton (PRC)

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind zu beschichten.

(2) Die freiliegenden Bewehrungsstäbe der Reprofilierungsplatten sind mit der zum Betonerersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu beschichten. Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Varianten, so ist die Schichtenfolge anzugeben.

(3) Die Auftragsmengen der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie die Verfahrensweise beim Beschichten sind im Prüfbericht anzugeben.

(4) Die Beschichtungsdicke der Plattengrundkörper richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser des Zuschlags

Größtkorn	Beschichtungsdicke
$\leq 4 \text{ mm}$	20 mm
$> 4 \text{ mm}$	40 mm

b) nach der max. Anwendungsschichtdicke.

Anwendungsdicke x	Beschichtungsdicke
$\leq 20 \text{ mm}$	20 mm
$20 < x \leq 4 \text{ mm}$	40 mm

Der größere Wert ist maßgebend.

(5) Alle nicht mit PRC versehenen Flächen sind mit einem Reaktionsharz wasserundurchlässig zu beschichten.

(6) Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper erfolgen gemäß DIN EN 13687-1 Abschnitt 4.6.6. (3) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper innerhalb von 30 min augenscheinlich auf Rissbildung und Abwitterung des PRC zu untersuchen.

(7) Risse sind zu dokumentieren. Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung sind die Probekörper längs der in Bild 3 skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Rissbildung und Hohlstellen zu beurteilen. Die Bewehrungsstäbe sind freizulegen und hinsichtlich Korrosionserscheinungen zu beurteilen.

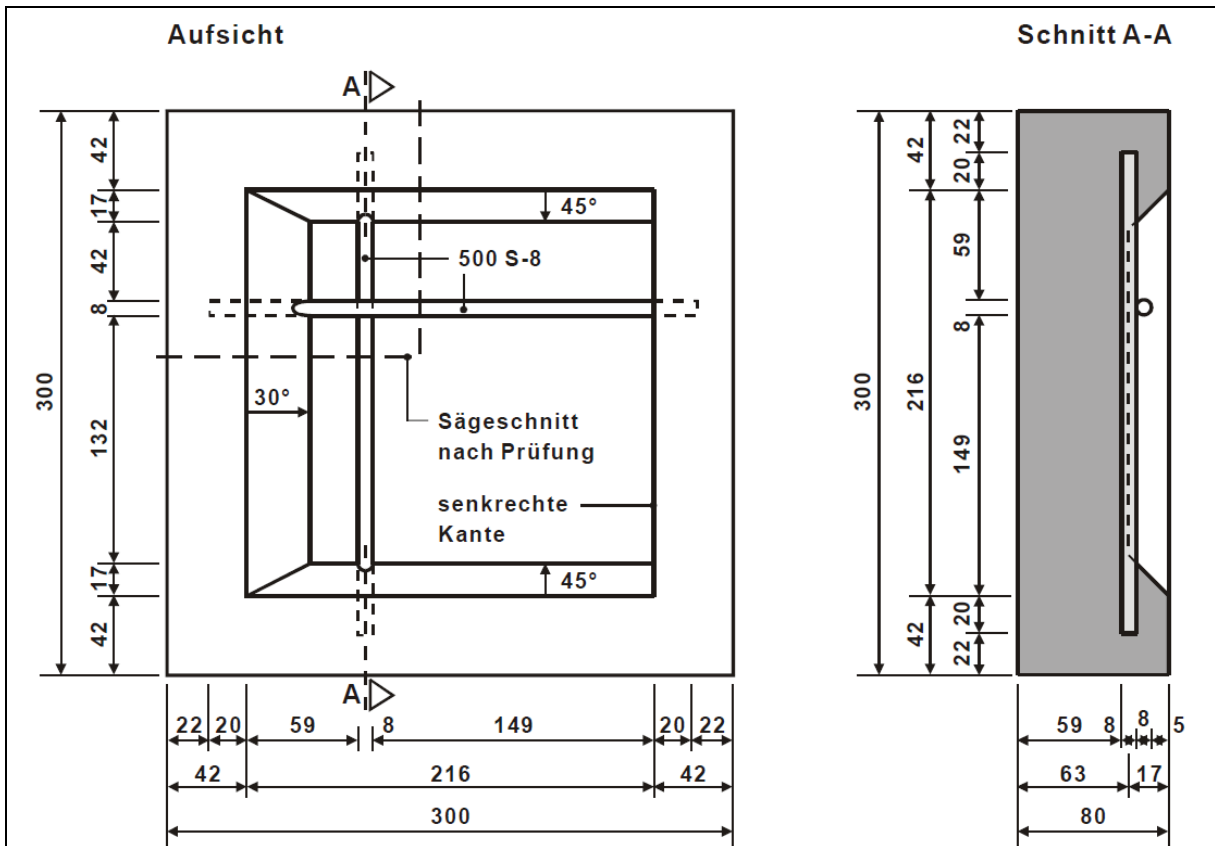


Bild A1: Reprofilierungsplatten Grundkörper für die Prüfung des Verhaltens bei bewehrten Verbundkörpern zu A 3

Bundesministerium für Verkehr, Bau und digitale Infrastruktur

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 30.04.2019

Teil 3 Massivbau

Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen

Hinweise für den Sachkundigen Planer zur Festlegung von Leistungsmerkmalen zu Produkten zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen hinsichtlich bauwerksbezogener Produktmerkmale und Prüfverfahren

1 Vorbemerkung

Die Hinweise haben empfehlenden Charakter. Sie sollen den Sachkundigen Planer bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen sowie den Auftraggeber bei der Erstellung der Ausschreibung sowie bei der Baudurchführung für das jeweilige Projekt unterstützen.

2 Anwendungshinweise

Für Rissfüllstoffe gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 5 sind vom Sachkundigen Planer 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 projektspezifisch festlegen,

- welche Produktmerkmale, zugehörigen Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch den Auftragnehmer erfolgen muss,
- welche Produktmerkmale, zugehörigen Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch den Auftragnehmer erfolgen muss und
- welchen Aufbau und Mindestumfang die verbindlichen Angaben zur Ausführung des Herstellers aufweisen müssen.

Die getroffenen Festlegungen sind vertraglich zugrunde zu legen.

Der Umfang der Prüfungen ergibt sich aus der Überprüfung der für den vorgesehenen Verwen-

dungszweck erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der Sachkundige Planer festlegt. Diese sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen, vollständig zu überprüfen und zu dokumentieren.

Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die vollständige Dokumentation der projektspezifischen Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit und zum Nachweis der Übereinstimmung vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

Ebenso ist zu prüfen, ob eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

2.1 Nachweis der Verwendbarkeit

Bei der Festlegung der Produktmerkmale sind die Aspekte:

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

zu berücksichtigen.

In den folgenden Abschnitten werden Hinweise gegeben, welche bauwerksbezogenen Produktmerkmale vor diesem Hintergrund angemessen sein können. Hinsichtlich geeigneter Prüfverfahren und einzuhaltender Anforderungen werden in den entsprechenden Tabellen der nachfolgenden Nummern Empfehlungen gegeben (Tabelle 1 bis 3).

Beschreibungen derjenigen Prüfverfahren, die nicht bereits in Normen und Regelwerken erfasst

sind, finden sich im Anhang A2 der BAW-Empfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren“ [1].

Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen. 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.

Als Nachweis der Verwendbarkeit wird eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern dieser den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

2.2 Nachweis der Übereinstimmung

Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Nachweis der Übereinstimmung können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Nummern entnommen werden. Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

Als Nachweis der Übereinstimmung wird die prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

Der Sachkundige Planer prüft, ob eine Differenzierung zwischen Art und Umfang eines Nachweises der Übereinstimmung generell und Annahmeprüfungen für die Baustelle zulässig sind. Entsprechende Regelungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen. Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Nachweis der Übereinstimmung gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

2.3 Angaben zur Ausführung

Es sind vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen, 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 Nummern entnommen werden. Die Bereitstellung dieser durch den Auftragnehmer ist vertraglich zu vereinbaren.

Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle¹⁾ werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

3 Rissfüllstoffe gemäß ZTV-ING 3-5

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

Der Sachkundige Planer legt gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 5 unter Berücksichtigung der für das Bauteil maßgeblichen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund den geeigneten Rissfüllstoff und die geeignete Füllart fest. Die nachfolgenden Merkmale gelten für alle Einwirkungen gemäß Teil 3 Abschnitt 5.

Rissfüllstoffe sollten Anforderungen

- zum kraftschlüssigen Füllen (F) von Rissen nach Nr. 3.1,
- zum dehnbaren Füllen (D) von Rissen nach Abschnitt Nr. 3.2 oder
- zum Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen der Risse) und Abdichten von Rissen nach Abschnitt Nr. 3.3 (A)

erfüllen.

Empfehlungen für Merkmale von Rissfüllstoffen aus polymeren Stoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen sind in Tabelle 1, für zementgebundene Rissfüllstoffe in Tabelle 2 enthalten. Die Empfehlungen für Merkmale von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen mit polymeren Stoffen sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

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

Die verbindlichen Angaben zur Ausführung nach Nr. 3.4 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 Mischungszusammensetzungen mit den Einzelkomponenten gewährleisten.

Die Tabellen A 3.5.2 und A 3.5.3 in ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 5 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 Instandsetzungsverfahren in Abhängigkeit von der Einwirkung auf den Füllbereich.

3.1 Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen (F)

Für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen nach ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 5 sollten die Merkmale nach den Tabellen 1 und 2 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit polymeren Rissfüllstoffen (P) sollte 20 min betragen. Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen (H) sollte 30 min betragen.

Bei Hohlrauminjektionen mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen (H) sollte die Mindestverarbeitbarkeitsdauer 120 min betragen.

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 $Cl^- \leq 0,2 \%$ Massenanteile bezogen auf den Zementgehalt einhalten und
- dass sie in der elektrochemischen Prüfung nach DIN EN 480-14 die Anforderung an die Stromdichte von $\leq 10 \mu A/cm^2$ 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.

3.2 Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen (D)

Für die Rissfüllstoffe zum begrenzt dehnbaren Füllen nach ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 5 sollten die Merkmale nach Tabelle 3 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion sollte 20 min betragen.

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

Sofern dehnbare Rissfüllstoffe in Bauteilen eingesetzt werden, die Temperatur-Wechselbeanspruchungen 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.

SPUR sollte die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllen.

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

Rissfüllstoffe nach ZTV-ING 3-5 zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) sollten die Anforderungen für die Festigkeitsklasse F3 nach Nr. 3.1 erfüllen.

Rissfüllstoffe nach ZTV-ING 3-5, die die Anforderungen nach Nr. 3.1 oder 3.2 erfüllen, sind grundsätzlich zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und Abdichten verwendbar. Für hydraulische Rissfüllstoffe sollten die Anforderungen der Festigkeitsklasse F3 nach Nr. 3.1 erfüllt werden.

¹⁾ Für Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die nach Art. 30 BauPVO für alle Produktbereiche benannte technische Bewertungsstelle.

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾
	allgemein	außer						
Bestandteile								
1	XALL	-	Dichte (alle)	EN ISO 2811-1- EN ISO 2811-2 ²⁾	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
2	XALL	-	Epoxid-Äquivalent ³⁾ (EP)	EN 1877-1	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
3	XALL	-	Aminzahl ³⁾ (EP)	EN 1877-2	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
4	XALL	-	Hydroxylzahl ³⁾ (mod. PUR)	EN 1240	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
5	XALL	-	Isocyanatgehalt ³⁾ (mod. PUR)	EN 1242	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
6	XALL	-	Andere funktionelle Gruppen (alle)	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
7	XALL	-	Infrarotspektroskopie (alle)	EN 1767	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	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 (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff								
9	XALL	-	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}	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
10	XALL	-	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T_{min} , T_{norm} , T_{max} F(P)	Injektionsversuch am Bauteil - 1K-Anlage (s. Zeile 24)	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d
11	XALL	-	Mischgenauigkeit bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Injektionsversuch am Bauteil - 2K-Anlage (s. Zeile 24)	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	-	< 7d
12	XALL	-	Topfzeit ³⁾ F(P)	EN ISO 9514	Werte ermitteln (siehe Tabelle 4)	X	X	< 7 d

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2	3	4	5	6	7	8
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P), F-V (P)	F-I (P), F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾	
allgemein	außer								
13	XC1 trocken	EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Haftung durch Haftzugfestigkeit F(P)	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	Nach Prinzip 4 F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa (2,5 MPa) ⁵⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) ⁵⁾ Sofern $f_{ct} \leq 3,5$ MPa ist, wird kohäsives Versagen im Beton gefordert. Sofern $f_{ct} > 3,5$ MPa, ist kohäsives Versagen im Beton oder adhäsives Versagen in der Grenzfläche Beton-Rissfüllstoff zulässig.	X	X	42 d	
14	XALL	EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Haftung durch Schrägscherfestigkeit F(P)	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Rissmuster wie bei den Kontrollprismen)	X	X	21 d	

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal		Prüfverfahren		Anforderung		F-I (P),		F-V (P)		Dauer der Prüfung ¹⁾			
	allgemein	außer														
15	XALL	-	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen F(P)		EN ISO 3251 - Einwaage, frisch gemischter Rissfüllstoff: 10 g (Ausgangsmasse, m _i) Nach 7-tägiger Lagerung bei (21 ± 2) °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			
17	XALL	XCR DP XCR WT XCR WF XBW2	Injizierbarkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm–0,2 mm–0,3 mm:		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			
			Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit 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 Abstandhalter 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 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P), F-V (P)	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾
	allgemein	außer						
18	XALL	EP-I, EP-V, in Kombination mit Einwirkungen XCR DY	Injizierbarkeit bei nicht trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm – 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spalt- zugfestigkeit 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit F(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 Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 7 MPa	X X X	- X X	28 d
		F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2		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 ver- wendet 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	
19	XALL	-	Zugfestigkeitsentwicklung bei Polymeren T_{min} , T_{norm} , T_{max} F(P)	DIN EN 1543 Die Prüfung muss unter drei Konditionierungs- 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 niedrigere Wert ist maßge- bend)	X	X	< 7 d

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2	3	4	5	6	7	8
	allgemein	außer	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5	Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾
20	XC1 – XC4 XD1– XD3 XF1 – XF4	EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN		Haftung durch Haftzugfestigkeit 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 Angang A3 [1]	F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa (2,5 MPa) ⁵⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) ⁵⁾	X	X	42 d
21	XALL	EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN		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) ⁵⁾ F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) (a) ⁵⁾	X	X	42 d
22	XALL	EP-I in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN		Festigkeit im Riss – Injektionsverfahren ⁶⁾ F(P)	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2, [1]	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	X	-	28 d
				Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren F(P)		≥ 80 %			

Tabelle 1: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2	3	4	5	6	7	8
	allgemein	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung ¹⁾
		außer							
23	XDYN	EP-I in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2	Festigkeit im Riss – Injektionsverfahren ⁶⁾ F(P)	Balkenversuch im Labor unter dynamischer Belastung nach Anhang A2 [1]	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	X	-	28 d	
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren F(P)						≥80 %
24	XALL	XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Festigkeit im Riss - Vergießen F(P)	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2 [1]	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	-	X	28 d	
25	XALL	XCR DP ⁴⁾ XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Füllgrad im Riss - Vergießen F(P)	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2 [1]	> 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⁾ Anwendung bei XCR DP mit Nachweis der Wasserverträglichkeit

⁵⁾ Der in Klammern angegebene Wert ist der niedrigste zulässige Messwert.

⁶⁾ inkl. Mischgenauigkeit bei 2K-Injektionsanlagen durch Auslitern der Einzelkomponenten und Erhärtungskontrolle am gemischten Rissfüllstoff in Becherprobe (Rückstellprobe)

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5					Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	
	allgemein	außer							ZL-I	ZS-I	ZL-I		ZS-I	ZL-V		ZS-V
Bestandteile																
1	XALL	-	Dichte ²⁾ A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H C: Zusatzmittel	DIN EN 1936:2007-02 (Reindichte) DIN EN ISO 2811-1 oder DIN EN ISO 2811-2	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d				
2	XALL	-	Korngrößenverteilung (Komp. A)	ISO 13320	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d				
3	XALL	-	Bestimmung nicht flüchtigen Bestandteile (Komp. B, C)	DIN EN ISO 3251 alternativ: DIN EN ISO 11358	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	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 (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d				
5	XALL	-	Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	DIN EN 1767	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d				
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff																
6	XALL	-	Rohdichte am nicht erhärteten Rissfüllstoff	nach Angang A2.2 [1]	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	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 (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d				

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
8	XALL	-	Erstarrungszeit bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN 196-3	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d
9	XALL	-	Eindringstabilität bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	DIN EN 14497	Werte ermitteln (siehe Tabelle 5)	X	X	X	X	X	X	< 7 d
10	XALL	-	Volumenänderung (Absetzmaß)	DIN EN 445:1996-07	-1 % < Volumenänderung < +5 % des Anfangsvolumens	X	X	X	X	X	X	< 7 d
11	XC1 trocken	XDYN	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 ⁵⁾	X ⁵⁾	-	-	56 d
		XDYN										
		XCR WT										
		XCR WF										
		XBW2							X	X	56 d	

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5					Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	
	allgemein	außer							ZL-I	ZS-I	ZL-I		ZS-I	ZL-V		ZS-V
12	XALL	-	Rohdichte und Druckfestigkeit (2d, 7d) 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	XDYN	Haftung durch Schrägscherfestigkeit	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Rissmuster wie bei den Kontrollprismen)	X	X			-	-	35 d				
		XDYN														
		XCR WT				-	-	-	-	X	X					
		XCR WF														
		XBW2														
14	XALL	-	Bluten / Wasserabsonderung	DIN EN 445:1996-07	nach 3 h < 1 % des Anfangsvolumens ausgeblutet	X	X	X	X	X	X	< 7 d				
15	XALL	-	Chloridgehalt	DIN EN 196-2	≤ 0,2 % Massenanteile/Zementgehalt	X	X	X	X	X	X	< 7 d				

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F)) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5					Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	
	allgemein	außer							ZL-I	ZS-I	ZL-I		ZS-I	ZL-V		ZS-V
16	XALL		Injizierbarkeit bei trockenem Medium	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 3: < 12 min + 20 ml Überschuss - für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 3 MPa	-	X	-	X	-	X	28 d				
17		XCR DP XCR WT XCR WF XBW2	Rissbreiten: 0,3 mm Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit 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 ⁵⁾	X ⁵⁾	-	X	56 d				

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

	1		2	3	4	5		6		7		8		9		
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5					Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	
	allgemein	außer							ZL-I	ZS-I	ZL-I	ZS-I	ZL-V			ZS-V
18	XALL	XCR DY	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	-	X			28 d		
19		ZL-V, ZS-V in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR WT XCR WF XBW2		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 ⁵⁾	X ⁵⁾	-	X			56 d
20	XALL	-	Verarbeitbarkeitsdauer bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Prüfverfahren im Labor nach Anhang A2 [1]	Wert angeben Riss: mindestens 20 min bei einkomponentiger Verarbeitung Hohlrauminjektion: mindestens 120 min	X	X	-	-	X	X			< 7 d		
21	XC1– XC4 XD1– XD3 XF1– XF4	XDYN	Haftung durch Haftzugfestigkeit f_{t1} nach Temperaturwechselbeanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen	DIN EN 12618 2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Probenpräparation nach Anhang A2 [1]	F1; F2: Verringerung der Haftzugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes F3: Wert angeben	X	X	X ⁵⁾	X ⁵⁾	-	-			56 d		
		XDYN XCR WT XCR WF XBW2										X	X			56 d

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2	3	4	5		6		7		8		9		
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5					Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H) (F1 / F2)		F-I (H) (F3)		F-V (H)		Dauer der Prüfung ¹⁾	
	allgemein	außer							ZL-I	ZS_I	ZL-I	ZS-I	ZL-V			ZS-V
22	XC1- XC4 XD1- XD3 XF1- XF4	XDYN	Verträglichkeit mit Beton abgedeckt durch: Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618 2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Vgl. Zeile 14	F1; F2: Verringerung der Haftzugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes	X	X	X ⁵⁾	X ⁵⁾	-	-	56 d				
		XDYN XCR WT XCR WF XBW2				-	-	-	-	X	X					
23	XALL	XDYN	Dichtheit / Festigkeit im Riss - Injektionsverfahren	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2 [1]	Dichtheit, Lastaufnahme, Wert angeben	X	X	X ⁵⁾⁶⁾	X ⁵⁾⁶⁾	-	-	28 d				
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren		≥ 80 %											
24	XALL	XDYN	Druckfestigkeit nach Hohlrauminjektion- injektionsverfahren	Hohlrauminjektion im Labor nach Anhang A2 [1]	Druckfestigkeit, Druckfestigkeitssteigerung im Vergleich zum nicht injizierten Probekörper, Wert angeben	X	X	-	-	X	X	28 d				
			Füllgrad nach Hohlrauminjektion- Injektionsverfahren		Füllgrad > 80 %											
25	XALL	-	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⁾ 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.

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

⁵⁾ Der Nachweis dieses Merkmals kann entfallen für die Anwendung als Füllstoff zur Abdichtung von Arbeitsfugen gemäß DBV-Merkblatt mit Abdichtungsnachweis am Bauteil.

⁶⁾ Der Nachweis dieses Merkmals kann entfallen für die Anwendung als Rissfüllstoff zum Schließen von Rissen.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 3: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffe (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen

	1		2	3	4	5
	allgemein	außer				
Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5						
	Merkmal		Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung ¹⁾	
Bestandteile						
1	XALL	-	Dichte (alle)	EN ISO 2811-1 EN ISO 2811-2 ²⁾	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
2	XALL	-	Epoxid-Äquivalent ³⁾ (mod. EP)	DIN EN 1877-1	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
3	XALL	-	Aminzahl ³⁾ (mod. EP)	DIN EN 1877-2	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
4	XALL	-	Hydroxylzahl ³⁾ (PUR, SPUR)	EN 1240	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
5	XALL	-	Isocyanatgehalt ³⁾ (PUR, SPUR)	EN 1242	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
6	XALL	-	Andere funktionelle Gruppen (alle)	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
7	XALL	-	Infrarotspektroskopie (alle)	EN 1767	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
8	XALL	-	Säurezahl (SPUR)	DIN EN ISO 2114	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
9	XALL	-	Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} (alle)	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	<7d
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff						
10	XCR, WF	-	Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung (SPUR)	DIN EN 14406	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
11	XALL	-	Viskosität/ Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPas (PUR) (mod. EP vgl. Tab 1 Zeile 9) bei T _{min} , T _{norm} , T _{max}	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
12	XALL	-	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T _{min} , T _{norm} , T _{max} (D(P))	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage, Anhang A2 [1].	Wert angeben, Riss: mindestens 20 min bei einkomponentiger Verarbeitung (siehe Tabelle 6)	< 7 d
13	XALL	-	Topfzeit ³⁾ (D(P))	EN ISO 9514	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
14	XALL	-	Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul (D(P))	EN ISO 527 (Teil 1 und Teil 2)	Wert ermitteln (siehe Tabelle 6)	< 7 d
15	XALL	XSTAT	Haftung und Dehnbarkeit von dehnbaren Rissfüllstoffen (D(P))	DIN EN 12618-1	Haftung: Wert ermitteln Dehnung > 10 %	28 d
16	XALL	-	Wasserdichtheit (D(P)) ⁴⁾	DIN EN 14068	Wasserdichtheitsklasse D D1: wasserdicht bei 2 × 10 ⁵ Pa, D2: wasserdicht bei 7 × 10 ⁵ Pa,	35 d
17	XALL	-	Glasübergangstemperatur (D(P))	DIN EN 12614	angegebener Wert	< 7 d

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 3: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

	1		2	3	4	5
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5 allgemein	außer				
18	XALL	XCR DP XCR WT XCR WF	Injektionsfähigkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injektionsfähigkeit (D(P))	DIN EN 1771	Injektionsfähigkeitsklasse 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 Abstandhalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injektionsfähigkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d
19	XALL	XCR DY	Injektionsfähigkeit in nicht trockenes Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm - 0,3 mm Bestimmung der Injektionsfähigkeit (D(P))	DIN EN 1771	Injektionsfähigkeitsklasse 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 Abstandhalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injektionsfähigkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d
20	XALL	-	Verträglichkeit mit Beton (P) (und Verträglichkeit mit Wasser) (D(P))	DIN EN 12637-1	kein Versagen bei Druckprüfung; Verlust des Formänderungsvermögens < 20 %	28 d
21	XF1-XF4	-	Dauerhaftigkeit ⁵⁾ Haftung und Dehnung nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen (D(P))	DIN EN 12618-1 und DIN EN 13687-3	Haftung: Haftungsverlust geringer als 20 % des Ausgangswertes Dehnung > 10 %	56 d
22	Bei Kontakt mit polymeren Einlagen	-	Auswirkung auf polymere Einlagen ⁶⁾ (D(P))	DIN EN 12637-3	Nach 70 Tagen müssen die Dehnbarkeitsänderungen geringer als 20 % des Ausgangswertes sein.	77 d

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 3: Empfehlungen zu Merkmalen 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)

	1		2	3	4	5
	allgemein	außer				
	Einwirkung gemäß ZTV-ING 3-5		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung ¹⁾
23	XALL	-				
24	XCR WF	-	Injektionsverhalten in Betonbauteilen ^{7) 8)} Dehnungsabhängige Dichtigkeit und Füllgrad (SPUR mit PUR)	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2 [1]	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⁾ Bei Einsatz in Bauteilen, die Wasserdrücken bis 2×10^5 Pa ausgesetzt sind.

⁵⁾ Bei Einsatz in Bauteilen, die Temperatur-Wechsel-Beanspruchungen und Nass-Trocken-Zyklen ausgesetzt sind.

⁶⁾ Bei Einsatz in Bauteilen in Kontakt mit polymeren Einlagen.

⁷⁾ inkl. Mischgenauigkeit bei 2K-Injektionsanlagen durch Auslitern der Einzelkomponenten und Erhärtungskontrolle am gemischten Rissfüllstoff in Becherprobe (Rückstellprobe)

⁸⁾ Bei Einsatz von SPUR in einer Vorinjektion bei unter Druck wasserführenden Rissen zur Verminderung der Wasserzufuhr.

3.4 Projektspezifische Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis

Die Tabellen 4 bis 6 enthalten Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Rissfüllstoffen.

Tabelle 4: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 1

	1	2	3
	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 1	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
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 ²⁾ Zeile 10 ²⁾	± 10 min von der Herstellerangabe Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ≥ 20 min
10	Topfzeit ³⁾	Zeile 12	± 20 % von der Herstellerangabe
11	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) Einfachbestimmung je Temperatur an 1000 ml Prüfprobe, zusätzlich Vergleich mit den Angaben zur Gebindeverarbeitbarkeitsdauer beim Injektionsversuch
- 3) Topfzeit ist alternatives Verfahren in der WPK zu Epoxid Äquivalent / Aminzahl bzw. Hydroxylzahl / Isocyanatgehalt.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 5: 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 2

1		2	3
Merkmal		Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 2	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
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
12	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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 6: 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 3

1		2	3
Merkmal		Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 3	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
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, Herstellerangabe
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	Herstellerangabe oder ± 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	Festlegung durch Herstellerangabe
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⁾ Zeile 12 ³⁾	± 20 % von der Herstellerangabe für die Viskosität ± 10 min von der Herstellerangabe (Viskositätsanstieg) ≥ 20 min (Gebindeverarbeitbarkeitsdauer)
16	Topfzeit ²⁾	Zeile 13	± 20 % von der Herstellerangabe
17	Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	Zeile 14	± 20 % von der Herstellerangabe
18	Haftung und Dehnbarkeit (für w= 0,5 mm, Feuchtezustand nass)	Zeile 15	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.

3.5 Projektspezifische Anforderungen für die Angaben zur Ausführung

Die Tabellen 7 bis 9 enthalten Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen.

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 1 und zugehörigem Injektionsverfahren

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	

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 1 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

2 Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen			
Merkmale	Bezug zu Tabelle 1	Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifisch 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 Gruppen	Zeile 6		Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
Infrarotspektroskopie	Zeile 7		Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
Dynamische Viskosität an Einzelkomponenten bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 8		± 20 % von der Herstellerangabe
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff			
Viskosität/ Viskositätsanstieg bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 9		± 10 min von der Herstellerangabe
Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 10		≥ 20 min, Festlegung durch Herstellerangabe
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 Mindestverwendungstemperatur bei täglichen Rissbreitenänderungen von mehr als 10 % oder 0,03 mm (der niedrigere Wert ist maßgebend)

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 1 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Epoxidharz bzw. Polymer zum kraftschlüssigen Füllen	
Merkmale	Kennwerte/Anforderungen
Niedrigste Verwendungstemperatur (T_{\min} , mindestens 8 °C)°C
gewählte Normtemperatur (T_{norm} : 21 °C ± 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	

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) gemäß Tabelle 1 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)

4 Vorbereitung der Risse für Injektionsarbeiten	
Tätigkeit	Beschreibung
Setzen der Packer	
Vorbereitung des Untergrundes	
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: 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 8: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 2 und zugehörigem Injektionsverfahren

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			
Merkmale	Bezug zu Tabelle 2	Projektspezifisch ermittelte Bezugs- werte aus dem Nachweis der Ver- wendbarkeit	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezi- fisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanfor- derungen
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		$\pm 5\%$ von der Herstellerangabe
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 Zusammen- setzung
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		$\pm 20\%$ vom Bezugswert Tabelle 2
Erstarrungszeit bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 8		$\pm 20\%$ von der Herstellerangabe
Eindringstabilität bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 9		\geq vorgegebener Wert der Herstellerangabe

Tabelle 8: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 2 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Merkmale	Bezug zu Tabelle 2	Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifisch ermittelten Bezugswerten oder Mindestanforderungen												
Volumenänderung (Absetzmaß)	Zeile 10		-1 % < Volumenänderung < +5 % des Anfangsvolumens												
Rohdichte und Druckfestigkeit ¹⁾	Zeile 12		± 15 % von der Herstellerangabe und $f_{c,7d} \geq 20$ MPa												
Zementleim- bzw. Zementsuspension															
Merkmal	Kennwerte/Anforderungen														
Niedrigste Verwendungstemperatur ($T_{min} = 5$ °C) °C														
gewählte Normtemperatur ($T_{norm}: 21$ °C ± 2 K) °C														
Maximale Verwendungstemperatur (T_{max}) °C														
Auslaufzeit t_0 und t_{End}	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 35%;">t_0:.....sec;</td> <td style="width: 35%;">t_{End}:.....sec</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">T_{min}:</td> <td>t_0:.....sec;</td> <td>t_{End}:.....sec</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">T_{norm}:</td> <td>t_0:.....sec;</td> <td>t_{End}:.....sec</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">T_{max}:</td> <td>t_0:.....sec;</td> <td>t_{End}:.....sec</td> </tr> </table>				t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec	T_{min} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec	T_{norm} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec	T_{max} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec
	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec													
T_{min} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec													
T_{norm} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec													
T_{max} :	t_0 :.....sec;	t_{End} :.....sec													
Verarbeitbarkeitsdauer	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">T_{min}:</td> <td style="width: 35%;">min</td> <td style="width: 35%;"></td> </tr> <tr> <td>T_{norm}:</td> <td>min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_{max}:</td> <td>min</td> <td></td> </tr> </table>			T_{min} :	min		T_{norm} :	min		T_{max} :	min				
T_{min} :	min														
T_{norm} :	min														
T_{max} :	min														
Erstarrungszeit	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">T_{min}:</td> <td style="width: 35%;">min</td> <td style="width: 35%;"></td> </tr> <tr> <td>T_{norm}:</td> <td>min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_{max}:</td> <td>min</td> <td></td> </tr> </table>			T_{min} :	min		T_{norm} :	min		T_{max} :	min				
T_{min} :	min														
T_{norm} :	min														
T_{max} :	min														
Druckfestigkeit	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">f_{ck} (2 d):</td> <td style="width: 35%;">MPa</td> <td style="width: 35%;"></td> </tr> <tr> <td>f_{ck} (7 d):</td> <td>MPa</td> <td></td> </tr> </table>			f_{ck} (2 d):	MPa		f_{ck} (7 d):	MPa							
f_{ck} (2 d):	MPa														
f_{ck} (7 d):	MPa														

Tabelle 8: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen zum kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) gemäß Tabelle 2 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)

3 Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren	
Injektionsverfahren	Beschreibung
Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung	
Art des Mischwerkzeuges, Durchmesser des Mischwerkzeuges und Umdrehungszahl Mischdauer Mischgefäß: Durchmesser und Volumen	
Packertyp	
Verdämmung	
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.

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 9: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 3 und zugehörigem Injektionsverfahren

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				
Merkmale	Bezug zu Tabelle 3	Projektspezifisch ermittelte Bezugs- werte 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	

Hinweise zu den ZTV-ING - Teil 3 - Abschnitt 5

Tabelle 9: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 3 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

Merkmal	Bezug zu Tabelle 3	Kennwerte und zulässige Toleranzen
Bestandteile (SPUR)		
Dichte	Zeile 1	± 3 % von der Herstellerangabe
Säurezahl	Zeile 8	Herstellerangabe
Hydroxylzahl	Zeile 4	± 10 % von der Herstellerangabe
Isocyanatgehalt	Zeile 5	± 10 % von der Herstellerangabe
Infrarotspektrum	Zeile 7	Festlegung durch Herstellerangabe
Nicht erhärteter und erhärteter Rissfüllstoff (SPUR)		
Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung	Zeile 10	± 10 % von der Herstellerangabe
Nicht erhärteter erhärteter Rissfüllstoff (z.B. PUR)		
Viskosität/ Viskositätsanstieg bei T_{min} , T_{norm} , T_{max}	Zeile 11 Zeile 12	± 10 min von der Herstellerangabe
Topfzeit	Zeile 13	± 20 % von der Herstellerangabe
Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	Zeile 14	± 20 % von der Herstellerangabe
Haftung und Dehnbarkeit (für $w= 0,5$ mm, Feuchtezustand nass)	Zeile 15	Haftung angegebener Wert, Dehnung ≥ 10 %

Tabelle 9: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 3 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung)

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	...MPa ...%
– 0,50 mm	...MPa ...%
Glasübergangstemperatur°C
Viskosität/ Viskositätsanstieg	T_{min} : min
	T_{norm} : min
	T_{max} : min
Verarbeitbarkeitsdauer	T_{min} : min
	T_{norm} : min
	T_{max} : min
ggf. Auswirkung auf polymere Einlagen	
Haftung und Dehnbarkeit nach Temperatur-Nass-Trocken-Zyklen	
0,30 mm	...MPa ...%
0,50 mm	...MPa ...%
3 Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren	
Injektionsverfahren	Beschreibung
Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung	
gegebenenfalls Mischgerät	
Packertyp	
gegebenenfalls Verdämmung	

Tabelle 9: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das Injektionssystem mit Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen (P) gemäß Tabelle 3 und zugehörigem Injektionsverfahren (Fortsetzung und Schluss)

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: Mischgenauigkeit durch Auslitem	
5 Füllen von Rissen	
Tätigkeit	Beschreibung
Feuchtezustand der Risse	
Injektion	
Druckbereich	
Nachinjektion	
Nacharbeiten – 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

4 Literaturverzeichnis

[1] BAW-Empfehlung „Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren“ der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2017, ISSN 2192-5380

5 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1:** Empfehlungen zu Merkmalen 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
- Tabelle 2:** Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen
- Tabelle 3:** Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffe (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen
- Tabelle 4:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 1
- Tabelle 5:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) gemäß Tabelle 2
- Tabelle 6:** Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffe (P) durch Injektion D-I (P) gemäß Tabelle 3
- Tabelle 7:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 1
- Tabelle 8:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel gemäß Tabelle 2
- Tabelle 9:** Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen gemäß Tabelle 3

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 6 Brückenbeläge

Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen

Bitumen-Schweißbahnen nach DIN EN 14695

Bis zum Vorliegen einer überarbeiteten Fassung der ZTV-ING Teil 6 „Brückenbeläge“ Abschnitt 2 „Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen“ sowie einer überarbeiteten Fassung der „Technischen Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton“ (TL BEL-B 2) gelten folgende Regelungen:

- Es können zusätzlich Abdichtungsbahnen nach DIN EN 14695 verwendet werden, die den Anforderungen der DIN/TS 20000-203 Tabelle 1 Zeilen 4 bis 6 entsprechen.
- Die Verträglichkeit dieser Abdichtungsbahnen mit dem für die Grundierung bzw. Versiegelung verwendeten Reaktionsharz nach den TL-BEL-EP ist durch eine Verträglichkeitsprüfung nach den TL-BEL-B 2 nachzuweisen.
- Es wird bis zum Vorliegen neuer Regelungen auf die Möglichkeit erweiterter Kontrollprüfungen zur Sicherstellung der Qualität und Güte hingewiesen. Von den Bahnen nach DIN EN 14695 gemäß den Anforderungen nach DIN/TS 20000-203 sind je Bauwerk/Charge mindestens eine Schweißbahn (Länge 7,5 m) als Rückstellprobe zu entnehmen.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 6 Brückenbeläge

Abschnitt 2 Beläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahn

Hinweise für die Ausführung von Randanschlüssen der Abdichtung bei Betonbrücken gemäß Richtzeichnungen Dicht 20 bis Dicht 25

1 Allgemeines

Diese Hinweise für die Ausführung von Randanschlüssen der Abdichtung bei Betonbrücken sind Erläuterungen zu den Richtzeichnungen Dicht 20 bis Dicht 25 des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr. Die Richtzeichnungen sind für die meisten in der Praxis auftretenden Fälle anwendbar und stellen Standardlösungen dar. Die notwendige Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten erfolgt im Rahmen der Entwurfsaufstellung für eine Belagserneuerung.

Diese Hinweise sind aufgliedert in:

Bordstein- oder Kappenteilersatz

- Randanschlüsse, bei denen der vorhandene Bordstein oder der vordere Teil des Schrammbordes entfernt und ersetzt wird.

Schrammbordanschluss

- Randanschlüsse, bei denen die vorhandene Kappe erhalten bleibt.

Der Fall des vollständigen Kappenersatzes ist ausgenommen. Hier sind die Kriterien des Neubaus anzuwenden.

2 Anwendungsgrenzen

Voraussetzung für die technisch und wirtschaftlich einwandfreie Erneuerung eines schadhafte Fahrbahnbelages ist eine vorangehende sorgfältige Bestandsaufnahme.

Bei Kappen mit Raumfugen und Fugenband ist ein Kappenteilersatz wegen des Durchtrennens des Fugenbandes nicht möglich, daher sind nur Lösungen der Art **Schrammbordanschluss** zulässig. Bei Kappen mit Querfugen besteht erhöhte Gefahr des Eindringens von tausalzhaltigem Oberflächenwasser durch schadhafte Fugen. Daher ist die

Möglichkeit des kompletten Ersatzes von Kappen mit Raumfugen und Fugenband durch eine fugenlose Bauweise in Betracht zu ziehen.

Eine notwendige Instandsetzung von Kappen und Fahrbahnplatte erfolgt nach den ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4.

3 Erläuterungen

3.1 Bordstein- oder Kappenteilersatz

Gemeinsames Merkmal ist ein Überlappungsstoß zwischen der vorhandenen Dichtungsschicht und der Dichtungsschicht der Fahrbahn, der unter dem neu herzustellenden Ortbetonschrammbord ausgebildet wird.

Bei Kappen mit Bordstein wird dieser entfernt.

Bei geschädigtem Schrammbord wird dessen vorderer Teil mittels Trennschnitt in erforderlicher Breite abgetrennt, wobei die untere Bewehrungslage mit erfasst wird.

Die vorhandene Dichtungsschicht muss möglichst unbeschädigt erhalten bleiben, damit ein Überlappungsstoß mit der anzuschließenden Dichtungsschicht der Fahrbahn ausgebildet werden kann.

Im Überlappungsstoß ist ein dauerhafter Verbund herzustellen.

Der abgeschnittene Teil der Kappe oder der entfernte Bordstein wird durch einen verankerten und bewehrten Ortbeton-Schrammbord ersetzt. Die entstehende Arbeitsfuge ist auf der Oberseite nachträglich einzuschneiden und mit geeignetem Material zu verfüllen.

3.2 Schrammbordanschluss

Die Randanschlüsse dieser Art umfassen Ausführungsbeispiele, bei denen keine Notwendigkeit be-

steht, die vorhandene Kappe zu verändern, d.h. ganz oder teilweise abzubreaken und zu erneuern.

Hier erfolgt der Anschluss der Dichtungsschicht der Fahrbahn in einer hoch oder tief liegenden Verwahrung im Kappenbeton.

3.2.1 Verwahrung oben

Die Verwahrung des Abdichtungsstreifens aus Flüssigkunststoff im Kappenbeton erfolgt in einer hoch liegenden Nut.

Die Grundierung ist auch in der Nut aufzubringen, damit die Haftung der Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff auf der Unterlage auch hier gleichermaßen erreicht wird.

Um das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen Kappe und Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff zu vermeiden, muss die Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff in der Verwahrung enden. Es ist daher darauf zu achten, dass kein Material oberhalb der Nut verbleibt.

3.2.2 Verwahrung unten

Der Anschluss der Dichtungsschicht der Fahrbahn nach den ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 2 an die vorhandene Dichtungsschicht erfolgt in einer tief liegenden Nut oder einem keilförmigen Ausbruch im Kappenbeton.

Die Nut wird maschinell mit einer geführten Säge unmittelbar oberhalb der vorhandenen Dichtungsschicht eingeschnitten, wobei der Schnitt waagrecht oder leicht schräg geführt werden kann. Verbleibende Betonreste werden von Hand entfernt.

Zur Herstellung des keilförmigen Ausbruchs wird zuerst eine horizontale Nut eingeschnitten. Der Ausbruch erfolgt von der Nut ausgehend durch Stemmen.

Die vorhandene Dichtungsschicht unter der Kappe muss unbeschädigt bleiben, um einen Überlappungsstoß ausbilden zu können.

Bei einer vorhandenen Kappenabdichtung aus Asphaltmastix auf Trennschicht ist eine Ausführung mit hoch liegender Nut zu bevorzugen.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 6 **Brückenbeläge**

Abschnitt 5 **Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl**

Hinweise zur Anwendung

Es dürfen nur reaktionsharzgebundene Dünnbeläge verwendet werden, die in der bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geführten „Zusammenstellung der geprüften Dünnbeläge nach ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 5 (ZTV-RHD-ST) für die Anwendung auf Bauwerken und Bauteilen der Bundesverkehrswege“ aufgeführt sind.

Bei der Beurteilung der Eignung der Stoffe ist auch ihre sachgerechte Entfernung und geregelte Verwertung oder Entsorgung zu berücksichtigen.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 7 Tunnelbau

Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise

Spritzbetonbauweise

Hinweise zur Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen, Ausgabe 2007 (RI-ZFP-TU)

(1) Zur Gewährleistung und Kontrolle eines hohen Qualitätsstandards bei Straßentunneln in geschlossener Bauweise soll die Bauteildicke der Tunnelinnenschale mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren nach Anhang A auf Fehlstellen bzw. Minderdicken überprüft werden. Die Messungen des AN im Rahmen der Eigenüberwachung sind in Abschnitt 1 enthalten.

(2) Um die Qualität der Untersuchungsergebnisse sicherzustellen, dürfen mit der Durchführung der Messung nur die von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geprüften Firmen beauftragt werden. Art und Umfang dieser Überprüfung sind in Anhang A beschrieben.

(3) Kontrollprüfungen:
Die folgenden Messungen sind Kontrollprüfungen des Auftraggebers und ergänzend zur Eigenüberwachung des Auftragnehmers als Kontrolle der vertragsgemäßen Leistungen durchzuführen. Für die Ausschreibung der Leistungen bitte ich folgenden Ausschreibungstext in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen:

**Hinweis zu den nachfolgenden Positionen:
Die Messungen sind Kontrollprüfungen und werden vom Auftraggeber separat angefordert.**

**Zerstörungsfreie Messungen durchführen
..... St**

Zerstörungsfreie Messungen der Dicke der Tunnelinnenschale nach dem Ultraschall- oder Impakt-Echo-Verfahren durchführen. Diese Leistung gilt für alle Querschnittstypen. Die Messergebnisse sind nach den Vorgaben der Anwendungsrichtlinie (RI-ZFP-TU) grafisch zu dokumentieren.

**Messlinien nach Angaben des Auftraggebers.
Abgerechnet wird je erfasste Messlinie.
Eine Messlinie in Tunnelquerrichtung.**

**Zerstörungsfreie Messungen durchführen
..... St**

Zerstörungsfreie Messungen der Dicke der Tunnelinnenschale nach dem Ultraschall- oder Impakt-Echo-Verfahren durchführen. Diese Leistung gilt für alle Querschnittstypen. Die Messergebnisse sind nach den Vorgaben der Anwendungsrichtlinie (RI-ZFP-TU) grafisch zu dokumentieren.

**Messlinien nach Angaben des Auftraggebers.
Abgerechnet wird je erfasste Messlinie.
Eine Messlinie je Block im Firstbereich in Tunnel-längsrichtung.**

**Zerstörungsfreie Messungen durchführen
..... St**

Zerstörungsfreie Messungen der Dicke der Tunnelinnenschale nach dem Ultraschall- oder Impakt-Echo-Verfahren durchführen. Diese Leistung gilt für alle Querschnittstypen. Die Messergebnisse sind nach den Vorgaben der Anwendungsrichtlinie (RI-ZFP-TU) grafisch zu dokumentieren.

**Messpunkte nach Angaben des Auftraggebers.
Abgerechnet wird je zusätzlich erfassten Messpunkt. Zusätzlicher Messpunkt zur Verdichtung des vorgegebenen Rasters.**

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 7 Tunnelbau

Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise

Hinweise zu Planung, Entwurf und Ausführung

Bei der Anwendung ist folgendes zu beachten:

(1) Die grundsätzliche Planungsentscheidung Einschnitt oder Tunnel, bzw. die Länge des Tunnels ist in der Regel nach dem „Leitfaden für die Planungsentscheidung, Einschnitt oder Tunnel“, vorzunehmen, den ich mit ARS Nr. 25/1998 eingeführt habe.

(2) Bei der Planung und Ausführung von Bergwasserdränagesystemen ist die „Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU)“ zu beachten. Die Richtlinie steht als Download unter www.bast.de zur Verfügung.

(3) Aufgrund der jeweiligen örtlichen und geologischen Gegebenheiten können bei der Herstellung von Tunnelbauwerken zusätzliche Maßnahmen (z.B. Rohrschirmdecken, Injektionen, Vereisungen, Druckluftarbeiten) erforderlich werden. Solche Maßnahmen sind in den ZTV-ING nicht geregelt. Es ist daher in jedem Einzelfall zu prüfen, inwieweit weitere technische und vertragliche Regelungen erforderlich sind.

(4) Die Regelungen beziehen sich auf eine zweischalige Bauweise von Straßentunneln (Haupttunnelquerschnitt) in Spritzbetonbauweise und einer bewehrten Innenschale. Abweichende Bauweisen, wie z.B. einschalige Bauweise oder unbewehrte Innenschale sind im Einzelfall mit mir abzustimmen. Ausgenommen hiervon sind parallele Rettungsstollen, Querschläge oder andere untergeordnete Querschnittsbereiche.

(5) Die Gestaltung der Tunnelportale bestimmt das äußere Erscheinungsbild eines Tunnels und ist der umgebenden Landschaft oder Bebauung möglichst harmonisch anzupassen. Neben den technischen, wirtschaftlichen und gestalterischen Anforderungen sind auch die beleuchtungs- und lüftungstechnischen Gesichtspunkte sowie die Anforderungen an den Lärmschutz und die passiven Schutzeinrichtungen im Portalbereich besonders zu beachten.

(6) Bei der Ausschreibung von Walzasphalt in Tunnelbauwerken bitte ich aus Gründen des Arbeitsschutzes temperaturabgesenkten Walzasphalt vorzusehen. Hierbei ist das FGSV „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA)“ zu beachten und es ist auf eine besondere Sorgfalt beim Einbau zu achten. Diese Änderung ist auch bei laufenden Verträgen anzuwenden.

**Bundesministerium für Digitales und
Abteilung Bundesfernstraßen**

Stand: 31.01.2022

Teil 7 Tunnelbau
Abschnitt 2 Offene Bauweise

Hinweise zu Planung, Entwurf und Ausführung

Bei der Anwendung ist folgendes zu beachten:

(1) Die grundsätzliche Planungsentscheidung Einschnitt oder Tunnel, bzw. die Länge des Tunnels ist in der Regel nach dem „Leitfaden für die Planungsentscheidung, Einschnitt oder Tunnel“, vorzunehmen, den ich mit ARS Nr. 25/1998 eingeführt habe.

(2) Aufgrund der jeweiligen örtlichen und hydrogeologischen Verhältnisse können bei der Herstellung von Tunnelbauwerken in offener Bauweise zusätzliche Maßnahmen (z.B. Injektionen, Vereisungen, Druckluftarbeiten) erforderlich werden. Solche Maßnahmen sind in den ZTV-ING nicht geregelt. Es ist daher in jedem Einzelfall zu prüfen, inwieweit weitere technische und vertragliche Regelungen erforderlich sind.

(3) Als Regelbauweise ist eine Herstellung des Tunnelbauwerks als geschlossenes oder sohloffenes Rahmenbauwerk in der Ausführung als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO) vorgesehen, das im Endzustand von den Baubehelfen getrennt ist.

(4) Die Gestaltung der Tunnelportale bestimmt das äußere Erscheinungsbild eines Tunnels und ist der umgebenden Landschaft oder Bebauung möglichst harmonisch anzupassen. Neben den technischen, wirtschaftlichen und gestalterischen Anforderungen sind auch die beleuchtungs- und lüftungstechnischen Gesichtspunkte sowie die Anforderungen an den Lärmschutz und die passiven Schutzrichtungen im Portalbereich besonders zu beachten.

(5) Bei der Ausschreibung von Walzasphalt in Tunnelbauwerken bitte ich aus Gründen des Arbeitsschutzes temperaturabgesenkten Walzasphalt vorzusehen. Hierbei ist das FGSV „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA) zu beachten und es ist auf eine besondere Sorgfalt beim Einbau zu achten. Diese Änderung ist auch bei laufenden Verträgen anzuwenden.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 7 Tunnelbau

Abschnitt 3 Maschinelle Schildvortriebsverfahren

Hinweise zu Planung und Entwurf

Bei der Anwendung ist folgendes zu beachten:

(1) Die grundsätzliche Planungsentscheidung Einschnitt oder Tunnel, bzw. die Länge des Tunnels ist in der Regel nach dem „Leitfaden für die Planungsentscheidung, Einschnitt oder Tunnel“, vorzunehmen, den ich mit ARS Nr. 25/1998 eingeführt habe.

(2) Die Regelungen beziehen sich auf 1- oder 2-schalige Konstruktionen aus Stahlbetontübbingungen, die mittels maschineller Schildvortriebsverfahren hergestellt werden.

(3) Aufgrund der jeweiligen örtlichen und geologischen Gegebenheiten können bei der Herstellung von Tunnelbauwerken zusätzliche Maßnahmen (z.B. Rohrschirmdecken, Injektionen, Vereisungen) erforderlich werden. Solche Maßnahmen sind in den ZTV-ING nicht geregelt. Es ist daher in jedem Einzelfall zu prüfen, inwieweit weitere technische und vertragliche Regelungen erforderlich sind.

(4) Die Gestaltung der Tunnelportale bestimmt das äußere Erscheinungsbild eines Tunnels und ist der umgebenden Landschaft oder Bebauung möglichst harmonisch anzupassen. Neben den technischen, wirtschaftlichen und gestalterischen Anforderungen sind auch die beleuchtungs- und lüftungstechnischen Gesichtspunkte sowie die Anforderungen an den Lärmschutz und die passiven Schutzeinrichtungen im Portalbereich besonders zu beachten.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Abteilung Bundesfernstraßen

Stand: 31.01.2022

Teil 7 **Tunnelbau**

Abschnitt 4 **Betriebstechnische Ausstattung**

Hinweise zu Planung und Entwurf

Bei der Anwendung ist folgendes zu beachten:

Die für die Herstellung und den Einbau von Türen und Toren für Notausgänge (im Bereich von Flucht- und Rettungswegen und von Rettungsräumen) in Straßentunneln maßgebenden Anforderungen sowie Festlegungen zu Art und Umfang der erforderlichen Prüfungen für einen Einsatz sind in den „Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP TTT) enthalten“