

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

NA Bau 07.06.00
N0023 rev.

DAfStb-Richtlinie

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

Teil 4: Prüfverfahren

Ausgabe Mai 2001

Ersatz für
Ausgabe Ausgabe November 1992 (Teil 4); bisherige Vertriebsnummer 65016

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 83/189/EWG des Rates vom 28. März 1983 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (Abl. EG Nr. L109 S. 8), zuletzt geändert durch die Richtlinie 94/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 (Abl. EG Nr. L100 S. 30) sind beachtet worden.

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

Herausgeber:
Deutscher Ausschuß für Stahlbeton - DAfStb
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin
Tel.: (030) 2601-2039 Fax: (030) 2601-1723
dafstb@din.de

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

Inhaltsübersicht

- Abschnitt 1: Allgemeines
- Abschnitt 2: Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3
- Abschnitt 3: Im Spritzverfahren aufzubringender kunststoffmodifizierter Instandsetzungsbeton/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)
- Abschnitt 4: Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2 / PC II und M 2 / PC I
- Abschnitt 5: Oberflächenschutzsysteme
- Abschnitt 6: Rißfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren

Normen und Richtlinien

Tabellen

Bilder

Änderungen gegenüber der Ausgabe November 1992:

Der Inhalt wurde redaktionell überarbeitet. Eine Vielzahl von Prüfungen, die sich in den Abschnitten 2 bis 6 zum Teil wiederholten, ist durch Verweise zusammengefaßt.

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|----------|--|----------|--|
| 1 | Allgemeines | 2.6 | Grundkörper |
| | | 2.6.1 | Allgemeines |
| | | 2.6.2 | Platten- und Balken-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitten 2.7.3 bis 2.7.8 |
| 2 | Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3 | 2.6.3 | Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.9 |
| | | 2.6.4 | Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.11 |
| 2.1 | Allgemeines | 2.7 | Prüfungen am Verbundkörper |
| 2.1.1 | Vorbemerkung | 2.7.1 | Allgemeines |
| 2.1.2 | Grundsätzliches zu den Prüfungen | 2.7.2 | Anzahl und Lagerung der Probekörper |
| | | 2.7.3 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A |
| | | 2.7.4 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B |
| | | 2.7.5 | Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung |
| 2.2 | Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems | 2.7.6 | Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung |
| 2.2.1 | Allgemeines | 2.7.7 | Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung |
| 2.2.2 | Kornzusammensetzung | 2.7.8 | Oberflächenzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung |
| 2.2.3 | Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze | 2.7.9 | Behindertes Schwinden |
| 2.2.4 | Thermogravimetrische Analyse | 2.7.10 | Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung |
| 2.2.5 | Infrarot-Spektrum | 2.7.11 | Verhalten bewehrter Verbundkörper |
| 2.3 | Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems | 2.7.12 | Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl |
| 2.3.1 | Allgemeines | 2.7.13 | Hinweise zur Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit |
| 2.3.2 | Dichte | | |
| 2.3.3 | Epoxidäquivalent und Aminzahl | 3 | Im Spritzverfahren aufzubringende kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC) |
| 2.3.4 | Thermogravimetrische Analyse | | |
| 2.3.5 | Infrarot-Spektrum | 3.1 | Allgemeines |
| 2.3.6 | Ablaufneigung | 3.1.1 | Vorbemerkung |
| 2.3.7 | Topfzeit | 3.1.2 | Grundsätzliches zu den Prüfungen |
| 2.3.8 | Härtungsverlauf | | |
| 2.4 | Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch | 3.2 | Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems |
| 2.4.1 | Herstellung der Mischungen | 3.2.1 | Allgemeines |
| 2.4.2 | Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt | 3.2.2 | Kornzusammensetzung |
| 2.4.3 | Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit) | 3.2.3 | Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze |
| 2.4.4 | Ablaufneigung | 3.2.4 | Thermogravimetrische Analyse |
| 2.4.5 | Verarbeitbarkeitsdauer | 3.2.5 | Infrarot-Spektrum |
| 2.5 | Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems | 3.3 | Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems |
| 2.5.1 | Herstellung der Probekörper | 3.3.1 | Allgemeines |
| 2.5.2 | Lagerung der Probekörper | 3.3.2 | Dichte |
| 2.5.3 | Festigkeit nach Lagerung A | 3.3.3 | Epoxidäquivalent und Aminzahl |
| 2.5.4 | Festigkeit nach Lagerung B | 3.3.4 | Thermogravimetrische Analyse |
| 2.5.5 | Quellen | 3.3.5 | Infrarot-Spektrum |
| 2.5.6 | Schwinden | 3.3.6 | Ablaufneigung |
| 2.5.7 | Kriechen | 3.3.7 | Topfzeit |
| 2.5.8 | Gesamtgehalt an Halogenen | 3.3.8 | Härtungsverlauf |
| 2.5.9 | Korrosionsfördernde Stoffe | | |
| 2.5.10 | Trockenrohichte | 3.4 | Im Zwangsmischer hergestellte Mischungen |
| 2.5.11 | Statischer Elastizitätsmodul | 3.4.1 | Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch |
| 2.5.12 | Dynamischer Elastizitätsmodul | | |
| 2.5.13 | Karbonatisierungstiefe | | |
| 2.5.14 | Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung | | |
| 2.5.15 | Kapillare Wasseraufnahme | | |
| 2.5.16 | Wasserdampfdurchlässigkeit | | |

- | | | | |
|----------|--|----------|--|
| 3.4.2 | Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems | 4.6 | Prüfungen an Verbundkörpern |
| 3.5 | Grundkörper | 4.6.1 | Beschichten der Grundkörper |
| 3.5.1 | Spritzpfannen | 4.6.2 | Anzahl und Lagerung der Probekörper |
| 3.5.2 | Platten-Grundkörper für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.2 bis 3.6.4.6 | 4.6.3 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A |
| 3.5.3 | Platten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.7 | 4.6.4 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B |
| 3.5.4 | Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.8 | 4.6.5 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B (Applikation über Kopf) |
| 3.5.5 | Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.9 | 4.6.6 | Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung |
| 3.5.6 | Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11 | 4.6.7 | Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung |
| 3.6. | Prüfungen an gespritzten Proben | 4.6.8 | Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung |
| 3.6.1 | Herstellung und Lagerung | 4.6.9 | Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern |
| 3.6.2 | Prüfungen am Frischmörtel | 4.6.10 | Hinweise zur Oberflächenzugfestigkeitsprüfung |
| 3.6.3 | Prüfungen am Festmörtel | | |
| 3.6.4 | Prüfungen am Verbundkörper | 5 | Oberflächenschutzsysteme |
| 4 | Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/-mörtel für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2 / PC I und M 2 / PC II | 5.1 | Prüfung an den Ausgangsstoffen |
| 4.1 | Allgemeines | 5.1.1 | Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt |
| 4.1.1 | Vorbemerkung | 5.1.2 | Wirkstoffgehalt |
| 4.1.2 | Grundsätzliches zu den Prüfungen | 5.1.3 | Infrarot-Spektrum |
| 4.2 | Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke | 5.1.4 | Dichte |
| 4.2.1 | Allgemeines | 5.1.5 | Thermogravimetrische Analyse (TGA) |
| 4.2.2 | Bindemittel | 5.1.6 | Viskosität |
| 4.2.3 | Zuschlag | 5.1.7 | Hydroxylzahl, Isocyanat-Gehalt |
| 4.2.4 | Zuschlag mit Reaktionsharz bzw. Härter | 5.1.8 | Epoxidäquivalent, Aminzahl |
| 4.3 | Prüfungen am Frischmörtel/Gemisch | 5.1.9 | Kornzusammensetzung |
| 4.3.1 | Herstellung der Mischungen | 5.2 | Prüfung an den angemischten Stoffen |
| 4.3.2 | Topfzeit | 5.2.1 | Mischen |
| 4.3.3 | Härtungsverlauf | 5.2.2 | Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt |
| 4.3.4 | Ablaufneigung | 5.2.3 | Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit) |
| 4.3.5 | Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen | 5.2.4 | Härtungsverlauf |
| 4.4 | Prüfungen am Festmörtel | 5.2.5 | Topfzeit |
| 4.4.1 | Probekörperherstellung | 5.2.6 | Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen |
| 4.4.2 | Probekörperlagerung | 5.3 | Prüfung an den erhärteten Stoffen |
| 4.4.3 | Rohdichte | 5.3.1 | Probekörperherstellung |
| 4.4.4 | Festigkeit nach Lagerung A | 5.3.2 | Probekörperlagerung |
| 4.4.5 | Festigkeit nach Lagerung B | 5.3.3 | Diffusionswiderstand gegen CO ₂ |
| 4.4.6 | Festigkeit nach Lagerung C | 5.3.4 | Diffusionswiderstand gegen H ₂ O-Dampf |
| 4.4.7 | Thermische Dehnung | 5.3.5 | Festigkeit nach Lagerung B |
| 4.4.8 | Dynamischer Elastizitätsmodul | 5.3.6 | Gesamtgehalt an Halogenen |
| 4.4.9 | Freies Schrumpfen | 5.4 | Grundkörper |
| 4.5 | Grundkörper | 5.4.1 | Allgemeines |
| 4.5.1 | Allgemeines | 5.4.2 | Grundkörper für Abreißprüfung |
| 4.5.2 | Plattengrundkörper für die Prüfungen nach Abschnitt 4.6.3 - 4.6.7 | 5.4.3 | Grundkörper für Prüfung der Rißüberbrückung |
| 4.5.3 | Reprofilierungsplatten für die Prüfung nach Abschnitt 4.6.9 | 5.4.4 | Grundkörper für Frost-Tausalz-Beanspruchung |
| | | 5.4.5 | Grundkörper für Wasseraufnahmeprüfung |
| | | 5.4.6 | Grundkörper für Bewitterungsprüfungen |
| | | 5.5 | Prüfung an Verbundkörpern |
| | | 5.5.1 | Beschichten der Grundkörper |
| | | 5.5.2 | Anzahl und Lagerung der Probekörper |
| | | 5.5.3 | Oberflächenzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T _{NORM} |
| | | 5.5.4 | Temperaturwechsel-Beanspruchung |
| | | 5.5.5 | Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechsel-Beanspruchung |

- 5.5.6 Masseverlust nach Frost-Tausalz-Beanspruchung
- 5.5.7 Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T_{NORM})
- 5.5.8 Reißüberbrückung
- 5.5.9 Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung
- 5.5.10 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung
- 5.5.11 Hinweise zur Oberflächenzugfestigkeitsprüfung
- 5.5.12 Hinweise zur Durchführung der Gitterschnittprüfung mit Tape-Test
- 5.5.13 Hinweise zur Ermittlung der baupraktisch relevanten Schichtdicken
- 5.5.14 Hinweise zur Ermittlung der Auftragsmenge und der Schichtdicken
- 5.5.15 Abreißfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteeinwirkung
- 5.5.16 Chemikalienbeständigkeit
- 5.5.17 Schlagfestigkeit
- 6 Rißfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren**
- 6.1 Prüfungen am Epoxidharz
- 6.1.1 Allgemeines
- 6.1.2 Dichte
- 6.1.3 Epoxidäquivalent
- 6.1.4 Aminzahl
- 6.1.5 Infrarotspektrum
- 6.1.6 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg
- 6.1.7 Gebindeverarbeitbarkeitsdauer
- 6.1.8 Zugfestigkeitsentwicklung
- 6.1.9 Relaxationstemperatur
- 6.1.10 Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt
- 6.1.11 Einwaage
- 6.1.12 Mischgenauigkeit
- 6.1.13 Prüfbericht für das Epoxidharz
- 6.2 Prüfungen am Verbundsystem: Epoxidharz im Riß
- 6.2.1 Allgemeines
- 6.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau
- 6.2.3 Injektion
- 6.2.4 Überlastungsversuch
- 6.2.5 Füllgradbestimmung
- 6.2.6 Prüfbericht für das Injektionsverfahren
- 6.3 Prüfungen am Polyurethanharz
- 6.3.1 Allgemeines
- 6.3.2 Dichte
- 6.3.3 Infrarotspektrum
- 6.3.4 Isocyanatgehalt
- 6.3.5 Funktionale Gruppen
- 6.3.6 Thermogravimetrische Analyse
- 6.3.7 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg bei isothermen Bedingungen
- 6.3.8 Viskositätsanstieg bei freier Temperaturentwicklung des Gebindes
- 6.3.8 Viskosität am Ende der Verarbeitbarkeitsdauer
- 6.3.10 Einfluß unterschiedlicher Lagerungen
- 6.3.11 Änderungen der Masse bei Wasserlagerung
- 6.3.12 Glasübergangstemperatur
- 6.3.13 Flüchtige Bestandteile
- 6.3.14 Einwaage
- 6.3.15 Prüfbericht für das Polyurethanharz
- 6.4 Prüfungen am Verbundsystem Polyurethanharz im Riß
- 6.4.1 Allgemeines
- 6.4.2 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)
- 6.4.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)
- 6.4.4 Dehnbarkeitsmessung (Prüfart 1)
- 6.4.5 Dichtheit im Belastungsversuch (Prüfart 2)
- 6.4.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)
- 6.4.7 Prüfbericht für das Injektionsverfahren
- 6.5 Prüfungen an Zementleim und Zementsuspension
- 6.5.1 Allgemeines
- 6.5.2 Dichte
- 6.5.3 Korngrößenverteilung
- 6.5.4 Mahlfineinheit
- 6.5.5 Chemische Zusammensetzung
- 6.5.6 Infrarotspektrum
- 6.5.7 Rohdichte
- 6.5.8 Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit
- 6.5.9 Sedimentationsverhalten
- 6.5.10 Druckfestigkeit
- 6.5.11 Raumänderung
- 6.5.12 Elektrochemische Prüfung
- 6.5.13 Thermogravimetrische Analyse
- 6.5.14 Einwaage
- 6.5.15 Prüfbericht für Zementleim und Zementsuspension
- 6.6 Prüfung am Verbundsystem: Zementleim/Zementsuspension im Riß
- 6.6.1 Allgemeines
- 6.6.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rißinjektion (Prüfart 1)
- 6.6.3 Festigkeitsentwicklung im Riß (Prüfart 1)
- 6.6.4 Füllgradbestimmung nach Rißinjektion (Prüfart 1)
- 6.6.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rißinjektion (Prüfart 2)
- 6.6.6 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)
- 6.6.7 Füllgradbestimmung nach Rißinjektion (Prüfart 2)
- 6.6.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)
- 6.6.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)
- 6.6.10 Druckfestigkeitsmessung (Prüfart 3)
- 6.6.11 Prüfbericht für das Injektionsverfahren
- Normen und Richtlinien
- Tabellenanhang
- Bildanhang

1 Allgemeines

(1) Teil 4 enthält alle notwendigen Angaben zur Durchführung von Prüfungen, die nach Teil 2 erforderlich sein können.

(2) Art und Umfang der Prüfungen sowie die Anforderungen an die Stoffe sind Teil 2 zu entnehmen.

(3) Soweit nichts anderes angegeben ist, erfolgen Probenvorbereitung, Lagerung und Prüfung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2. Ausgangsstoffe und Prüfgeräte sind durch ausreichend lange Lagerungsdauer an die jeweilige Prüftemperatur anzupassen.

(4) Es sollten ganze Gebinde verwendet werden. Anbruchgebinde sind derart zu verschließen, daß bei weiterer Lagerung keine Veränderungen der Stoffe auftreten. Auf Stoffbestandteile, die sich bei Präparation und Prüfung verändern können, ist vom Hersteller hinzuweisen.

(5) Als Prüfergebnisse sind grundsätzlich Einzel- und Mittelwerte anzugeben.

2 Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/ -mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 1, M 2 (PCC) und M 3

2.1 Allgemeines

Die Stoffe werden im folgenden einheitlich als PCC bezeichnet. Art und Umfang der durchzuführenden Prüfungen sowie die Anforderungen an die Prüfergebnisse, die Übereinstimmungsnachweise und die Lieferbedingungen sind Teil 2, Abschnitten 1, 4 und 7, zu entnehmen. Systeme auf der Basis von Zementmörtel nach Teil 2, Abschnitt 4.3.2 müssen die nachfolgenden Prüfungen ebenfalls erfüllen.

2.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

2.2.1 Allgemeines

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

2.2.2 Kornzusammensetzung

(1) Die Kornzusammensetzung ist in Anlehnung an DIN 4226-3 unter Berücksichtigung von DIN 52 098 bzw. DIN EN 12 192-1 jeweils in Luft an zwei homogenisierten Zuschlaggebänden durch Sieben zu

ermitteln. Vorzugsweise sind folgende Prüfkorngrößen zu verwenden.

0,063 - 0,125 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 mm.

(2) Je Gebinde der Trockenkomponente sind mindestens zwei Siebungen durchzuführen. Anzugeben sind die Einzel- und Mittelwerte der Siebdurchgänge und Kornklassen je Gebinde sowie die Gesamtmittelwerte auf 0,1 M.-% genau. Die gemittelte Siebdurchgangslinie ist darzustellen.

2.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze

Der Festkörpergehalt von Dispersionen ist nach DIN EN ISO 3251 mit einer Trocknungszeit von 1 h bei (105 ± 2) °C zu bestimmen. Dies gilt sinngemäß auch für den Trockenrückstand voremulgierter Epoxidharze und Härter.

2.2.4 Thermogravimetrische Analyse

(1) Die thermogravimetrische Analyse ist nach DIN EN ISO 11 358, Abschnitt 8 (dynamisches Verfahren), durchzuführen.

(2) Die thermogravimetrische Analyse (TGA) ist an der Trockenkomponente und am Kunststoffzusatz, soweit er getrennt vorliegt, durchzuführen. Sie erfolgt bei der Trockenkomponente an einer Probe des Siebdurchganges durch das Analysensieb 0,25 mm nach DIN ISO 3310-1. Bei wasser- und lösemittelhaltigen 1-K-Systemen ist die TGA an dem bei 105 °C getrockneten Film durchzuführen. Bei mehrkomponentigen Systemen sind die Einzelkomponenten zu untersuchen.

(3) Die Analyse umfaßt den Temperaturbereich von Raumtemperatur bis mindestens 600 °C, bei gefüllten Systemen bis 900 °C. Die Einwaagemengen sind dem Meßgerät und der Zusammensetzung der Probe anzupassen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind

- der Masseverlust bei 600 °C,
- die Massenverluste der einzelnen Stufen und
- die Peaktemperaturen

anzugeben.

(4) Aufzuzeichnen und auszuwerten sind der Masseverlust (TG) der Probe und die zugehörige Differentialkurve (DTG) in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei der DTG muß der Hauptpeak eine relative Intensität von mindestens 80 % aufweisen. Einwaage und Aufheizrate sind anzugeben. Die skalierten TG- und DTG-Kurven sind dem Prüfbericht beizufügen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind der Masseverlust bei 600 °C, die Massenverluste der einzelnen Stufen und die Peaktemperaturen anzugeben.

2.2.5 Infrarot-Spektrum

(1) Die Prüfung ist unter Zugrundelegung von DIN EN 1767 und DIN 51 451 durchzuführen.

(2) Folgende Verfahrensweisen sind für die IR-Aufnahmen der Stoffe zulässig:

- Messung in Durchstrahltechnik in Küvetten zwischen Fenstern oder am Film auf einem Fenster im Spektralbereich 4000 cm^{-1} bis 400 cm^{-1} ;
- Messung auf ATR-Kristallen im Spektralbereich 4000 cm^{-1} bis 500 cm^{-1} .

(4) Die stärksten Absorptionsbanden im Spektrum sollen im Bereich zwischen 5 % und 15 % Durchlässigkeit liegen.

(5) Bei Verwendung konventioneller Gittergeräte sollte die Aufnahmezeit rd. 15 min. betragen. Das Trägermaterial darf durch die Flüssigkomponenten nicht verändert werden.

(6) Zuschläge, Füllstoffe und Pigmente sind vor der Messung, z. B. durch Zentrifugieren oder Mikrofiltration gegebenenfalls mit vorgeschalteter Extraktion mit einem geeigneten Lösemittel, abzutrennen. Mit dem Eluat ist dann wie mit einem lösemittelhaltigen Stoff weiter zu verfahren.

(7) Der Hersteller hat Lösemittel anzugeben, die sich für die Extraktion des Kunststoffzusatzes der Trockenkomponente eignen.

(8) Lösemittel sind aus den Stoffen quantitativ zu entfernen. Dazu wird der Stoff auf das Fenstermaterial oder den ATR-Kristall aufgetragen und ca. 10 min. bei 50 °C bis 105 °C gegebenenfalls im Unterdruck schonend abgelüftet. Die Lösemittelfreiheit des Stoffes ist sicherzustellen.

(9) Klare, lösemittelfreie Einzelkomponenten werden ohne Probenpräparation gemessen. Das Trägermaterial darf durch die Flüssigmuster nicht verändert werden.

(10) Im Prüfbericht sind anzugeben:

- Gerätetyp und Meßbedingungen,
- Präparationsbedingungen,
- Beschriftung der Diagramme,
- IR-Spektren im Format DIN-A4.

2.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betoner-satzsystems

2.3.1 Allgemeines

(1) Tabelle 2 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die Prüfungen erfolgen an den Flüssigkomponenten und am Harzgemisch. Bei gefüllten Systemen werden die Prüfungen nach den Abschnitten 2.3.3, 2.3.4 und 2.3.5 an den Originalkomponenten und an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösemittel zu machen. Das gewählte Trennverfahren, vorzugsweise Heißextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren, ist anzugeben.

(3) Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Produkten, sind die Prüfungen an beiden Produkten durchzuführen.

(4) Die Komponenten sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min im Rührwerk mit max. 300 min^{-1} Umdrehungen zu mischen; sie muß augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Temperatur ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

2.3.2 Dichte

Die Dichte ist nach ISO 2811-1 und ISO 2811-2 bzw. DIN 51 757 an den Flüssigkomponenten in jeweils zwei Einzelversuchen zu ermitteln. Das gewählte Verfahren ist anzugeben. Einzelwerte und Mittelwert sind auf $0,001\text{ g/cm}^3$ anzugeben.

2.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl

(1) Das Epoxidäquivalent ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16 945 bzw. DIN EN 1877-1, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu bestimmen. Das gewählte Verfahren ist anzugeben.

(2) Die Aminzahl ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16 945 zu ermitteln. Einzel- und Mittelwerte sind auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet in mg KOH/g anzugeben. Alternativ wird die Totalbasizität nach DIN EN 1877-2 bestimmt (Angabe in mol/kg).

(3) Zuschläge, Füllstoffe und Pigmente sind vor der Bestimmung in geeigneter Weise abzutrennen, z. B. mit Hilfe eines Lösemittels und anschließender Zentrifugierung oder Mikrofiltration. Lösemittel sind aus dem Eluat durch Erwärmen auf 50 °C bis 105 °C zu entfernen.

2.3.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4

2.3.5 Infrarot-Spektrum

Die Flüssigkomponenten sind infrarotspektroskopisch entsprechend Abschnitt 2.2.5 zu untersuchen.

2.3.6 Ablaufneigung

Das Harzgemisch ist mit einem Spaltrakel, Spaltweite 200 µm bzw. 500 µm je nach Gesamt-Sollschichtdicke, auf zwei waagrecht liegende Stahlplatten nach DIN EN 13 062 (Mindestmaße: 70 mm x 150 mm), aufzubringen und zu prüfen.

2.3.7 Topfzeit¹

(1) Die Einzelkomponenten sind bei $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ mindestens 24 h zu lagern. Es sind zwei Versuche durchzuführen. Die Mindestansatzmenge beträgt 150 g. Die Mischung der Einzelkomponenten erfolgt von Hand mit geeignetem Rührspatel, alternativ mit einem Laborrührwerk mit einer Drehzahl von 200 U/min., bis die Mischung homogen ist. Die Mischzeit beträgt unmittelbar nach dem Dosiervorgang 1 min.

(2) Nach dem Mischen sind 100 ml unverzüglich in eine Blechdose mit einem Durchmesser von 65 mm zu geben. Die Blechdose ist allseitig durch eine mindestens 30 mm dicke Schaumstoffschicht wärmegeklämt. Die Temperaturentwicklung ist mit einem Thermoelement im Schwerpunkt des Stoffgemisches zu messen. Die Zeit zwischen Beendigung des Homogenisierens und dem Anstieg der Temperatur auf $40 ^\circ\text{C}$ wird als Topfzeit definiert.

(3) Topfzeit, maximal erreichte Temperatur und die hierfür benötigte Zeit (Reaktionszeit) sind als Einzelwerte und Mittelwert mit einer Genauigkeit von 1 min. bzw. 1 K anzugeben. Das Ergebnis ist das arithmetische Mittel aus zwei Einzelbestimmungen.

2.3.8 Härtungsverlauf

(1) Die Bestimmung des Härtungsverlaufs sowie der daraus abgeleiteten Härtungszeit bis zur Endhärte erfolgt im Klima DIN 50 014 - 23/50-1 an aus den Einzelkomponenten gemischtem Stoff durch Prüfung der Shore-A- oder Shore-D-Härte nach DIN EN ISO 868. Hiervon abweichend dürfen auch Schichtdicken ≤ 6 mm, jedoch nicht < 3 mm, geprüft werden. Das Prüfverfahren und die Schichtdicke sind zwischen dem Hersteller und der Prüfstelle zu vereinbaren und im Prüfbericht der Grundprüfung anzugeben. Die vereinbarte Schichtdicke muß nicht identisch mit der Schichtdicke in der Angabe zur Ausführung sein.

(2) Die Komponenten sind 24 h vor dem Mischen im Prüfklima zu lagern. Der Stoff wird in der fest-

gelegten Schichtdicke in einem Eindruckdeckel aus Blech (\varnothing mindestens 75 mm) aufgebracht. Während der Härtung erfolgt die Härteprüfung in Zeitintervallen, die dem voraussichtlichen Härtungsverlauf anzupassen sind.

(3) Die Härte ist in mindestens 5 Zeitintervallen (6 Meßpunkte) zu prüfen.

(4) Der gemessene Härtungsverlauf ist grafisch bis zur Endhärte aufzutragen. Als Endhärte wird die Härte nach siebentägiger Lagerung im Prüfklima definiert. Als Härtungszeit ist das Zeitintervall bis zum Erreichen von 50 % der Endhärte anzugeben.

2.4 Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

2.4.1 Herstellung der Mischungen

(1) Tabelle 3 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die PCC sind mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen. Zusätzlich sind Mischungen mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge herzustellen und nach den Abschnitten 2.4.2, 2.4.3 und 2.5.4 zu prüfen.

(3) Zur Gleichmäßigkeitskontrolle sind an sämtlichen Mischungen die Prüfungen nach den Abschnitten 2.4.2 und 2.5.4 (nur nach 28 d) durchzuführen.

(4) Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Die Prüfungen am Frisch- und Festmörtel sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung durchgeführt werden. Mischzeit und Mischabfolge sind vom Hersteller anzugeben. Typ des Zwangsmischers, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben.

(5) Für die Prüfungen der Konsistenzänderung (Abschnitt 2.4.3) sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 mit geringer Drehzahl.

2.4.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt sind mit der minimalen und der maximalen Flüssigkeitszugabemenge nach DIN 18 555-2 unmittelbar nach dem Mischen bzw. der gegebenenfalls vom Hersteller angegebenen Reifezeit zu ermitteln. Ist wegen sehr weicher Konsistenz eine Bestimmung des Ausbreitmaßes nicht möglich, wird der Versuch ohne Hubschläge durchgeführt. Das gewählte Verfahren ist im Prüfbericht anzugeben. Bei Bestimmung von Rohdichte und Luftgehalt sind Art und Dauer der

¹ s. a. DIN EN ISO 9514

Verdichtung im Prüfbericht anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

2.4.3 Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)

Die Konsistenzänderung ist anhand der Veränderung des Ausbreitmaßes nach Abschnitt 2.4.2 zu beurteilen. Die Prüfungen erfolgen bei Normalklima DIN 50 014-23/50-2 mit den auf $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ vortemperierten Ausgangsstoffen und Mischwerkzeugen. Das Ausbreitmaß ist zusätzlich gemäß Abschnitt 2.4.2 in viertelstündigen Abständen bis zu einer Gesamtzeit von 1,5 h sowie 2 h, 3 h, 4 h, 5 h und 6 h nach dem Mischen jeweils an derselben Probe zu bestimmen. Zwischen den einzelnen Prüfungen ist die Probe in einem abgedeckten Behälter sowie die Mischwerkzeuge bei den jeweiligen Temperaturen zu lagern. Unmittelbar vor jeder Prüfung ist die Probe 15 s durchzumischen (geringe Drehzahl des Mixers nach DIN EN 196-1). Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

2.4.4 Ablaufneigung

Die zementgebundene Korrosionsschutzbeschichtung ist mit einem Spaltrakel, Spaltweite 500 μm bzw. 1000 μm je nach Gesamt-Sollschichtdicke, auf zwei waagrecht liegende – Stahlplatten nach DIN EN 13 062 (Mindestmaße: 70 mm x 150 mm) aufzubringen und zu prüfen.

2.4.5 Verarbeitbarkeitsdauer

Die Verarbeitbarkeitsdauer der zementgebundenen Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke wird anhand der Streichfähigkeit beurteilt. Die Probe ist zwischen den Prüfungen in einem abgedeckten Behälter zu lagern und jeweils vor der Prüfung aufzurühren.

2.5 Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

Tabelle 4 enthält eine Übersicht über die Anzahl der für die Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems erforderlichen Probekörper.

2.5.1 Herstellung der Probekörper

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN 18 555-3 : 1982-09, Abschnitt 3. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

(2) Die Mischung sollte nicht länger als 15 min nach Ende des Mischvorganges bzw. der Reifezeit zu Probekörpern verarbeitet werden. Die Proben bleiben 24 h in der Form.

2.5.2 Lagerung der Probekörper

Nach der Herstellung sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

Lagerung A

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach unter Wasser mit $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;

Lagerung B

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach im Normalklima DIN 50 014-23/50-2...

2.5.3 Festigkeit nach Lagerung A

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen der Altersstufen 2 d, 7 d, 28 d und 90 d zu ermitteln.

2.5.4 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen zu ermitteln. Mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge sind die Festigkeiten im Alter von 1 d, 2 d, 7 d, 28 d und 90 d und mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 28 d zu bestimmen.

2.5.5 Quellen

Das Quellen ist durch Längenänderungsmessungen gemäß DIN 52 450 an drei Prismen der Lagerung A im Alter von 1 d, 2 d, 3 d, 7 d, 14 d, 21 d, 28 d zu bestimmen. Die Ausgangsmessung erfolgt nach dem Entformen. Zusätzlich sind die Prismen fortlaufend zu wägen und die Masseänderungen anzugeben. Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

2.5.6 Schwinden

Das Schwinden ist, wie in Abschnitt 2.5.5 beschrieben, an sechs Prismen der Lagerung B zu bestimmen.

2.5.7 Kriechen

(1) Das Kriechen wird an Mörtelzylindern ($h = 150\text{ mm}$, $\varnothing = 50\text{ mm}$) ermittelt. Die Zylinder werden in der Schalung 1 d feucht bei 23°C gelagert. Nach dem Ausschalen werden die Zylinder mit Aluminiumfolie versiegelt und bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert. Es werden 6 Zylinder aus einer Mischung hergestellt von denen jeweils 3 im Alter von 28 d für die folgenden Prüfungen verwendet werden:

- Ermittlung der Kurzzeitdruckfestigkeit in Anlehnung an DIN 1048-5;
- Druckkriechversuch

(2) Die Kriechspannung beträgt ein Drittel der ermittelten Kurzzeitdruckfestigkeit. Die Belastungsvorrichtung muß eine momentenfreie Belastung der Probekörper sicherstellen. Die versiegelten Zylinder sind während der gesamten Versuchsdauer von mindestens 180 d einer Prüftemperatur von 23 °C ausgesetzt.

(3) Die Verformungen werden an 3 gleichmäßig über den Zylinderumfang verteilten Meßstellen gemessen. Die Verformungen sind nach 15 min, 1 h, 2 h, 1 d, 4 d und 7 d, anschließend wöchentlich bis 42 d, 14tägig bis 98 d und danach vierwöchentlich abzulesen. Die Einzelwerte der Kriechverformungen sind zahlenmäßig anzugeben. Die über die 3 Meßstellen gemittelte Kriechkurve ist graphisch darzustellen.

(4) Zur Abschätzung des Endkriechmaßes ε_{∞} werden die Quotienten aus Belastungsdauer und Kriechdehnung über der Belastungsdauer grafisch aufgetragen. Das Endkriechmaß wird aus dem Reziprokwert der Steigung der durch lineare Regression auf der Basis der gemittelten Meßwerte bestimmten Ausgleichsgeraden berechnet. Neben dem Endkriechmaß wird die Endkriechzahl angegeben als

$$\varphi_{\infty} = \varepsilon_{\infty} / \varepsilon_{el}$$

mit

ε_{el} elastische Verformung unmittelbar nach Erreichen der Kriechlast.

(5) Der lineare Teil der Kurve zur Ermittlung des Endkriechmaßes muß einen Zeitraum von 90 d umfassen. Gegebenenfalls ist der Prüfzeitraum entsprechend zu verlängern.

2.5.8 Gesamtgehalt an Halogenen

Der Gesamtgehalt an Halogenen (außer Fluor) ist an einer Probe des rd. 7 d erhärteten Mörtels (Lagerung B) zu ermitteln. Die aufgemahlene, bis zur Massekonstanz bei 105 °C getrocknete Probe ist im HNO₃-Aufschlußverfahren (Heißaufschlußverfahren) im Platintiegel zu behandeln. Nach Entfernen des Kohlenstoffdioxids durch Röhren ist das salpetersaure Filtrat bei einem pH-Wert von 2,5 in Gegenwart von Aceton mit Silbernitratlösung der Stoffmengenkonzentration von 0,02 Mol/dm³ potentiometrisch zu titrieren. Bei Halogengehalten von höchstens 0,01 M.-% ist es zweckmäßig, der Lösung vor der Titration Natriumchloridlösung der Stoffmengenkonzentration 0,02 Mol/dm³ zuzugeben, die bei der Berechnung des Halogengehaltes zu berücksichtigen ist. Ebenso muß der Halogengehalt der verwendeten Reagenzien und feinporigen Filter (Blindwert) ermittelt und bei der Auswertung berücksichtigt werden.

2.5.9 Korrosionsfördernde Stoffe

Die Prüfung erfolgt entsprechend den Zulassungsrichtlinien für Betonzusatzmittel². Abweichend darf die Elektrode in praxisgerechter Schichtdicke mit der Korrosionsschutzbeschichtung bzw. der Haftbrücke versehen und nach deren Erhärtung in den zugehörigen Mörtel eingebettet werden.

2.5.10 Trockenrohddichte

(1) Zur Ermittlung der Trockenrohddichte des auf Platten-Grundkörpern verarbeiteten Mörtels werden nach erfolgter Abreißprüfung den Probekörpern nach Abschnitt 2.7.4 (Prüfalter 28 d) jeweils zwei Bohrkerne und aus 3 Platten Mörtelscheiben mit Durchmesser von ca. 50 mm und ca. 15 mm bzw. 35 mm Dicke entnommen, wobei die dem Grundkörperbeton bzw. der Oberfläche/Klebeschicht zugewandten Grenzschichten abzuschneiden sind. Hierfür dürfen die Bohrkerne zur Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit der Versagensart A oder A/B verwendet werden. Gegebenenfalls sind gesonderte Bohrkerne zu entnehmen.

(2) An den Bohrkernen ist die Trockenrohddichte entsprechend DIN 52 170-1 zu ermitteln, wobei die Volumenbestimmung durch Tauchwägung erfolgt. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung sind auf 0,001 kg/dm³ anzugeben.

2.5.11 Statischer Elastizitätsmodul

Der statische Elastizitätsmodul wird in Anlehnung an DIN 1048-5 im Druckversuch ermittelt. Die Messungen sind an drei Zylindern ($\varnothing = 50$ mm, $h = 150$ mm) nach Lagerung B im Alter von 28 d durchzuführen.

2.5.12 Dynamischer Elastizitätsmodul

(1) Der dynamische Elastizitätsmodul E_{dyn} ist mit Hilfe der Ultraschallaufzeitmessung zu ermitteln. Die Messungen sind an drei Prismen der Lagerung B im Alter von 28 d durchzuführen. Aus der Schallgeschwindigkeit c und der Rohddichte ρ ist vereinfachend der dynamische Elastizitätsmodul $E_{dyn} = c^2 \cdot \rho$ zu berechnen.

(2) Die Einzelwerte sind auf 100 N/mm² und der Mittelwert auf 500 N/mm² gerundet anzugeben.

2.5.13 Karbonatisierungstiefe

Die Karbonatisierungstiefe ist an frischen Bruchflächen von je drei Prismen der Lagerung B im Alter von 28 d, 56 d, und 90 d mit dem Phenolphthaleintest (einprozentige Phenolphthalein-Lösung in 70%-

² Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsrichtlinien), DIBt, in der jeweils gültigen Fassung (derzeit: Mai 2000)

gem Alkohol) zu ermitteln; die Messung erfolgt 1 h nach dem Aufsprühen. Der Abstand der Farbumschlaggrenze von der Einfüllseite ist auszumessen und zu mitteln. Einzelwerte sind auf 0,1 mm und der Mittelwert auf 0,5 mm gerundet anzugeben. Für eine genauere Beurteilung des zeitlichen Verlaufs sind weitere Prüftermine nach rd. 180 d sowie nach 1, 2 und 5 Jahren erforderlich. Die Prüfergebnisse sind dem Prüfbericht beizufügen.

2.5.14 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

Neun Prismen der Lagerung B sind im Alter von 28 d für weitere 28 d in gesättigter Calciumhydroxidlösung bei (50 ± 2) °C zu lagern. Danach sind die Prismen unter feuchten Tüchern abzukühlen. Drei Prismen sind unmittelbar danach auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 zu prüfen. Sechs Prismen werden im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 bis zum Alter von 90 d gelagert und auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 geprüft. Anzugeben sind die Einzel- und Mittelwerte.

2.5.15 Kapillare Wasseraufnahme

(1) Die Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme nach DIN 52 617 erfolgt an drei Scheiben mit einem Durchmesser von rd. 100 mm und einer Höhe von 20 mm.

(2) Die Scheiben sind im Alter von 28 d (Lagerung B) mit der Einfüllseite nach unten 2 bis 5 mm tief in Wasser mit einer Temperatur von (23 ± 2) °C zu legen. Die Wasseraufnahme ist auf 0,01 g genau bis zum Ablauf von 14 d zu messen. Einzelwerte und Mittelwert des Wasseraufnahmekoeffizienten W_{24} sind gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern anzugeben. Die Wasseraufnahme der einzelnen Scheiben über den Prüfzeitraum von 14 d ist grafisch darzustellen.

2.5.16 Wasserdampfdurchlässigkeit

(1) Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgt entsprechend DIN 52 615 an fünf Kreisscheiben mit einem Durchmesser von rd. 100 mm und einer Höhe $h = 20$ mm unter der Randbedingung B (Feuchtbereichsverfahren).

(2) Die Herstellformen für die Scheiben dürfen nicht mit Trennmittel versehen werden. Es empfiehlt sich daher die Verwendung von PE, PP, PTFE oder Silikonkautschuk. Die gemäß Lagerung B gelagerten Scheiben sind im Alter von 28 d mit der Einfüllseite nach unten dampfdicht auf bzw. in die Gefäße zu bauen (entsprechende Abdichtungsmittel sind in DIN 53 122-1 beschrieben). Danach sind die Proben bis zum Abschluß der Prüfung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

(3) Die Proben sind auf mindestens 0,01 g genau zu wiegen. Die Einzelwerte, der Mittelwert und die

Standardabweichung der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke s_d und der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ sind, gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern, anzugeben.

2.6 Grundkörper

2.6.1 Allgemeines

(1) Im folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als „Grundkörper“ bezeichnet.

(2) Es werden Grundkörper in folgenden Formen und mit folgenden Maßen verwendet:

- Platten-Grundkörper 300 mm x 300 mm x 100 mm gemäß Bild 6
- Balken-Grundkörper gemäß Bild 1
- Schwindrinne gemäß Bild 2
- Reprofilierungsplatten-Grundkörper gemäß Bildern 3 und 4

2.6.2 Platten- und Balken-Grundkörper für die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Die Grundkörper (Bild 1) sind mit Kiessand des Sieblinienbereichs A/B 8 nach DIN 1045 : 1988-07 (gegebenenfalls Zugabe von bis zu 20 % Hartsteinsplitt) und Zement CEM I 42,5 R nach DIN EN 197-1 herzustellen.

(2) Der Beton muß der Festigkeitsklasse C 50/55 nach DIN 1045-2 : 2001-mm entsprechen. Folgende Betonzusammensetzung wird empfohlen:

- Zementgehalt: ca. 460 kg/m³;
- Mischungsverhältnis: z/g/w = 1/3,70/0,40;
- gegebenenfalls Zugabe eines Betonverflüssigers (BV) oder Fließmittels (FM).

(3) Zur Kontrolle von Gleichmäßigkeit und Güte der Betonmischungen sind je Mischung 3 Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Mittelwert im Prüfbericht anzugeben.

(4) Herstellung und Lagerung erfolgen nach DIN 1048-5:

- Entschalen nach 24 h Erhärtung;
- Wasserlagerung bis zum Alter von 7 d, danach Lagerung bei Raumtemperatur.

(5) Im Alter von rd. 21 d ist die bei der Herstellung unten liegende Seite der Grundkörper oder, soweit zutreffend: die Aussparung der Balken, durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen oder zum Beschichten vorzubereiten.

(6) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rauhtiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens³ und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN 1048-2 bzw. EN 1542 zu bestimmen. Die Rauhtiefe darf einen Wert von $R_t = 1,0$ mm nicht überschreiten. Die Rauhtiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(7) Die Oberflächenzugfestigkeit muß bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens $\beta_{HZ} = 3,0$ N/mm² betragen; Einzelwerte bis $\beta_{HZ} = 2,0$ N/mm² sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung³ und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

2.6.3 Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.9

Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen entsprechend Bild 2 zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen sind.

2.6.4 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Grundkörper sind mit Kiessand des Sieblinienbereiches A/B 16 nach DIN 1045 : 1988-07 und Zement CEM I 32,5 R nach DIN EN 196-1 herzustellen.

(2) Der Beton muß der Festigkeitsklasse C 20/25 nach DIN 1045-2 : 2001-mm entsprechen. Folgende Betonzusammensetzung wird empfohlen:

- Zementgehalt: ca. 300 kg/m³;
- Mischungsverhältnis: $z/g/w = 1/6, 2/0,6$;
- gegebenenfalls Zugabe eines Luftporenbildners.

(3) Zur Kontrolle von Gleichmäßigkeit und Güte der Betonmischungen sind je Mischung drei Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit je Mischung zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(4) Herstellung und Lagerung der Grundkörper erfolgen nach DIN 1048-5 :

- Entschalen nach 24 h Erhärtung;
- Wasserlagerung bis zum Alter von 7 d, danach Lagerung bei Raumtemperatur.

(5) Vor dem Beschichten ist die ausgesparte Seite der Grundkörper durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel vorzubereiten. Dabei sind die freiliegenden Stabstähle nach DIN EN ISO 12 944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosteten.

2.7 Prüfungen am Verbundkörper

2.7.1 Allgemeines

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

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

(3) Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des PCC ist Abschnitt 2.4.1 zu beachten. Abweichend hiervon dürfen die Prüfungen nach den Abschnitten 2.7.6 und 2.7.9 mit einer vom Hersteller anzugebenden verminderten Flüssigkeitszugabemenge durchgeführt werden.

(4) Alle Komponenten des Betonersatzsystems für den Anwendungsbereich PCC I werden von oben auf liegende und für den Anwendungsbereich PCC II auf senkrecht stehende Platten-Grundkörper nach den Abschnitten 2.6.2 und 2.6.4 aufgetragen. Bei Betonersatzsystemen für die Anwendungsbereiche PCC I und PCC II sind senkrecht stehende Plattengrundkörper zu beschichten. –Für PCC II ist als Größtkorn > 4 mm zulässig (gesonderter Nachweis nach Abschnitt 2.7.8).

(5) Nach Aufbringen des PCC sind die Probekörper in der Applikationslage mit feuchten Tüchern und Folie für 24 h bis zum Entfernen der Schalung abzudecken und danach gemäß Abschnitt 2.7.2 zu lagern.

(6) Die Beschichtungsdicke der Platten-Grundkörper richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser des PCC und beträgt bei dem Größtkorndurchmesser ≤ 4 mm 20 mm bzw. 40 mm beim Größtkorndurchmesser > 4 mm. Abweichungen hiervon sind auf Wunsch des Herstellers möglich. Der Größtkorndurchmesser des PCC für die Beschichtung der Balken-Grundkörper beträgt höchstens 4 mm.

2.7.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

(1) Tabelle 5 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und die Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonersatzsystem.

(2) Die Grundkörper sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu konditionieren.

³ Prüfung nach N. Kaufmann: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971), Nr. 3, S. 171 ff

2.7.3 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A

Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche hinsichtlich Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend ist die Oberflächenzugfestigkeit an drei Probekörpern der Altersstufe 90 d gemäß Abschnitt 2.7.11 zu ermitteln.

2.7.4 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B

Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche hinsichtlich Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend ist die Oberflächenzugfestigkeit an drei Probekörpern nach 7 d gemäß Abschnitt 2.7.13 zu ermitteln.

2.7.5 Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper der Lagerung B sind im Alter von 25 d für 3 d in Wasser bei Raumtemperatur einzulagern. Rund 3 d bevor sie in das Wasser eingelagert werden, sind sämtliche Plattenflächen bis auf die Deckfläche des Mörtels (300 mm · 300 mm) mit einem geeigneten Reaktionsharz zu beschichten. Hiermit soll das seitliche und rückseitige Eindringen von Flüssigkeit während der Wechsellagerung verhindert werden.

(2) Die Temperaturwechselbeanspruchung, mit der nach der Wasservorlagerung begonnen wird, muß in einer geschlossenen Prüfruhe mit Umluft-, Heizungs-, Kühl- und Flutungseinrichtung durchgeführt werden.

(3) Die Platten werden senkrecht in die Prüfruhe gestellt. Der Abstand der Platten untereinander muß mindestens 100 mm und zu den Wänden der Prüfruhe mindestens 50 mm betragen. Die Medientemperaturen T in der Prüfruhe müssen so geregelt werden, daß sie im Verlauf des folgenden Prüfzyklus in einem Abstand von (10 ± 2) mm von dem Mittelpunkt jeder Beschichtungsoberfläche innerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

(4) Die Einhaltung der zulässigen Temperaturabweichungen ist bei herkömmlichen Prüfruhen an einem Volumenverhältnis Prüfraum/Probekörper > 7 möglich.

- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von höchstens 15 min am Ende)
- 3 h Abkühlen mit Luft auf $T = (-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen $20 ^\circ\text{C}$ und $-15 ^\circ\text{C}$: ± 3 K)
- 4 h Lagerung bei $T = (-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$

- 0,25 h Erwärmen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $-17 ^\circ\text{C} < T < 22 ^\circ\text{C}$)
- 1,25 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende)
- 1,5 h Aufheizen mit Luft auf $T = (60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen $20 ^\circ\text{C}$ und $60 ^\circ\text{C}$: ± 3 K)
- 10 h Luftlagerung bei $T = (60 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 0,25 h Abkühlen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (Fluten innerhalb von maximal 15 min; $62 ^\circ\text{C} > T > 18 ^\circ\text{C}$)
- 1,75 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

(5) Die Temperatur des einlaufenden Wassers muß zwischen $18 ^\circ\text{C}$ und $22 ^\circ\text{C}$ liegen. Ein Zyklus dauert jeweils 24 h. Die Temperaturwechselbeanspruchung umfaßt 20 Zyklen.

(6) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Prüfruhe ist eine ausreichende Bewegung der Luft und des Wassers sicherzustellen. Eine Regelung der Luftfeuchte in der Prüfruhe ist nicht notwendig.

(7) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus der Prüfruhe sind die Platten auf Oberflächenveränderungen (Risse, Ablösungen und Abwitterungen) zu untersuchen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

(8) Die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitt 2.7.13. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

2.7.6 Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper sind gemäß Abschnitt 2.7.5, Absatz (1), herzustellen und in Wasser vorzulagern.

(2) Nach der Wasservorlagerung werden die Probekörper 50mal mit folgendem Zyklus beansprucht:

- 2 h Lagerung in gesättigter Kochsalzlösung bei $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- 2 h Wasserlagerung bei $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

(3) Die Platten werden senkrecht in die mit Flüssigkeit gefüllten Behälter gestellt. Der Abstand der Platten untereinander und zu den Behälterwänden muß mindestens 100 mm betragen. Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung ist eine ausreichende Bewegung der Umgebungsmedien sicher-

zustellen. Das Volumenverhältnis von Flüssigkeit zu Probekörper ist so zu wählen, daß die angegebenen Temperaturen, 50 mm von der Plattenoberfläche entfernt gemessen, zu jeder Zeit und bei jeder Platte eingehalten werden. Die Umlagerung einer Platte darf max. 5 min. in Anspruch nehmen. Die zeitliche Reihenfolge der Platten beim Umlagern ist stets beizubehalten.

(4) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper innerhalb von 30 Minuten augenscheinlich auf Abwitterung und Rißbildung zu untersuchen. Risse ab einer Rißbreite von 0,05 mm sind in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Anschließend sind die Probekörper hinsichtlich ihrer Lage im Lagerungsbehälter zu vertauschen, damit mögliche Unterschiede in der Beanspruchung an einzelnen Stellen im jeweiligen Lagerungsmedium ausgeglichen werden.

(5) Bei Unterbrechung der Wechsellagerung (über Nacht, am Wochenende oder bei Störungen) lagern die Probekörper im Wasser von $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

(6) Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 2.7.13 zu ermitteln.

2.7.7 Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Je drei Platten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.1 mit PCC und Feinspachtel oder nur mit Feinspachtel zu beschichten.

(2) Die Probekörper sind nach 28 d Lagerung B einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation mit folgendem Zyklus

| | |
|-------|--------------|
| 10mal | auszusetzen: |
|-------|--------------|

- Warmlagerung bei $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$; Dauer 5 h 45 min;
- Beregnung mit Leitungswasser bei $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$; Dauer 15 min;

(3) Die Temperatur wird mit auf die Beschichtungsoberfläche geklebten Temperaturfühlern gemessen; sie darf bei der Warmlagerung frühestens nach 0,5 h und muß spätestens nach 1 h im genannten Bereich liegen.

(4) Die Probekörper werden von oben beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung (1,5 % bis 3 %) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers zu sicherzustellen. Die Prüfung findet in einem offenen System statt, so daß sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(5) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen

werden, muß im Bereich $(50 \pm 5) \text{ K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen; die Beregnungsmenge muß mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$ betragen.

(6) Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 2.7.13 ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel bzw. im Feinspachtel ab einer Rißbreite von 0,10 mm sind in Schritten von 0,10 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

2.7.8 Oberflächenzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

(1) Das Auftragen des PCC erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Balken-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild 1 dargestellt. Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, daß folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

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

(2) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der PCC für die Dauer der Schwingbeanspruchung nachbehandelt. Der beschichtete Balken-Grundkörper lagert nach Beendigung der Schwingbeanspruchung 27 d im Normklima DIN 50 014-23/50-2 (Lagerung B).

(3) Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel ab einer Rißbreite von 0,10 mm sind in Schritten von 0,10 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

(4) Die Oberflächenzugfestigkeit ist gemäß Abschnitt 2.7.13 an 8 gleichmäßig über die PCC-Fläche verteilten Prüfstellen (Bild 1) zu ermitteln.

2.7.9 Behindertes Schwinden

(1) Der PCC wird in liegende Schwindrinnen (Bild 2) eingefüllt, verdichtet, abgezogen und abgerieben. Die Verdichtungsart ist anzugeben.

(2) Anschließend sind die Schwindrinnen ohne Abdeckung zu lagern und auf Rißbildung zu beobachten.

(3) Gegebenenfalls aufgetretene Risse sind nach 90 d in der Längsachse auf 0,02 mm genau auszumessen. Anzugeben sind die Anzahl der Risse, die mittlere und die maximale Rißbreite sowie gegebenenfalls Zeitpunkt der Rißbildung und großflächige

Ablösungen vom Stahl. Außerdem ist die Karbonatisierungstiefe entsprechend Abschnitt 2.5.13 anzugeben.

2.7.10 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Betonstabstähle und das Stahlblech (Bild 5) sind nach DIN EN ISO 12 944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrosten. Die Rauhtiefe des Stahlblechs ist im Prüfbericht anzugeben.

(2) Danach werden die Betonstabstähle und das Stahlblech nach Angabe des Herstellers vollständig mit der Korrosionsschutzbeschichtung versehen. Während des Aufbringens und des Erhärtens der Korrosionsschutzbeschichtung sind die Stabstähle senkrecht und das Stahlblech waagrecht zu lagern. Ist nach Angabe des Herstellers ein Absanden der Korrosionsschutzbeschichtung vorgesehen, so sind je ein Betonstabstahl \varnothing 8 mm und \varnothing 16 mm und eine Seite des Stahlblechs abzusanden. Auftragsmenge und Trockenschichtdicke der Korrosionsschutzbeschichtung auf der nicht besandeten Seite des Stahlblechs sind zu bestimmen und im Prüfbericht anzugeben.

(3) Nach der vom Hersteller vorgegebenen Wartezeit – vorzugsweise nach 7 d – ist eine Längskante des Stahlblechs vorsichtig freizuschleifen, ohne den Haftverbund zwischen Korrosionsschutzbeschichtung und Stahlblech zu beeinträchtigen.

(4) Anschließend sind die Stahlproben senkrecht zur Hälfte in eine mit dem zum Betonersatzsystem gehörenden PCC gefüllte Form einzubetten (Bild 5) und nach dem Entformen 7 d im Normklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

(5) Der Probekörper ist dann liegend (freigeschliffene Blechkante nach unten weisend) nacheinander folgenden Prüfungen zu unterziehen:

- nach DIN 50 018 im Prüfklima
DIN 50 017 – KFW: 10 Prüfzyklen;
- nach DIN EN ISO 6988
mit 0,2 L (Liter) SO₂: 10 Prüfzyklen;
- nach DIN 50 021 SS:
5 Beanspruchungstage.

(6) Danach sind die Betonstabstähle und das Stahlblech optisch auf Rostbildung und Unterrostung zu untersuchen. Zur Beurteilung der Unterrostung ist – ausgehend von der freigeschliffenen Kante des Stahlblechs – die Korrosionsschutzbeschichtung so zu entfernen, daß eventuell vorhandene Korrosion sichtbar wird. Das Untersuchungsergebnis ist im Prüfbericht anzugeben.

2.7.11 Verhalten bewehrter Verbundkörper

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.1 mit dem PCC zu beschichten. Alle nicht mit PCC versehenen Flächen sind mit einem Reaktionsharz wasserundurchlässig zu beschichten.

(2) Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper erfolgen gemäß Abschnitt 2.7.6.

(3) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper augenscheinlich auf Rißbildung und Abwitterung zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite von 0,10 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung sind die Probekörper längs der in Bild 3 bzw. Bild 4 skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und auf Rißbildung und Hohlstellen zu beurteilen. Die Bewehrungsstähle sind freizulegen und auf Korrosionserscheinungen zu beurteilen.

2.7.12 Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

(1) Die Prüfung wird in Anlehnung an RILEM/CEB/FIP-Recommendation RC 6 - 1978 „Bond test reinforcing steel - 2. Pull-out test“ durchgeführt. Die Prüfung erfolgt mit Betonstabstählen BSt 500 S, \varnothing 16 mm, nach DIN 488-1; sie gliedert sich in drei Prüfabschnitte. Je Prüfabschnitt werden 3 Stabstähle geprüft.

a: unbeschichteter Stabstahl in einem Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 nach DIN 1045-2: 2001-mm:

- Lagerung der Probekörper: 7 d feucht, anschließend bei Raumtemperatur
- Seriadruckfestigkeit: $\beta_{ws,soil} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

b: unbeschichteter Stabstahl im systemgebundenen Mörtel/Beton für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3:

- Lagerung der Probekörper:
1 d feucht, anschließend im Normklima
DIN 50 014-23/50-2
- Prüfalter: 28 d

c: beschichteter Stabstahl (maximale Beschichtungsdicke gemäß Angaben zur Ausführung) im systemgebundenen Mörtel/Beton für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3:

- Lagerung der Probekörper:
1 d feucht, anschließend Normklima
DIN 50 014-23/50-2
- Prüfalter: 28 d.

(2) Beurteilungskriterium ist die Verbundspannung bei einem Verschiebeweg von $\Delta = 0,1 \text{ mm}$. Aus den Versuchsergebnissen der Prüfserie a wird die Bezugsverbundspannung $\tau(\beta_{ws,soil})$ wie folgt berechnet:

$$\tau(\beta_{ws, \text{soll}}) = \tau(\beta_{ws, \text{ist}}) \frac{\beta_{ws, \text{soll}}}{\beta_{ws, \text{ist}}}$$

(3) Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die in den Versuchsabschnitten b und c ermittelte Verbundspannung jeweils mindestens 80 % der im Nullversuch (Versuchsabschnitt a) ermittelten Bezugsverbundspannung beträgt.

2.7.13 Hinweise zur Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Die Oberfläche des Probekörpers muß zum Erreichen eines haftfähigen Untergrundes mit einem geeigneten Verfahren (z. B. Strahlen, Bürsten, Schleifen), bis oberflächennahes Korn gerade sichtbar wird, vorbereitet werden. Der Probekörper ist mit einem Kernbohrer, Innendurchmesser $d_i = 50$ mm, bis in eine Tiefe von 10 mm in den Grundkörper anzubohren. Auf den Kern ist ein Prüfstempel mit einer Dicke von mindestens 25 mm zu kleben. Der Klebstoff ist vom Hersteller des Mörtels zu benennen. Lage und Kennzeichnung der Prüfstellen auf den Probekörpern sind in Bild 6 dargestellt.

(2) Die Prüfung erfolgt mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 100 N/s. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung der Oberflächenzugfestigkeitswerte sind, auf 0,1 N/mm² gerundet, anzugeben.

(3) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in

Kohäsionsversagen:

- -Versagensart A: im Beton
- -Versagensart B: im PCC
- -Versagensart C: im Feinspachtel

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und dem PCC
- Versagensart B/C: zwischen dem PCC und dem Feinspachtel
- Versagensart B/Y: zwischen dem PCC und der Klebeschicht
- Versagensart C/Y: zwischen dem Feinspachtel und der Klebeschicht
- Versagensart Y/Z: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

(4) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

3 Im Spritzverfahren aufzubringende kunststoffmodifizierte Instandsetzungsbetone/-mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 (SPCC)

3.1 Allgemeines

Die Stoffe, die im Naß- oder Trockenspritzverfahren aufgebracht werden, werden im folgenden einheitlich als SPCC bezeichnet. Der Umfang der durchzuführenden Prüfungen sowie die Anforderungen an die Prüfergebnisse sind Teil 2, Abschnitte 1, 4 und 7, zu entnehmen.

3.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.2.1 Allgemeines

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.2.2 Kornzusammensetzung

Siehe Abschnitt 2.2.2

3.2.3 Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand flüssiger Kunststoffzusätze

Siehe Abschnitt 2.2.3

3.2.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4

3.2.5 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

3.3 Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.3.1 Allgemeines

(1) Tabelle 2 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

(2) Die Prüfungen erfolgen an den Flüssigkomponenten und am Harzgemisch. Bei gefüllten Systemen werden die Prüfungen nach den Abschnitten 3.3, 3.4 und 3.5 an den Originalkomponenten und an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösemittel zu ma-

chen. Das gewählte Trennverfahren, vorzugsweise Heißextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren, ist anzugeben.

(3) Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Produkten, sind die Prüfungen an beiden Produkten durchzuführen.

(4) Die Komponenten sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min bei einer Drehzahl von max. 300 min⁻¹ zu mischen; sie muß augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Temperatur ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

3.3.2 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

3.3.3 Epoxidäquivalent und Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3

3.3.4 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4.

3.3.5 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

3.3.6 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.3.6.

3.3.7 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

3.3.8 Härtungsverlauf

Siehe Abschnitt 2.3.8.

3.4 Im Zwangsmischer hergestellte Mischungen

Tabellen 6 und 7 enthalten eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.4.1 Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

3.4.1.1 Herstellung der Mischungen

(1) Sowohl für das Naß- als auch für das Trockenspritzverfahren ist mit der vom Hersteller vorgesehenen Flüssigkeitszugabe (Höchstmenge) ein Mörtel nach dessen Maßgabe im Zwangsmischer (Fas-

sungsvermögen mindestens 30 l) herzustellen. Mischertyp, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben. Hierbei sind die Frischmörtelkennwerte zu ermitteln. Für die Ermittlung der Frischmörtelkennwerte sind mindestens drei Mischungen herzustellen.

(2) Für die Prüfungen der Ablaufneigung (Abschnitt 2.4.4) sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 mit geringer Drehzahl.

3.4.1.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Siehe Abschnitt 2.4.2.

3.4.1.3 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.4.4.

3.4.1.4 Verarbeitbarkeitsdauer

Die Verarbeitbarkeitsdauer der zementgebundenen Korrosionsschutzbeschichtung wird anhand der Streichfähigkeit beurteilt. Die Probe ist zwischen den Prüfungen in einem abgedeckten Behälter zu lagern und jeweils vor der Prüfung aufzurühren.

3.4.2 Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

3.4.2.1 Herstellung der Probekörper

Siehe Abschnitt 2.5.1.

3.4.2.2 Lagerung der Probekörper

Siehe Abschnitt 2.5.2.

3.4.2.3 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im Alter von 28 d zu ermitteln.

3.4.2.4 Schwinden

Siehe Abschnitt 2.5.6.

3.4.2.5 Gesamtgehalt an Halogenen

Siehe Abschnitt 2.5.8.

3.4.2.6 Korrosionsfördernde Stoffe

Siehe Abschnitt 2.5.9.

3.5 Grundkörper

3.5.1 Spritzpfannen

Es sind Spritzpfannen gemäß Bild 9 zu verwenden. Die Innenflächen der Spritzpfannen sind durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauchen. Der Rand der Pfanne zur Bestimmung der Frischmörtelrohichte muß plan geschliffen sein. Für die Ermittlung der Frischmörtelrohichte des gespritzten PCC (Abschnitt 3.6.2) und die Herstellung von gespritzten PCC-Probekörpern sind für die Überkopfanwendung fünf und für die Anwendung an vertikalen Flächen drei Spritzpfannen erforderlich.

3.5.2 Platten-Grundkörper für die Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit

Die Platten-Grundkörper 300 mm x 300 mm x 100 mm sind nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

3.5.3 Platten-Grundkörper für die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

Der Platten-Grundkörper (Bild 7) sind entsprechend Abschnitt 2.6.2, Absätze (1) bis (4), jedoch mit Zement CEM III/A 42,5 nach DIN EN 197-1, herzustellen und zu prüfen.

3.5.4 Schwindrinne für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.8

Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen entsprechend Bild 2 zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauchen sind.

3.5.5 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.9

(1) Zur Überprüfung des Verhaltens am bewehrten Gesamtsystem werden bei ≤ 4 mm Größtkorn des SPCC Reprofilierungsplatten-Grundkörper mit 17 mm (Bild 3) bzw. bei 8 mm Größtkorn des SPCC mit 40 mm (Bild 4) tiefer Aussparung verwendet.

(2) Die Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.6.4, Absätze (2) bis (4) herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

(3) Auf der Rückseite der Reprofilierungsplatten sind Ankerschienen einzubauen, mit denen die Reprofilierungsplatten am Spritzstand befestigt werden können.

(4) Rechtzeitig vor dem Einbau der Reprofilierungsplatten in den Spritzstand sind die Stabstähle mit der zum Betonersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu versehen.

(5) Vor dem Beschichten ist die ausgesparte Seite der Grundkörper durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel vorzubehandeln. Dabei sind die freiliegenden Stabstähle nach DIN EN ISO 12 944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrostern.

3.5.6 Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11

Verwendet werden 2 Spritzkästen (mit Stabstählen verseherte Holzschalungskästen) entsprechend Bild 8. Bevor die im Bild 8 markierten Betonstabstähle nach Angabe des Herstellers vollständig mit der Korrosionsschutzbeschichtung versehen werden, sind sie nach DIN EN ISO 12 944-4 – Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ – zu entrostern. Während des Aufbringens und Erhärtens der Korrosionsschutzbeschichtung sind die Stabstähle senkrecht zu lagern. Ist eine Absandung vorgesehen, ist je Stabdurchmesser einer der beiden Stabstähle abzusanden. Die Auftragsmengen sind im Prüfbericht anzugeben. Die Korrosionsschutzbeschichtung wird 3 d vor dem Spritzen aufgebracht, sofern der Hersteller keine andere Angabe macht.

3.6 Prüfungen an gespritzten Proben

3.6.1 Herstellung und Lagerung

3.6.1.1 Allgemeines

(1) Im folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten Körper als „Grundkörper“ bezeichnet.

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

3.6.1.2 Applikation

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

(2) Die Auftragsdicke des SPCC richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser und dem vorgesehenen oberen Maß für den großflächigen Auftrag bei der Ausführung (Tabelle 8).

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

(4) Die Applikation des SPCC erfolgt in zwei Lagen. Die Wartezeit bis zum Aufbringen der nachfolgenden Lage ist vom Hersteller festzulegen und im Prüfbericht anzugeben. Zwischen den einzelnen Spritzlagen ist der SPCC gegebenenfalls nachzubehandeln. Eine Nachbearbeitung zur Verbesserung der Verdichtung bzw. Haftung ist nicht zulässig.

(5) Zusätzlich ist das Verhalten des SPCC bei einlagigem Auftrag zu überprüfen. Hierzu sind drei Platten-Grundkörper mit einer Auftragsdicke von 20 mm nach Abschnitt 3.5.2 und zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.5 mit $t = 17$ mm tiefer Aussparung in einem Arbeitsgang zu spritzen, bei einem Größtkorndurchmesser > 4 mm sind Reprofilierungsplatten-Grundkörper mit einer Aussparung von $t = 40$ mm zu verwenden. Der Hersteller entscheidet, ob auch bei einlagigem Aufbau die Oberfläche geglättet werden kann oder spritzrauh belassen werden muß.

(6) Die Spritzpfanne für die Bestimmung der Frischmörtelrohddichte (siehe Bild 9) sowie die Spritzkästen nach Abschnitt 7.5.6 sind in einem Arbeitsgang zu spritzen. Beide Spritzkästen sind mit gleicher Einstellung des Spritzaggregates nacheinander vollzuspritzen.

(7) Anschließend entscheidet die Prüfstelle, aus welchem Kasten die 4 Stabstähle für die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung entnommen werden. Diese Stabstähle werden unmittelbar nach Beendigung des Spritzvorgangs aus dem frischen SPCC entnommen. Nach Beendigung des Spritzvorganges ist die Oberfläche abzuziehen und zu glätten.

(8) Die Frischmörtelrohddichte wird sowohl beim ersten als auch beim zweiten Spritzauftrag bestimmt. Dazu ist die Spritzpfanne jeweils sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, abzuziehen und zu glätten.

3.6.1.3 Lagerung der Probekörper

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

- Lagerung A - ständig feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);
- Lagerung B - 24 Stunden feucht (wie Lagerung A), anschließend ohne Nachbehandlung im Klima des Spritzstandes (vgl. Abschnitt 3.6.1.1).

(2) 48 Stunden nach dem Auftragen der jeweils letzten Spritzlage sind die Probekörper aus dem Spritzstand zu entnehmen. Anschließend sind aus dem SPCC Prismen und Scheiben herauszuschneiden bzw. zu bohren.

(3) Nach der Entnahme aus dem Spritzstand sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

- Lagerung A: unter Wasser mit (23 ± 2) °C;
- Lagerung B: im Normalklima
DIN 50 014-23/50-2.

3.6.2 Prüfungen am Frischmörtel

Die Rohddichte des SPCC ist durch Wägung und Volumenbestimmung der in die Spritzpfanne gespritzten Probe zu ermitteln. Die Prüfung ist unmittelbar nach Beendigung des jeweiligen Spritzvorganges durchzuführen (vgl. Abschnitt 3.6.1.2).

3.6.3 Prüfungen am Festmörtel

Tabelle 9 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen.

3.6.3.1 Festigkeit nach Lagerung A und B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen der Altersstufen 7 d, 28 d und 90 d je Lagerungsart zu ermitteln. Die Maße der Prismen sind auf 0,1 mm anzugeben.

3.6.3.2 Quellen

Das Quellen ist, wie in Abschnitt 2.5.5 beschrieben, nach 3 d, 7 d, 14 d, 21 d und 28 d zu bestimmen.

3.6.3.3 Schwinden

Das Schwinden ist, wie in Abschnitt 3.6.3.2 beschrieben, an sechs Prismen der Lagerung B im Alter von 3 d, 7 d, 14 d, 21 d und 28 d zu bestimmen.

3.6.3.4 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist gemäß DIN 52 170-1 an sechs Prismen im Alter von 28 d nach Lagerung B zu ermitteln. Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung sind auf $0,001 \text{ kg/dm}^3$ anzugeben.

3.6.3.5 Dynamischer Elastizitätsmodul

Siehe Abschnitt 2.5.12.

3.6.3.6 Karbonatisierungstiefe

Siehe Abschnitt 2.5.13.

3.6.3.7 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

Siehe Abschnitt 2.5.14.

3.6.3.8 Kapillare Wasseraufnahme

Siehe Abschnitt 2.5.15.

3.6.4 Prüfungen am Verbundkörper

3.6.4.1 Allgemeines

(1) Eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonersatzsystem enthält Tabelle 10.

(2) Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitten 3.6.4.2, 3.6.4.3 und 3.6.4.4 ist die Mörteloberfläche Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite $> 0,10$ mm in Schritten von $0,10$ mm anzugeben.

3.6.4.2 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A

Die Oberflächenzugfestigkeit ist an drei Probekörpern der Altersstufe 90 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.3 Oberflächenzugfestigkeit-nach Lagerung B

Die Oberflächenzugfestigkeit ist an drei Probekörpern, der Altersstufe 7 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.4 Oberflächenzugfestigkeit an einlagig gespritzten Proben

Die Oberflächenzugfestigkeit ist an drei Probekörpern, der Altersstufe 7 d gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.5 Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Drei Probekörper sind gemäß Abschnitt 2.7.6, Absätze (1) bis (5) herzustellen und zu lagern und zu prüfen.

(2) Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 3.6.4.12 zu ermitteln.

3.6.4.6 Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Drei Probekörper sind entsprechend Abschnitt 2.7.7, Absätze (1) bis (5) herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

(2) Vor der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 3.6.4.12 ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel ab einer Rißbreite von $0,05$ mm sind in Schritten von $0,05$

mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

3.6.4.7 Oberflächenzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

(1) Das Auftragen des SPCC erfolgt entsprechend Abschnitt 2.7.8 unter Beachtung folgender Abweichungen:

– Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild 7 dargestellt.

– Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite von $0,05$ mm in Schritten von $0,05$ mm anzugeben.

– Die Oberflächenzugfestigkeit ist gemäß Abschnitt 3.6.4.12 an 15 gleichmäßig über die SPCC-Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

3.6.4.8 Behindertes Schwinden

(1) Die Schwindrinnen gemäß Bild 2 sind im Spritzstand waagrecht anzubringen, so daß die SPCC-Oberflächen senkrecht ausgerichtet sind. Die SPCC-Oberflächen sind abziehen und abzureiben.

(2) Die Schwindrinnen sind nach ihrem Ausbau aus dem Spritzstand nach Abschnitt 2.7.9, Absätze (2) und (3) zu lagern und zu prüfen.

3.6.4.9 Verhalten bewehrter Verbundkörper

(1) Zwei Reprofillierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 3.5.5 mit dem SPCC zu beschichten. Für die Prüfung gilt Abschnitt 2.7.11 mit folgenden Abweichungen:

– Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper richtet sich nach Abschnitt 3.6.4.5.

– Risse im Mörtel sind ab einer Rißbreite $> 0,05$ mm in Schritten von $0,05$ mm anzugeben.

3.6.4.10 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

(1) Die Beständigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung wird anhand der 4 Stabstähle aus Abschnitt 3.6.1.2 und einem Stahlblech 200 mm x 90 mm x $1,5$ mm aus S235JRG nach DIN EN 10 027-1 beurteilt.

(2) Die Stahloberflächen sind nach Abschnitt 2.7.10 zu behandeln und zu prüfen.

(3) Die aus dem frischen SPCC entnommenen Stabstähle werden gereinigt und getrocknet. Anschließend werden sie augenscheinlich auf Beschädigungen der Korrosionsschutzbeschichtung

untersucht. Das Ergebnis ist im Prüfbericht festzuhalten.

3.6.4.11 Feststellung der Spritzeignung des SPCC

Zur Feststellung der Spritzeignung des SPCC ist der Probekörper nach Bild 8 entsprechend der dort skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Spritzschatten und Hohlstellen an den Schnittflächen oberhalb der in Bild 8 angegebenen Zahlenreihen wie folgt zu beurteilen:

- bei flächenhaften Spritzschatten und Hohlstellen, die an Stabstähle angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung (bei Doppelstäben vom Schwerpunkt ausgehend), multipliziert mit dem Faktor 2;
- bei linienförmigen Spritzschatten und Hohlstellen, die nicht an einen Stabstahl angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung.

3.6.4.12 Hinweise zur Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Es ist entsprechend Abschnitt 2.7.13 zu verfahren.

(2) Bei der Beschreibung der Bruchfläche ist zu unterscheiden in:

Kohäsionsversagen:

- Versagensart A: im Beton
- Versagensart B: im SPCC

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und dem SPCC
- Versagensart B/Y: zwischen dem SPCC und der Klebeschicht
- Versagensart Y/Z: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

(4) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

4 Reaktionsharzgebundene Instandsetzungsbetone/ -mörtel mit zugehörigen Systemkomponenten und Prüfung der Stoffe für die Beanspruchbarkeitsklassen M 2 / PC I und M 2 / PC II

4.1 Allgemeines

(1) Die Stoffe werden im folgenden einheitlich als PC bezeichnet. Art und Umfang der Prüfungen, die Anforderungen an die Prüfergebnisse, die Überein-

stimmungsnachweise und die Lieferbedingungen sind Teil 2, Abschnitten 1, 4 und 7, zu entnehmen.

(2) Bei gefüllten Systemen werden Prüfungen an den Originalkomponenten bzw. an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen durchgeführt. Hierzu sind vom Hersteller Angaben zur Probenpräparation und zum Lösungsmittel zu machen. Das gewählte Trennverfahren – vorzugsweise Heißextraktion nach DIN ISO 1407 oder Zentrifugieren – ist anzugeben.

4.2 Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke

4.2.1 Allgemeines

Tabelle 11 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen.

4.2.2 Bindemittel

4.2.2.1 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

4.2.2.2 Epoxidäquivalent und Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

4.2.2.3 Thermogravimetrische Analyse

Siehe Abschnitt 2.2.4.

4.2.2.4 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

4.2.3 Zuschlag

4.2.3.1 Kornzusammensetzung

siehe Abschnitt 2.2.2

4.2.4 Zuschlag mit Reaktionsharz- bzw. Härter

4.2.4.1 Rohdichte

Die Rohdichte des Gemisches ist nach DIN 18 555-2 an jeweils zwei Proben aus zwei Zuschlag-Gebinden zu bestimmen.

4.2.4.2 Kornzusammensetzung

Die Kornzusammensetzung ist nach Extraktion der Bindemittelkomponente mit einem geeigneten Lösemittel gemäß Abschnitt 2.2.2 zu ermitteln.

4.2.4.3 Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt

Die Festlegung der Reaktionsharz- bzw. Härtergehaltsbestimmung in der Grundprüfung ist zwischen Hersteller und Prüfstelle abzustimmen. Eine genaue Prüfvorschrift ist durch den Hersteller bei der jeweiligen Prüfstelle zu hinterlegen und muß im Prüfbericht der Grundprüfung festgehalten werden. Der Reaktionsharz- bzw. Härtergehalt ist auf 0,1 M.-% genau im Prüfbericht anzugeben.

4.3 Prüfungen am Frischmörtel/Gemisch

4.3.1 Herstellung der Mischungen

(1) Tabelle 11 enthält eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch.

(2) Die Einwaage der Mörtel-Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Die Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch und am Festmörtel sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung durchgeführt werden. Die Ausgangsmischung ist nach den Vorgaben des Herstellers herzustellen. Das Verfahren (Mischgerät, Mischabfolge, Mischzeit) ist anzugeben.

(3) Die Komponenten der Haftbrücke und der Korrosionsschutzbeschichtung sind nach Vorgabe des Herstellers zu mischen. Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Die Einwaage ist auf 0,1 g genau vorzunehmen. Das Harzgemisch ist in der Regel 2 min bei einer Rührdrehzahl von max. 300 min⁻¹ zu mischen; sie muß augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen. Die Grenzwerte der Verarbeitungstemperaturen (minimale/maximale Temperatur) sind vom Hersteller anzugeben.

4.3.2 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

4.3.3 Härungsverlauf

Siehe Abschnitt 2.3.8.

4.3.4 Ablaufneigung

Siehe Abschnitt 2.3.6

4.3.5 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen erfolgt an den angemischten Stoffen nach 24stündiger Lagerung im Normklima DIN 50 014 - 23/50-2 und anschließender dreistündiger Lagerung bei (105 ± 2) °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3251.

4.4 Prüfungen am Festmörtel

Tabelle 12 enthält eine Übersicht über den Umfang der Prüfungen am Festmörtel.

4.4.1 Herstellung der Probekörper

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt nach DIN 18 555-3. Die Art der Verdichtung ist im Prüfbericht anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden.

(2) Zusätzlich zu den Probekörpern der Grundprüfung sind Prismen herzustellen, die mit einem Thermoelement zur Messung der Kerntemperatur zu versehen sind. Diese Prismen dienen bei den Versuchen nach den Abschnitten 4.4.4, 4.4.6, 4.4.7 und 4.4.8 als Temperatur-Kontrollprobekörper.

4.4.2 Lagerung der Probekörper

Nach der Herstellung sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

- Lagerung A: bei ($T_{\min,P} \pm 1$) °C
- Lagerung B: im Normklima DIN 50 014 - 23/50-2
- Lagerung C: 6 h Lagerung B, anschließend 18 h bei (60 ± 2) °C, danach 24 h Lagerung B

4.4.3 Rohdichte

(1) Die Rohdichte ist an drei Prismen nach 7 d Lagerung B gemäß DIN 52 170-1 zu ermitteln. Das Volumen ist durch Tauchwägung zu bestimmen.

(2) Die Probekörpermasse ist auf 0,01 g genau zu ermitteln. Einzelwerte und Mittelwert der Rohdichte sind auf 0,001 kg/dm³ anzugeben. Darüber hinaus ist der Sollwert der Rohdichte bei vollkommener Verdichtung vom Hersteller anzugeben.

4.4.4 Festigkeit nach Lagerung A

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen der Altersstufen 1 d, 2 d, 3 d und 7 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln. Die Prüfungen erfolgen zügig nach der Entnahme aus dem Kälte-lagerungsbehälter. Die zulässige Abweichung der Kerntemperatur von der Lagerungstemperatur beträgt 0,5 K bei der Festigkeitsprüfung.

4.4.5 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen der Altersstufen 1 d und 7 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

4.4.6 Festigkeit nach Lagerung C

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an jeweils drei Prismen im Alter von 2 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

4.4.7 Thermische Dehnung

(1) Die thermische Dehnung ist an Probekörpern des PC, nach Lagerung B, im Alter von 7 d gemäß DIN EN 1770 zu ermitteln.

(2) Die Messungen erfolgen nacheinander bei Probekörpertemperaturen von 23 °C, -20 °C, 40 °C und 60 °C (jeweils ± 2 K).

(3) Es sind die Wärmedehnzahlen α_t für die Temperaturbereiche von -20 °C bis 23 °C, von 23 °C bis 40 °C sowie von -20 °C bis 40 °C zu berechnen.

(4) Die Einzelwerte und der Mittelwert der Wärmedehnzahlen sind auf $0,5 \times 10^{-6}$ K genau anzugeben.

(5) Bei Verwendung der Dilatometermethode ist die graphische Darstellung dem Prüfbericht beizufügen.

4.4.8 Dynamischer Elastizitätsmodul

Siehe Abschnitt 2.5.12.

4.4.9 Freies Schrumpfen

(1) Zur Bestimmung des freien Schrumpfens sind zwei Rinnen aus Winkelstahl entsprechend Bild 2 zu verwenden. Vor dem Einfüllen des PC ist die Rinneninnenfläche mit einem Trennmittel zu versehen. Der PC ist manuell zu verdichten, bündig abzuziehen und zu glätten.

(2) Nach 14 d Lagerung B ist das Mörtelprofil in derselben Rinne auf einer Seite zum Anschlag zu bringen und der entstandene Spalt zu vermessen. Die Spaltbreite, bezogen auf die Ausgangslänge von 1 m, wird als Schrumpfmaß definiert. Einzelwerte und Mittelwert des Schrumpfmaßes sind auf 0,1 mm/m anzugeben.

4.5 Grundkörper

4.5.1 Allgemeines

(1) Im folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als "Grundkörper" bezeichnet.

(2) Es werden Grundkörper in folgenden Formen und Maßen verwendet:

- Plattengrundkörper:
300 mm x 300 mm x 100 mm
- Reprofilierungsplatten-Grundkörper gem. Bild 3

4.5.2 Plattengrundkörper für die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Die Grundkörper (Bild 6) sind nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen und zu prüfen.

(2) Abweichend gilt: Die Rauhtiefe der gestrahlten Seite und die Oberflächenzugfestigkeit sind nur an jedem 10. Platten-Grundkörper zu ermitteln.

4.5.3 Reprofilierungsplatten-Grundkörper für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands

Die Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 2.6.4, Absätze (1) bis (5) herzustellen, zu lagern und zu prüfen.

4.6 Prüfungen am Verbundkörper

4.6.1 Allgemeines

(1) Die freiliegenden Bewehrungsstäbe der Reprofilierungsplatten sind mit der zum Betonersatzsystem gehörenden Korrosionsschutzbeschichtung zu beschichten. Besteht die Korrosionsschutzbeschichtung aus zwei unterschiedlich eingefärbten Varianten, so ist die Schichtenfolge anzugeben. Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des PC ist Abschnitt 4.3.1 zu beachten.

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

(3) Die Beschichtungsdicke der Plattengrundkörper richtet sich

- a) nach dem Größtkorndurchmesser des Zuschlags

| Größtkorn | Beschichtungsdicke |
|-------------|--------------------|
| ≤ 4 mm | 20 mm |
| > 4 mm | 40 mm |

- b) nach der max. Anwendungsschichtdicke.

| Anwendungsdicke x | Beschichtungsdicke |
|---------------------|--------------------|
| $x \leq 20$ | 20 mm |
| $20 < x \leq 40$ mm | 40 mm |

Der größere Wert ist maßgebend.

4.6.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

(1) Tabelle 13 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und die Lagerung der Probekörper für jeweils ein Betonersatzsystem.

(2) Soweit nichts anderes angegeben ist, lagern die Grundkörper bei Raumtemperatur und sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu konditionieren.

4.6.3 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A

Stoffe, Grundkörper und Mischwerkzeuge sind mindestens 24 h bei $T_{\min,P}$ zu konditionieren. Anschließend sind die Grundkörper bei $T_{\min,P}$ zu beschichten. Lufttemperatur und Luftfeuchte während des Beschichtens sind im Prüfbericht anzugeben.

4.6.4 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B

Die Oberflächenzugfestigkeit ist an jeweils zwei Probekörpern der Altersstufen 1 d und 7 d gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

4.6.5 Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B (Applikation über Kopf)

Zwei Platten-Grundkörper sind über Kopf zu beschichten. Die Oberflächenzugfestigkeit ist im Alter von 7 d gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

4.6.6 Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Stoffe, Grundkörper und Mischwerkzeuge sind mindestens 24 h bei $T_{\min,P}$ zu konditionieren. Anschließend sind die Grundkörper bei $T_{\min,P}$ zu beschichten. Nach dem Beschichten lagern die Probekörper 2 Tage bei $T_{\min,P}$ und anschließend im Normalklima. Vor der Wasservorlagerung sind sämtliche Probekörperflächen, außer der Deckfläche des PC (300 mm x 300 mm), mit einem Reaktionsharz zu beschichten. Danach sind die Platten für 3 d in Wasser von $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ zu lagern.

(2) Anschließend ist fortzufahren, wie in Abschnitt 2.7.6, Absätze (2) bis (5), dargestellt.

(3) Abweichend von Abschnitt 2.7.6, Absatz (4), sind Risse ohne Angabe der Reißbreite zu dokumentieren.

(4) Frühestens 7 d nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Die Ringnuten werden mindestens 1 d vor der Prüfung gebohrt.

4.6.7 Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Die Probekörper sind nach 7 d der Lagerung B einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation mit folgendem Zyklus 10mal auszusetzen:

- Warmlagerung bei $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$; Dauer 5 h 45 min;
- Beregnung mit Leitungswasser bei $(12 \pm 3)^\circ\text{C}$, Dauer 15 min.

(2) Die Temperatur wird mit auf die Beschichtungsfläche geklebten Temperaturfühlern gemessen; sie darf frühestens nach 0,5 h und muß spätestens nach 1 h im genannten Bereich liegen.

(3) Die Probekörper werden von oben thermisch beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung (1,5 bis 3 %) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers sicherzustellen. Die Prüfung findet in einem offenen System statt, so daß sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(4) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen werden, muß im Bereich $(50 \pm 5)^\circ\text{K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen; die Beregnungsmenge muß mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ betragen.

(5) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Oberfläche der Probekörper auf Risse zu untersuchen. Risse sind zu dokumentieren. Auch im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten. Frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit gemäß Abschnitt 4.6.10 zu ermitteln. Die Ringnuten werden mindestens 1 d vor der Prüfung gebohrt.

4.6.8 Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung

Die Prüfung ist nach Abschnitt 2.7.10 durchzuführen.

4.6.9 Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern

(1) Zwei Reprofilierungsplatten-Grundkörper sind entsprechend Abschnitt 4.6.1 zu beschichten. Alle nicht mit PC versehenen Flächen sind mit einem Reaktionsharz wasserundurchlässig zu beschichten.

(2) Vorlagerung und Frost-Tausalz-Beanspruchung der Probekörper erfolgen gemäß Abschnitt 4.6.6.

(3) Nach jeweils 10 Zyklen sind die Probekörper innerhalb von 30 min. augenscheinlich auf Rißbildung und Abwitterung des PC zu untersuchen. Risse sind zu dokumentieren. Nach Beendigung der Frost-Tausalz-Beanspruchung sind die Probekörper längs der in Bild 3 skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Rißbildung und Hohlstellen zu beurteilen. Die Bewehrungsstäbe sind freizulegen und hinsichtlich Korrosionserscheinungen zu beurteilen.

4.6.10 Hinweise zur Oberflächenzugfestigkeitsprüfung

(1) Es ist nach Abschnitt 2.7.13, Absätze (1) bis () zu verfahren.

(2) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in:

Kohäsionsversagen:

- Versagensart A: im Beton
- Versagensart B: in der Haftbrücke
- Versagensart C: im PC
- Versagensart D: in der Klebeschicht

Adhäsionsversagen:

- Versagensart A/B: zwischen dem Beton und der Haftbrücke
- Versagensart B/C: zwischen der Haftbrücke und dem PC
- Versagensart C/D: zwischen dem PC und der Klebeschicht
- Versagensart D/E: zwischen der Klebeschicht und dem Stempel

Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % genau anzugeben.

5 Oberflächenschutzsysteme

5.1 Prüfung an den Ausgangsstoffen

5.1.1 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen von physikalisch trocknenden Systemen, 1-K-PU-Systemen und Dispersionen erfolgt gemäß DIN EN ISO 3251 nach einer Trocknungszeit von 1 h bei 105 °C.

5.1.2 Wirkstoffgehalt

Die Festlegung der Wirkstoffgehaltsbestimmung in der Grundprüfung ist zwischen dem Lieferanten/Rohstoffhersteller und Prüfstelle abzustimmen. Als Analysenverfahren können Gaschromatographie, Refraktometrie und gravimetrische Bestimmung

gegebenenfalls nach Totalhydrolyse, H¹-NMR und IR, nicht jedoch TGA, eingesetzt werden. Eine genaue Analysenvorschrift ist durch den Hersteller bei der jeweiligen Prüfstelle zu hinterlegen und muß im Prüfbericht der Grundprüfung festgehalten werden. Der Wirkstoffgehalt ist im Prüfbericht der Grundprüfung anzugeben.

5.1.3 Infrarot-Spektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

5.1.4 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.2.

5.1.5 Thermogravimetrische Analyse (TGA)

Siehe Abschnitt 2.2.4

5.1.6 Viskosität

5.1.6.1 Allgemeines

Bei der Bestimmung der Viskosität ist auf die Vorgeschichte der Probe zu achten. Die Viskosität darf nur an Proben bestimmt werden, die in geschlossenen Gebinden unter Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Lagerungsbedingungen gelagert wurden.

5.1.6.2 Verfahren A: Auslaufzeit

(1) Die Auslaufzeit wird nach DIN EN ISO 2431 an den Flüssigmustern der Einzelkomponenten als Doppelbestimmung mit den Auslaufbechern DIN EN ISO 2431 mit 3, 4 oder 6 mm Düsendurchmesser gemessen.

(2) Die Einzelkomponenten sind vor der Messung bei (23 ± 0,5) °C zu lagern. Die Prüfung wird im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 durchgeführt.

(3) Es ist ein Auslaufbecher zu wählen, bei dem eine Auslaufzeit zwischen 30 s und 100 s des zu prüfenden Stoffes erreicht wird.

(4) Die Temperaturen zur Konditionierung der Stoffe und des Auslaufbeckers von (23 ± 0,5) °C müssen eingehalten werden.

(5) Das Ergebnis in Sekunden ist das arithmetische Mittel aus zwei Einzelbestimmungen.

5.1.6.3 Verfahren B: Dynamische Viskosität

(1) Die Viskosität ist an Flüssigmustern der Einzelkomponenten als Doppelbestimmung mit einem Zylinder oder Kegel/Platte-Rotationsviskosimeter nach DIN EN ISO 3219 zu bestimmen.

(2) Die Temperatur der Stoffe und des Prüfgerätes beträgt (23 ± 0,5) °C. Das Geschwindigkeitsgefälle

ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert zu steigern. Die dynamische Viskosität ist aus der Schubspannung bei maximalem Geschwindigkeitsgefälle zu berechnen und, auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet, in $\text{mPa} \cdot \text{s}$ mit dem zugehörigen Geschwindigkeitsgefälle anzugeben. Im Prüfbericht sind außerdem die Geräteparameter und sämtliche Präparationsschritte anzugeben und die Fließkurven beizufügen.

5.1.7 Hydroxylzahl, Isocyanat-Gehalt

(1) Die Hydroxylzahl ist nach DIN 53 240 bzw. nach DIN EN 1240, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu bestimmen.

(2) Sofern die Methode nach DIN 53 240 nicht zu eindeutigen Ergebnissen führt, kann auch nach der Analysenvorschrift Do 180/72 der Bayer AG, Dormagen, gearbeitet werden.

(3) Der Isocyanat-Gehalt ist nach DIN EN ISO 11 909, bei gefüllten Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen, zu ermitteln.

5.1.8 Epoxidäquivalent, Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

5.1.9 Kornzusammensetzung

(1) Die Kornzusammensetzung ist in Anlehnung an DIN 4226-3 unter Berücksichtigung von DIN 66 165-1, Verfahren A (Hand-) oder D (Luftstrahl-) oder F (Maschinensiebung) jeweils in Luft an zwei Gebinden der Trockenkomponente durch Sieben zu ermitteln, wobei folgende Prüfkorngrößen gelten:

0,032⁴ - 0,063 - 0,125 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 mm

(2) Für die feineren Korngruppen dürfen auch andere, gleichwertige Verfahren, z. B. Laser-Granulometer, verwendet werden.

(3) Je Gebinde der Trockenkomponente, das homogenisiert worden ist, sind mindestens 2 Siebungen an getrockneten Teilproben durchzuführen. Die Prüfmenge je Siebung beträgt im Regelfall 100 g. Die Einzel- und Mittelwerte je Gebinde sowie die Gesamtmittelwerte der für die einzelnen Kornklassen ermittelten Anteile sind auf 0,1 M.-% anzugeben. Die gemittelte Siebdurchgangslinie ist darzustellen, die Werte sind anzugeben.

(4) Bei der Grundprüfung und der Fremdüberwachung ist für OS 5 b vorzugsweise das Verfahren D (Luftstrahlsiebung) anzuwenden.

5.2 Prüfungen an den gemischten Stoffen

5.2.1 Mischen

5.2.1.1 Mischen zementhaltiger Stoffe

(1) Die Komponenten sind in dem vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnis zu mischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Die Prüfungen an zementhaltigen Stoffen im Frisch- und Festzustand sollen, soweit möglich, an Proben aus einer Mischung (Chargen-Nr.) durchgeführt werden. Die Ausgangsmischung ist nach Maßgabe des Herstellers und der von ihm anzugebenden maximalen Mischzeit im Regelfall in einem Zwangsmischer herzustellen. Ansatzmenge, Mischungsverhältnis, Mischertyp, Mischzeit und Mischabfolge sind anzugeben.

(2) Für die Prüfung nach Abschnitt 5.2.1 sind Teilmengen von jeweils 2 kg der homogenisierten Trockenkomponente zu verwenden. Die Herstellung der Mischung erfolgt dann im Mörtelmischer nach DIN EN 196-1 bei langsamer Rührdrehzahl.

(3) Diese Mischanleitung gilt für alle Prüfungen der Abschnitte 5.2.2 und 5.2.3, soweit nicht ausdrücklich abweichende Vorgehensweisen vorgeschrieben werden. Die Beschichtungsmaterialien und die Mischwerkzeuge sind vorher mindestens 24 h im Applikationsklima zu konditionieren.

5.2.1.2 Mischen polymerer Stoffe

(1) Die Komponenten sind in dem vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnis zu mischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen. Als Mischwerkzeuge kommen nach Maßgabe des Herstellers im Regelfall Bohrmaschinen mit Drehzahlregulierung zum Einsatz, die mit unterschiedlichen Aufsätzen (Doppelrührkorb, Tellerrührer, Korbrührer, Zwangsrührer etc.) ausgestattet sind. Ansatzmenge, Mischungsverhältnis (in Massenteilen), Mischwerkzeug, Drehzahl, Mischdauer und Mischabfolge sind anzugeben.

(2) Diese Mischanleitung gilt für alle Prüfungen des Abschnitts 5.2.4, soweit nicht ausdrücklich abweichende Vorgehensweisen vorgeschrieben werden. Die Mischung erfolgt bei den Prüfungen nach Abschnitt 5.2.5 im Applikationsklima. Die Beschichtungsmaterialien und die Mischwerkzeuge sind vorher mindestens 24 h im Applikationsklima zu konditionieren.

5.2.2 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt

Es ist nach Abschnitt 2.4.2 vorzugehen. Bei OS 5 b darf die Vibrationsverdichtung jedoch nicht durchgeführt werden.

⁴ nur OS 5 b und nur bei der Grundprüfung und Fremdüberwachung

5.2.3 Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)

Es ist nach Abschnitt 2.4.3 vorzugehen. Bei OS 5 b entfällt die Vortemperierung auf (5 ± 2) °C.

5.2.4 Härtungsverlauf

(1) Es ist nach Abschnitt 2.3.8 vorzugehen.

(2) Bei Stoffsystemen auf der Basis von PMMA wird die Shore-Härte > 2 h nach Erreichen des Temperaturmaximums nach Abschnitt 2.3.7 als einmalige Messung bestimmt. Aus einem 100 cm³-Ansatz wird in einen Eindruckdeckel aus Blech (Mindestdurchmesser 75 mm) auf wärmedämmender Unterlage (z. B. Holzbrett) eine Probe gegossen und bei Raumtemperatur gehärtet. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schichtdicke zwischen 3 mm und 4 mm beträgt.

5.2.5 Topfzeit

Siehe Abschnitt 2.3.7.

5.2.6 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen

Die Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen erfolgt an den angemischten 2 K-Produkten nach 24stündiger Lagerung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 und anschließender dreistündiger Lagerung bei (105 ± 2) °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3251.

5.3 Prüfungen an den erhärteten Stoffen

5.3.1 Probekörperherstellung

5.3.1.1 Freie Filme

Der Beschichtungsstoff ist entsprechend den Angaben des Herstellers zu mischen (falls erforderlich) und unter Berücksichtigung der Mindestschichtdicke (d_{\min}) auf eine ebene Unterlage aufzutragen, die das Ablösen des Beschichtungsfilms nach der Filmbildung gestattet. Je nach Beschichtungsstoff ist eine geeignete Unterlage auszuwählen; in Frage kommen z. B. PTFE-, PPH-Folie oder Fotopapier. Trennmittel dürfen nicht verwendet werden. In der Regel erfolgt der Auftrag mit einem Spaltrakel; bei gut verlaufenden Stoffen können auch Pinsel oder Rolle verwendet werden. Die Trockenschichtdicke ist anzugeben..

5.3.1.2 Beschichtungen auf Trägermaterial

(1) Ist die Herstellung freier Filme aus stoffbedingten oder prüftechnischen Gründen nicht möglich oder nicht sinnvoll, ist die Beschichtung in der beschriebenen Weise auf Glasritzen als Träger aufzutragen.

(2) Verwendet werden Glasritzen des Typs P 16 gemäß ISO 4793. Der Index der Porengröße muß > 10 µm und ≤ 16 µm sein. Die Luftdurchlässigkeit muß ≥ 10,2 cm³ / cm² sein.

5.3.1.3 Mörtelprismen

Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN 18 555-3 : 1982-09, Abschnitt 3.1 bzw. DIN EN 12 190. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden. Die Mischung sollte nicht länger als 15 min nach Ende des Mischvorgangs bzw. der Reifezeit zu Probekörpern verarbeitet werden. Die Proben bleiben 24 h in der Form.

5.3.2 Probekörperlagerung

(1) Freie Filme bzw. Beschichtungen auf Trägermaterial werden 28 d gelagert. Daran schließen sich 3 Zyklen an, bestehend aus:

- 24 h Wasserlagerung bei 23 °C,
- 24 h Trocknung bei 50 °C.

Anschließend sind die Proben mindestens 14 Tage im Normalklima zu lagern.

(2) Die Mörtelprismen sind nach der Herstellung 24 h feucht (Lagerung B; z. B. in einem Feuchtkasten) und danach im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

5.3.3 Diffusionswiderstand gegen CO₂

(1) An den entsprechend Abschnitt 5.3.1 hergestellten und entsprechend Abschnitt 5.2.2 konditionierten Proben der Diffusionswiderstand gegen CO₂ nach prEN 1062-6, Verfahren A, bestimmt.

Als Ergebnis sind anzugeben:

- die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d
- die Diffusionswiderstandszahl μ und
- der Diffusionsstrom.

(2) Durch lineare Extrapolation ist die Schichtdicke zu berechnen, die dem in Teil 2, Abschnitt 5, angegebenen Mindestwert der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (s_d) entspricht.

5.3.4 Diffusionswiderstand gegen Wasserdampf

(1) Die Bestimmung erfolgt an entsprechend Abschnitt 5.3.1 hergestellten und entsprechend Abschnitt 5.3.2 konditionierten Proben nach DIN 52 615 im Feuchtbereichsverfahren 23-50/95 bzw. nach DIN EN ISO 7783-1/DIN EN ISO 7783-2.

(2) Als Ergebnis sind anzugeben:

- die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d

- die Diffusionswiderstandszahl μ und
- der Diffusionsstrom.

(3) Durch die lineare Extrapolation ist die Schichtdicke zu berechnen, die dem in Teil 2, Abschnitt 5, angegebenen Maximalwert der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (s_d) entspricht.

5.3.5 Festigkeit nach Lagerung B

Biegezug- und Druckfestigkeit sind an 3 Prismen im Alter von 28 d gemäß DIN EN 196-1 zu ermitteln.

5.3.6 Gesamtgehalt an Halogenen

(1) Der Gesamtgehalt an Halogenen (außer Fluor) ist an einer Probe des rd. 7 d erhärteten Stoffes (24 h feucht und anschließend Lagerung im Normklima DIN 50 014-23/50-2) zu ermitteln.

(2) Die Probe ist auf $\leq 0,09$ mm aufzumahlen und bis zur Massekonstanz bei 105 °C zu trocknen. An 2 Teilproben von jeweils 2,000 g ist nach Aufschluß mit heißer Salpetersäure gemäß der „Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton“⁵ der Chloridgehalt durch potentiometrische Titration zu bestimmen.

(3) Der Halogengehalt, ausgedrückt als Chlorid, wird in Masseprozent, bezogen auf die getrocknete Ausgangsmasse, angegeben.

5.4 Grundkörper

5.4.1 Allgemeines

Im folgenden werden zur Unterscheidung von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern die unbeschichteten als „Grundkörper“ bezeichnet.

5.4.2 Grundkörper für Abreißprüfung

(1) Für die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit werden nach DIN EN 1766, Typ MC (040), Platten mit Mindestmaßen 300 mm x 300 mm x 60 mm (OS 9, OS 11, OS 13 und Feinspachtel) bzw. 200 mm x 200 mm x 60 mm (OS 2, OS 4, OS 5) nach Abschnitt 2.6.2 herzustellen und zu prüfen.

(2) Abweichend gilt: Die Rauhtiefe der gestrahlten Seite und die Oberflächenzugfestigkeit sind nur an jedem 10. Platten-Grundkörper zu ermitteln.

(3) Die Rauhtiefe soll 0,5 mm bis 1,0 mm betragen. Die Oberflächenzugfestigkeit muß bei 5 Einzelwerten im Mittel mindestens $\beta_A = 3,0$ N/mm² betragen; Einzelwerte bis $\beta_A = 2,0$ N/mm² sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung im Prüfbericht anzugeben.

5.4.3 Grundkörper für Prüfung der Rißüberbrückung

5.4.3.1 Dynamische Prüfung

(1) Für die Prüfung der Rißüberbrückung von OS 5, OS 9 und OS 11 werden Grundkörper in Anlehnung an DIN EN 196-1 aus einem Prüfmörtel aus Normsand 0 - 2 mm und einem CEM I 52,5 hergestellt.

(2) Bei der Wahl der Grundkörpergeometrie ist zu berücksichtigen, daß die beschichtete Fläche bei der Prüfung eine Mindestbreite von 40 mm und eine Mindestlänge von 160 mm aufweisen muß.

(3) Die der Beschichtung gegenüberliegende Seite wird zur Prüfung in der Mitte durch eine Kerbe geschwächt, um an dieser Stelle einen planmäßigen Riß zu erzeugen.

(4) Nach Herstellung sind die Probekörper 7 d in Wasser und anschließend mindestens 20 d an Luft zu lagern. Im Alter von frühestens 28 d - werden die Grundkörper beschichtet. Die zu beschichtende Seite (gegenüber der Sollbruchstelle) wird vorher von Zementschlämme- und losen Teilen durch Sandstrahlen gesäubert.

5.4.3.2 Statische Prüfung

(1) Für die Prüfung der Rißüberbrückung von OS 13 werden Grundkörper mit den Maßen 200 mm x 300 mm x 40 mm verwendet.

(2) Zur Beschichtungsfläche hin wird eine Bewehrung aus 6 Längsstäben $\varnothing 4$ mm mit Endhaken und 2 entsprechenden Querstäben eingebaut (Bild 10). Es wird ein Stahldraht (Werkstoff-Nr. 1.0010, D 9-1) mit einer Bruchdehnung von etwa 25 % verwendet. Die Betondeckung muß 10 mm betragen. Die Bewehrungslage ist zu fixieren.

(3) Auf der der Beschichtungsfläche abgewandten Seite erhalten die Platten in der Mitte eine durchgehende Scheinfuge in Dreiecksform (Bild 11).

(4) Die Formen sind aus Stahl und haben als Bodeneinlage eine PVC-Platte. Die Schalungsflächen sind dünn mit einem Trennmittel einzureiben.

(5) Die Betonmischung wird im trockenen Zustand aus Rundkorn der Sieblinie B 8 (DIN 1045 : 1988-07) hergestellt. Der Zementgehalt an CEM I 32,5 R beträgt $z = 310$ kg/m³ und der Anteil an Steinkohlenflugasche $f = 50$ kg/m³ Beton. Als Wasserzementwert ist $w/z = 0,64$ zu wählen. Bei Anrechnung der Steinkohlenflugasche mit $k = 0,4$ ergibt sich folgender Wasserbindemittelwert:

$$w / (z + 0,4 f) = 198 / (310 + 0,4 \cdot 50) = 0,6$$

⁵ DAfStb Heft 401

(6) Die Konsistenz des Frischbetons liegt im Bereich KS:

(7) Nach Einbringen der Mischung in die Schalung wird der Beton auf einem Rütteltisch verdichtet. Die Einfüllseite der Platten wird mit einem Holzbrett abgerieben.

(8) Bis zu ihrer Auslieferung werden die Platten nach DIN 1048-5 : 1991-06, Abschnitte 6.1 und 6.2, gelagert. Das Trennmittel wird nach der Herstellung (vor dem Versand) abgewaschen.

(9) Die Betonfestigkeitsklasse muß mindestens C 20/25 entsprechen.

(10) Bild 11 zeigt die Prüfplatte, wie sie für die Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag, hergestellt wird.

5.4.4 Grundkörper für Frost-Tausalz-Beanspruchung

(1) Für die Prüfung von Hydrophobierungen (OS 1) sind Würfel mit 100 mm Kantenlänge nach Abschnitt 2.6.4 herzustellen und zu prüfen.

(2) Die Würfel mit 100 mm Kantenlänge sind nach 24 h Erhärtung zu entschalen und danach bei Raumtemperatur bis zur Prüfung im Alter von mindestens 90 d zu lagern.

5.4.5 Grundkörper für Wasseraufnahmeprüfung

(1) Die Mörtelscheiben für die Bestimmung der Wasseraufnahme sowie der Beständigkeit in alkalischer Umgebung von Hydrophobierungen (OS 1) werden mit einem Durchmesser von 100 mm und einer Höhe von 20 mm, nach DIN EN 196-1 unter Verwendung von CEM I 42,5 R hergestellt. Die Herstellung erfolgt in zylindrischen Schalringen. Die Probekörper werden 24 h feucht gehalten, dann ausgeformt und mindestens 90 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 gelagert.

(2) Die Wasseraufnahme der Nullproben sollte 4 bis 7 M.-% betragen.

5.4.6 Grundkörper für Bewitterungsprüfungen

Für die visuelle Beurteilung von OS 2 und OS 4 nach der Bewitterung sind handelsübliche Faserzementplatten auf eine Mindestgröße von 45 mm x 135 mm x 6,5 mm durch Trennschnitte zu präparieren. Die Lagerung erfolgt bei Raumtemperatur, die Platten sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 mindestens 24 h zu konditionieren.

5.4.7 Grundkörper für Oberflächenzugfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteeinwirkung

a) Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm nach DIN EN 1766 MC 040 (Festigkeitsklasse C 50/55), vgl. Abschnitt 5.4.2.

b) Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm (Festigkeitsklasse C 20/25) gemäß Abschnitt 5.4.4.

5.5 Prüfungen an Verbundkörpern

5.5.1 Beschichten der Grundkörper

(1) Soweit nichts anderes angegeben ist, lagern die Grundkörper bei Raumtemperatur. Sie sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 bzw. bei T_{\min} (8 °C) mindestens 24 h zu konditionieren. Das zugehörige Beschichtungsmaterial ist ebenfalls mindestens 24 h bei 8 °C zu konditionieren.

(2) Das Auftragen der Hydrophobierung, des Feinspachtels, der Grundierung sowie der einzelnen Schutzschichten erfolgt nach Maßgabe des Herstellers mit dem Applikationsverfahren, das auch auf der Baustelle angewendet wird, soweit es in den folgenden Abschnitten nicht anders festgelegt ist. Die Beschichtungsarbeiten werden im Regelfall von einem Vertreter des Herstellers unter Aufsicht des Vertreters der Prüfstelle hergestellt. Die Beschichtung sowie die Lagerung während der Wartezeiten (zwischen der Applikation der einzelnen Lagen) erfolgt, soweit nichts anderes angegeben, im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 (T_{NORM}) bzw. bei T_{\min} (8 °C).

(3) Die Beschichtung erfolgt, mit Ausnahme von OS 11, in senkrechter Lage. Der Auftrag der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten (hwO) erfolgt gemäß den Angaben des Herstellers unter Berücksichtigung der Mindestschichtdicken gemäß Teil 2, Tabelle 5.2 (siehe auch Teil 4, Abschnitte 5.5.13 und 5.5.14). Die verarbeiteten Auftragsmengen sind, getrennt für die einzelnen Lagen des Oberflächenschutzsystems, in g/m^2 anzugeben. Die Messung der Schichtdicken erfolgt nach Filmbildung nach DIN EN ISO 2808, Verfahren 3 bzw. 5.

(4) Anzugeben sind die Applikationsgeräte sowie die Wartezeiten zwischen der Applikation der Lagen.

5.5.2 Anzahl und Lagerung der Probekörper

Tabelle 14 enthält eine Übersicht über die erforderliche Anzahl und Lagerung der Probekörper für jeweils ein OS-System.

5.5.3 Oberflächenzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T_{NORM}

Die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN EN 1542 und der Gitterschnittkennwert nach EN 2409 mit einer Schnittbreite von 4 mm sind an 2 Platten frühestens 14 d nach Abschluß der Beschichtungsarbeiten bei Lagerung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 gemäß Abschnitt 5.5.11 bzw. Abschnitt 5.5.12 zu ermitteln. Ablösungen, Risse bzw. Blasen sind nach DIN 53 209 zu dokumentieren.

5.5.4 Temperaturwechsel-Beanspruchung

5.5.4.1 Oberflächenzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung (Beschichten bei T_{min}) im Vergleich zur unbehandelten Probe

(1) Vier Platten sind bei $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$ und $(85 \pm 5)\%$ r. F. (T_{min}) mindestens 24 h zu konditionieren und zu beschichten. Nach der Beschichtung sind die Probekörper zwei weitere Tage bei T_{min} und anschließend 12 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern

(2) Vor Beginn der Temperaturwechselbeanspruchung sind die Seitenflächen der betreffenden beiden Platten mit einem Reaktionsharz zu versiegeln, die Plattenunterseiten sind zu hydrophobieren.

(3) Unbehandelte Grundkörper lagern während der Temperaturwechselbeanspruchung und Frost-Tausalz-Beanspruchung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2.

(4) Anschließend beginnt die Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation nach EN 13 687-2⁶ mit folgendem Zyklus:

- Warmlagerung
Temperatur $T = (60 \pm 5)^\circ\text{C}$; Dauer 5 h 45 min
- Beregnung mit Leitungswasser
Temperatur $T = (12 \pm 3)^\circ\text{C}$; Dauer 15 min
- Temperatur-Differenz: mind. $(48 \pm 2) \text{ K}$

Die Temperaturwechselbeanspruchung umfaßt 10 Zyklen.

(5) Die Probekörper werden von oben beansprucht. Hierbei liegen sie unter einer geringen Neigung (1,5 % bis 3 %) auf einem Rost, um ein zügiges Abfließen des Wassers zu gewährleisten. Die Prüfung findet in einem offenen System statt, so daß sich während der Warmlagerungsphase keine wasserdampfgesättigte Atmosphäre bilden kann.

(6) Die Erwärmung der Probekörper erfolgt mit Quarzstrahlern. Die Differenz zwischen den mittleren Oberflächentemperaturen, die während der

Beregnungs- und Warmlagerungsphase gemessen werden, muß im Bereich $(50 \pm 5) \text{ K}$ liegen. Die Temperaturen müssen an jedem beliebigen Punkt der Plattenoberfläche in dem angegebenen Toleranzbereich liegen, die Beregnungsmenge muß mindestens $10 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ betragen.

(7) Nach Beendigung dieser 10 Zyklen umfassenden Gewitterregensimulation werden die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53 209 untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind zu dokumentieren.

(8) Anschließend werden die Platten 3 d in Wasser gelagert. Danach werden die Probekörper 50ml mit folgendem Zyklus nach EN 13 687-1⁵ beansprucht:

- 2 h Lagerung in gesättigter Kochsalzlösung bei $T = (-15 \pm 3)^\circ\text{C}$,
- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 3)^\circ\text{C}$.

(9) Die Platten werden senkrecht in die Bäder gestellt. Der Abstand der Platten untereinander und zu den Behälterwänden muß mindestens 100 mm betragen.

(10) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in den Bädern ist eine ausreichende Bewegung der Umgebungsmedien sicherzustellen. Das Volumenverhältnis von Flüssigkeit zu Probekörper in den Bädern ist so zu wählen, daß die angegebenen Temperaturen in den Bädern, 50 mm von der Plattenoberfläche entfernt gemessen, zu jeder Zeit und an jeder Platte eingehalten werden.

(11) Die Umlagerung einer Platte darf maximal 5 min. in Anspruch nehmen. Die zeitliche Reihenfolge der Platten beim Umlagern ist stets beizubehalten.

(12) Innerhalb von 30 min. nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus dem Wasser sind die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53 209 zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind zu dokumentieren.

(13) Die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit und des Gitterschnittkennwertes erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitten 5.5.11 und 5.5.12. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

(14) Bei Unterbrechung der Wechsellagerung (über Nacht, am Wochenende oder bei Störungen) lagern die Probekörper in Wasser von $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$. Im Falle von Oberflächenschutzsystemen, die nicht im Spritzbereich von Tausalzen angewendet werden, lagern die Platten während der Unterbrechungszeiten bei Raumtemperatur an der Luft.

⁶ z. Z. Entwurf

5.5.4.2 Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung ohne Tausalzeinfluß nach EN 13 687-3⁷ im Vergleich zur unbeanspruchten Probe

(1) Zwei Platten sind bei 8 °C und 85 % r. F. (T_{\min}) mindestens 24 h zu konditionieren und zu beschichten. Das zugehörige Beschichtungsmaterial ist ebenfalls mindestens 24 h bei 8 °C zu konditionieren. Alternativ kann die Beschichtung auch bei Raumtemperatur erfolgen, wenn gewährleistet ist, daß die Taupunkttemperatur der Luft mindestens 3 K unterhalb der Oberflächentemperatur der Grundkörper liegt. Die Lagerung während der Wartezeiten (zwischen den einzelnen Beschichtungsabschnitten) erfolgt bei T_{\min} . Nach der Beschichtung lagern die Probekörper zwei weitere Tage bei T_{\min} und anschließend mindestens 12 d im Normklima.

(2) Vor Beginn der Temperaturwechselbeanspruchung sind die Seitenflächen der Platten mit einem Reaktionsharz abzudichten, die Plattenunterseiten sind zu hydrophobieren. Anschließend beginnt die Temperaturwechselbeanspruchung.

(3) Die Temperaturwechselbeanspruchung muß in einer geschlossenen Prüfruhe mit Umluft-, Heizungs-, Kühl- und Flutungseinrichtung durchgeführt werden. Die Platten werden senkrecht in die Prüfruhe gestellt. Der Abstand der Platten untereinander muß mindestens 100 mm und zu den Wänden der Prüfruhe mindestens 50 mm betragen. Die Medientemperaturen T in der Prüfruhe müssen so geregelt werden, daß sie im Verlauf des folgenden Prüfzyklus in einem Abstand von (10 ± 2) mm von dem Mittelpunkt jeder Beschichtungsoberfläche innerhalb der angegebenen Bereiche liegen⁸ (s. auch Bild 12).

- 2 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)$ °C (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende),
- 3 h Abkühlen mit Luft auf $T = (-15 \pm 2)$ °C (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20 °C und -15 °C: ± 3 K),
- 4 h Lagerung bei $T = (-15 \pm 2)$ °C,
- 0,25 h Erwärmen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2)$ °C (Fluten innerhalb von maximal 15 min; -17 °C $< T < 22$ °C),
- 1,25 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)$ °C (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende),
- 1,5 h Aufheizen mit Luft auf $T = (60 \pm 2)$ °C (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20 °C und 60 °C: ± 3 K),
- 10 h Luftlagerung bei $T = (60 \pm 2)$ °C,

- 0,25 h Abkühlen mit Wasser auf $T = (20 \pm 2)$ °C (Fluten innerhalb von maximal 15 min; 62 °C $> T > 18$ °C),
- 1,75 h Wasserlagerung bei $T = (20 \pm 2)$ °C.

(4) Die Temperatur des einlaufenden Wassers muß zwischen 18 °C und 22 °C liegen.

(5) Ein Zyklus dauert jeweils 24 h. Die Temperaturwechselbeanspruchung umfaßt 20 Zyklen.

(6) Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Prüfruhe ist eine ausreichende Bewegung der Luft und des Wassers sicherzustellen⁹.

(7) Innerhalb von 30 min nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung bzw. Entnahme der Platten aus der Prüfruhe sind die Platten hinsichtlich Ablösungen, Rissen und Blasen nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53 209 zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind gegebenenfalls nach DIN 53 209 zu dokumentieren.

(8) Die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit erfolgt frühestens 7 d nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung nach Abschnitt 5.5.11. Die Ringnuten werden mindestens einen Tag vorher gebohrt.

5.5.5 Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung

(1) Die Platten nach Abschnitt 5.4.2 sind entsprechend Abschnitt 5.5.1 mit Feinspachtel zu beschichten.

(2) Die Platten sind nach Auftrag des Feinspachtels 28 d (24 h feucht, 27 d Lagerung im Normklima DIN 50 014-23/50-2) zu lagern.

(3) Im Alter von 28 d sind die Platten einer Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregen-Simulation entsprechend Abschnitt 5.5.4 auszusetzen. Nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung ist die Oberflächenzugfestigkeit nach Abschnitt 5.5.11 zu ermitteln. Risse sind zu dokumentieren.

5.5.6 Masseverlust nach Frost-Tausalz-Bearbeitung

(1) Die Beanspruchung erfolgt gemäß EN 13 581¹⁰ mit 50 Zyklen an insgesamt acht Betonwürfeln (vier Würfel für die zu prüfende Hydrophobierung und vier unbehandelte Würfel). Es werden Würfel nach Abschnitt 5.4.4 verwendet. Das Alter des Betons beträgt mindestens 90 Tage. Die vier Würfel für das zu prüfende Hydrophobiermittel werden vor der

⁷ z. Z. Entwurf

⁸ Die Einhaltung der Temperaturtoleranzen ist bei herkömmlichen Prüfruhen ab einem Volumenverhältnis Prüfraum/Probekörper > 7 möglich.

⁹ Eine Regelung der Luftfeuchte in der Prüfruhe ist derzeit nicht vorgesehen.

¹⁰ z. Z. Entwurf

Hydrophobierung mit einer Wurzelbürste abgebürstet. Eine weitere Untergrundvorbereitung der Würfel darf nicht erfolgen. Die vier Würfel werden durch vollständiges Eintauchen in das entsprechende Hydrophobiermittel für die Dauer von 1 min getränkt. Anschließend sind die Probekörper 14 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

(2) Danach wird die Ausgangsmasse bestimmt. Die Probekörper werden für die Dauer von 24 h in eine 3%ige NaCl-Lösung eingelagert. Die aufgenommene Menge an Flüssigkeit wird durch Wägung bestimmt. Danach wird mit der Frost-Tausalz-Bearbeitung begonnen. (Es wird die simultane Prüfung von zwei Referenzhydrophobierungen empfohlen).

(3) Die Masse der Probekörper ist auf 1 g gerundet vor und nach dem ersten Zyklus und mindestens alle 5 Zyklen zu bestimmen. Ferner ist nach jeder Wägung eine augenscheinliche Beurteilung (Hinweise auf Risse, wesentliche Veränderungen der Probekörper, Abwitterung als Flächen- oder Kantabtrag) vorzunehmen.

(4) Die Masseänderung ist über der Zyklenzahl graphisch in Masseprozent darzustellen (0 % = Ausgangsmasse vor der Lagerung in NaCl-Lösung).

5.5.7 Augenscheinliche Beurteilung nach Bewitterung (Beschichten bei T_{NORM})

(1) Die künstliche Bewitterung erfolgt nach DIN 53 384 bzw. EN 1062-11¹¹ an 2 von 4 bei T_{NORM} (Abschnitt 5.4.6) beschichteten Faserzementplatten.

(2) Es sind folgende Parameter zu wählen:

- Strahlungsfunktion: Verfahren B
- Prüfzyklus: Verfahren B mit (55 ± 2) °C, Schwarzstandardtemperatur in der Trockenphase
- Bestrahlung H_e ($\lambda \leq 400$ nm): 500 MJ/m²

(3) Die Gesamtbewitterungsdauer beträgt 2480 h.

(4) Aufgetretene Ablösungen, Risse und Blasen in der Beschichtung sind nach DIN ISO 4628-4, DIN ISO 4628-5 bzw. DIN 53 209 zu dokumentieren und mit den beiden nicht bewitterten Proben zu vergleichen.

5.5.8 Rißüberbrückung

5.5.8.1 Dynamische Rißüberbrückung nach DIN EN 1062-7, Verfahren C.

(1) Die Grundkörper nach Abschnitt 5.4.3 werden nach Maßgabe des Herstellers bei T_{NORM} be-

schichtet. Es ist darauf zu achten, daß die Mindestdicke gemäß Teil 2, Tabelle 5.2, erreicht wird (evtl. seitliches Abkleben in Beschichtungsdicke). Zur Filmbildung lagern die Proben mindestens 14 d. Die Seitenflächen der Proben sind mit einem Reaktionsharz zu versiegeln. Die Rückseite ist zu hydrophobieren.

(2) Die Probekörper werden dann einer künstlichen Bewitterungsbeanspruchung nach Abschnitt 5.5.7 für OS 5 und OS 9 bzw. einer 7 d Alterung bei 70 °C für OS 11 ausgesetzt. Unmittelbar nach Abschluß der Bewitterungsbeanspruchung werden in der Beschichtung aufgetretene Risse, Ablösungen und Blasen nach DIN 53 209 dokumentiert. Nach Beendigung der Bewitterungsbeanspruchung lagern die Proben mindestens 7 d. Anschließend werden mindestens drei Proben (beschichtete Flächen: Breite $b \geq 40$ mm; Länge $l \geq 160$ mm) auf Rißüberbrückung geprüft.

(3) Maßgebend für die Art der Beanspruchung ist die entsprechend der Oberflächenschutzsysteme mindestens geforderte Rißüberbrückungsklasse nach Tabelle 15. Die dynamische Prüfung erfolgt in einer Zugprüfmaschine, die die Möglichkeit einer Probekörpertemperatur auf -20 °C hat und mit der dynamische Dauerzugschwellbelastungen durchgeführt werden können.

(4) Vor der Prüfung erfolgt, sofern möglich, über dem Rißbereich etwa im Abstand von 2 mm parallel zu den Rändern des Prismas je ein 15 mm bis 20 mm langer Einschnitt bis auf den Grundkörper. Dann wird bei Raumtemperatur durch eine leichte Biegebeanspruchung per Hand ein erster Anriß im Beton erzeugt, die Null-Messung durchgeführt und der Probekörper in die Prüfmaschine eingebaut. An der Seite, an der der größte Riß entsteht, ist in der Ebene der Beschichtung über dem Riß ein Wegaufnehmer anzubringen, der die Rißbewegung unter der Beschichtung auf 0,001 mm genau erfaßt.

(5) Bei Raumtemperatur sollen die Rißbreiten $W_{T,U}$ und $W_{T,O}$ angefahren werden, um einen festen Sitz des Probekörpers zu gewährleisten. Anschließend wird der Riß auf den kleinstmöglichen Wert zurückgefahren. Es folgt eine mindestens zweistündige Temperierung des Probekörpers auf -20 °C. Während der Einkühlphase ist sicherzustellen, daß $W_{T,O}$ nicht überschritten wird.

(6) Die dynamische Prüfung erfolgt weggeregelt (Regelgröße: Rißbreite) mit der der jeweilig geforderten Rißüberbrückungsklasse zugeordneten Rißbreitenfunktion (s. Tabelle 15 und Bilder 16 und 17). Biegungen sind zu vermeiden.

(7) Während der Versuchsdauer ist die Probekörperoberfläche regelmäßig visuell auf Risse zu untersuchen. Das Auftreten von Rissen ist zu vermerken.

¹¹ z. Z. Entwurf

(8) Nach Erreichen der vorgesehenen Rißwechselzahl wird die Temperierung aufgehoben und der Probekörper in auf $W_{T,0}$ geöffnetem Rißzustand mit einer Lupe auf Beschädigungen wie Durchrisse oder oberseitige Anrisse untersucht. Um eventuelle Ablösungen vom Beton beiderseits der Rißflanken und eventuell vorhandene unterseitige Anrisse bei den Systemen der Klassen OS 5 b, OS 9 und OS 11 besser feststellen zu können, wird rückseitig Tinte in den Riß des Prismengrundkörpers injiziert. Nach einer Wartezeit von 24 h sind mindestens 4 rd. 5 mm breite Scheibchen aus dem unmittelbaren Rißbereich herauszutrennen (Schnittrichtung: senkrecht zum Riß). Die Untersuchung sollte unter dem Mikroskop erfolgen.

(9) Im Prüfbericht sind anzugeben:

- unterseitige Anrisse in der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (%; μm)
- Ablösungen an beiden Seiten des Risses (μm ; in %, bezogen auf die Dicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht)
- keine Durchrisse und oberseitige Einrisse der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht, Verschleißschicht und Deckversiegelung.
- eventuelle Durchrisse und oberseitige Einrisse der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht, Verschleißschicht und Deckversiegelung.

(10) In der Umgebung des Risses sind an fünf Stellen die Schichtdicken (d) der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht zu ermitteln. Mittelwert, Standardabweichung und Spannweite der Einzelwerte sind, auf 0,01 mm gerundet, in mm anzugeben.

5.5.8.2 Statische Rißüberbrückung nach DIN EN 1062-7, Verfahren C2

(1) Die Grundkörper nach Abschnitt 5.4.3 werden nach Maßgabe des Herstellers bei T_{NORM} beschichtet. Es ist darauf zu achten, daß die Mindestschichtdicke gemäß Tabelle 15 erreicht wird. Beschichtet wird ein Streifen von 150 mm Breite auf der ganzen Grundkörperlänge. An den Rändern sollen ca. 25 mm breite Streifen zum Beobachten von Rissen freibleiben.

(2) Zur Filmbildung lagern die Proben mindestens 14 Tage im Normalklima DIN 50 014-23/50-2. Die Probekörper werden dann einer künstlichen Alterung von 7 d bei 70 °C ausgesetzt. Unmittelbar nach Abschluß der Alterungsprüfung werden in der Beschichtung aufgetretene Risse nach DIN ISO 4628-4, Ablösungen nach DIN ISO 4628-5 und Blasen nach DIN 53 209 dokumentiert. Nach Beendigung der Alterungsbeanspruchung lagern die Proben mindestens 2 d in Normalklima DIN 50 014-23/50-2. Anschließend werden mindestens

2 Proben bei einer Lufttemperatur von $(-10 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$ geprüft.

(3) Die Prüfung der Rißüberbrückung erfolgt nach DIN EN 1062-7, Methode A, Verfahren C.2, als weg- oder verformungsgesteuerter 3-Punkt-Biegezugversuch mit einer Rißöffnungsgeschwindigkeit von 0,05 mm/min nach der Belastungsanordnung in Bild 13.

(4) Während des Versuchs ist die Rißöffnung im unbeschichteten Randbereich der Prüfplattenoberfläche kontinuierlich zu messen. Der in der Prüfplatte zu erzeugende Riß muß beidseitig bis auf eine Breite von 0,10 mm geöffnet werden. Nach Erreichen der Rißbreite von 0,10 mm wird Tinte auf die Oberfläche im Rißbereich aufgebracht zum besseren Erkennen von eventuellen Fehlstellen. Danach wird der Riß bis zur maximalen Rißbreite geöffnet. Während des Versuchs ist die Beschichtung zu beobachten, um Veränderungen an der Beschichtung festzustellen (z. B. Auftreten einer hellen Zone, Einschnürungen, Poren oder Rißbildung).

5.5.9 Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung nach EN 13 580¹²

(1) Zehn nach Abschnitt 5.4.5 hergestellte Mörtelscheiben werden nach einer Lagerungsdauer von mindestens 90 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 (Normalklimagewicht) mit einer Wurzelbürste abgebürstet, und es wird die Wasseraufnahme nach 28 d bestimmt. Für die Hydrophobierung werden 5 Mörtelscheiben, die dem Mittelwert der Wasseraufnahme (WA) der 10 Mörtelscheiben am nächsten kommen, ausgewählt. Anschließend lagern die Mörtelscheiben bei 75 °C bis zum Erreichen des Normalklimagewichts im Trockenschrank.

(2) Nach dreitägiger Lagerung der Mörtelscheiben im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 werden sie 2 min in Wasser getaucht. Über einen Zeitraum von 24 h werden die getauchten Proben im Klima 23/95 und 2 h vor Beginn der Hydrophobierung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 gelagert.

(3) Diese fünf Mörtelscheiben werden durch vollständiges Eintauchen in das Hydrophobierungsmittel für die Dauer von 1 min getränkt. Die aufgenommene Menge ist durch Wägung vor und nach der Tränkung zu ermitteln. Anschließend sind alle Probekörper 14 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

(4) Die fünf getränkten Probekörper werden 48 h in 0,1 molare KOH gelegt, wobei die Flüssigkeit 50 mm über den Proben stehen soll. Die aufgenommene Flüssigkeitsmenge ist durch Wägung zu bestimmen. Danach werden die Probekörper mit Lei-

¹² z. Z. Entwurf

tungswasser abgespült und bis zum Erreichen des Normalklimagewichtes bei 75 °C im Trockenschrank gelagert. Nach 3 d Lagerung der Probekörper im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 erfolgt die Bestimmung der Wasseraufnahme und der Eindringtiefe der Hydrophobierung in der nachfolgend beschriebenen Weise.

(5) Zur Bestimmung der Wasseraufnahme werden die Probekörper 28 d lang in demineralisiertem Wasser mit einer Leitfähigkeit von ca. 5 µS/cm gelegt, wobei die Flüssigkeit 50 mm über den Proben stehen soll. Durch Wägung auf mindestens 0,01 g genau wird die Wasseraufnahme nach 2 d und 28 d ermittelt. Einzelwerte, Mittelwerte und Standardabweichung sind gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern anzugeben. Der 2 d-Wert ist ein zusätzliches Abbruchkriterium.

(6) Nach 24 h Trocknung bei 75 °C wird durch Brechen der Mörtelscheiben und Aufsprühen von Wasser auf die Bruchflächen die durchschnittliche Eindringtiefe der Hydrophobierung auf 0,1 mm genau sowohl auf der abgeriebenen als auch auf der geschalteten Seite bestimmt.

(7) Der Prüfablauf ist in Bild 15 schematisch dargestellt.

5.5.10 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung

5.5.10.1 Prüfung mit Deckversiegelung

(1) Die Griffigkeitsmessung erfolgt vor Beanspruchung an 2 Faserzementplatten 200 mm x 200 mm, 7 Tage bei 70 °C gealtert, mit dem Pendelgerät nach der Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen (FGSV) vom 27.11.1972, Abschnitt 3, bzw. nach EN 13 036-4¹³.

(2) Anschließend erfolgt die Verschleißfestigkeitsprüfung in Anlehnung an DIN EN 660-1.

(3) Die Prüfung wird mit einem Gummisohlenmaterial der Härte (90 ± 2) Shore A, Dicke (2,5 ± 0,1) mm mit einem Profil der Profilhöhe 0,9 ± 0,1 mm, der Wellenlänge (13 ± 2) mm und einer Amplitude (4 ± 1) mm gemäß DIN EN 1963 durchgeführt.

(4) Nach 1000 und 2000 Doppelhüben wird eine visuelle Beurteilung vorgenommen sowie der Massenverlust ermittelt. Vor Ermittlung des Abriebs wird die Oberfläche mit einer festen Wurzelbürste abgebürstet und mit Druckluft abgeblasen.

(5) Danach ist erneut die Griffigkeitsmessung mit dem Pendelgerät gemäß o. a. Arbeitsanweisung durchzuführen.

5.5.10.2 Prüfung ohne Deckversiegelung (nur OS 13)

(1) Die Verschleißprüfung wird an 2 Faserzementplatten 200 mm x 200 mm, 7 Tage bei 70 °C gealtert, in Anlehnung an DIN EN 660-1 durchgeführt. Dabei werden zunächst 50 Doppelhübe ausgeführt, um lockere Körner herauszulösen.

(2) Nach 50 und 2000 Doppelhüben wird eine visuelle Beurteilung vorgenommen sowie der Massenverlust zwischen 50 und 2000 Doppelhüben bestimmt. Vor Ermittlung des Abriebs wird die Oberfläche mit einer festen Wurzelbürste abgebürstet und mit Druckluft abgeblasen.

5.5.11 Hinweise zur Oberflächenzugfestigkeitsprüfung

(1) Der Probekörper ist mit einem Kernbohrer, Innendurchmesser $d_i = 50$ mm, bis in eine Tiefe von 10 mm in den Grundkörper anzubohren. Elastische bzw. weiche Beschichtungen sind mit Hilfe einer Schneidvorrichtung, z. B. eines scharfen Messers, bis auf die Oberfläche des Grundkörpers zu durchtrennen. Auf den Kern ist ein Prüfstempel mit einer Dicke von mindestens 25 mm zu kleben. Der Klebstoff ist vom Hersteller der Beschichtung zu benennen.

(2) Lage und Kennzeichnung der Prüfstellen auf den Probekörpern sind in Bild 6 dargestellt.

(3) Die Prüfung erfolgt bei OS 2 und OS 4 mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 100 N/s und bei OS 5, OS 9 und OS 11, abweichend von DIN EN 1542, mit einer konstanten Laststeigerungsrate von 300 N/s.

(4) Einzelwerte, Mittelwert und Standardabweichung der Oberflächenzugfestigkeitswerte sind auf 0,1 N/mm² gerundet anzugeben.

(5) Bei der Beschreibung der Bruchflächen ist zu unterscheiden in:

- Kohäsionsversagen:
 - Versagensart A: im Beton bzw. in der Unterlage
 - Versagensart B: in der ersten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart C: in der zweiten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart Y: in der Klebschicht
- Adhäsionsversagen:
 - Versagensart A/B: zwischen Beton (bzw. Unterlage) und der ersten Schicht des zu prüfenden Stoffes
 - Versagensart B/C: zwischen der ersten und zweiten Schicht des zu

prüfenden Stoffes

- Versagensart -/Y: zwischen der letzten Schicht des zu prüfenden Stoffes und der Klebschicht
- Versagensart Y/Z: zwischen Klebschicht und Stempel

(6) Die den Versagensarten zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % abzuschätzen.

5.5.12 Hinweise zur Durchführung der Gitterschnittprüfung mit Tape-Test

(1) An jeder Meßstelle werden mit dem Einschneidegerät A nach DIN EN ISO 2409 2 x 4 senkrecht aufeinanderstehende Schnitte so durchgeführt, daß ein Gitter mit 9 Quadraten entsteht. Der Abstand der parallelen Schnitte soll 4 mm betragen. Nach dem Eintragen des Gitterschnittes wird die Meßstelle nach den Gitterschnittkennwerten (DIN EN ISO 2409) beurteilt.

(2) Anschließend wird ein transparentes Klebeband nach DIN EN ISO 2409 mit einem möglichst gleichmäßigen Druck (mit einer Weichgummiwalze) auf das bei der Gitterschnittprüfung erhaltene Gitter gebracht und nach ca. 1 min. rückartig abgerissen (Tape-Test).

(3) Diese Prüfung wird an den Systemen OS 4, OS 5 und OS 9 durchgeführt.

(4) Nach jeder Prüfung (Gitterschnitt und Tape-Test) wird die Meßstelle mittels einer Leuchtlupe (6fache Vergrößerung) nach den Gitterschnittkennwerten (DIN EN ISO 2409) beurteilt.

5.5.13 Hinweise zur Ermittlung der baupraktisch relevanten Schichtdicken

(1) Die Schichtdicken werden wie in Teil 2, Abschnitt 5.2, beschrieben, ermittelt.

(2) Die Schichtdicken sind auf 10 µm genau im Prüfbericht anzugeben.

5.5.14 Hinweise zur Ermittlung der Auftragsmenge und der Schichtdicken

(1) Bei der Beschichtung der Grundkörper wird für jede Schicht des Oberflächenschutzsystems die verarbeitete Auftragsmenge gemessen. Sie ist für Platten, Prismen und Trägermaterial getrennt als Mittelwert in g/m² anzugeben.

(2) Die Messung der Schichtdicken der für die Funktion hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten erfolgt nach Erhärtung der Beschichtung am freien Film nach DIN EN 22 286-3 und an den Probekörpern nach DIN EN ISO 2808.

(3) An jeder Probe ist die Messung an fünf gleichmäßig verteilten Stellen vorzunehmen. Bei den Prismen sind diese beidseitig des Risses nach der Prüfung vorzunehmen.

(4) Mittelwert und Spannweite der Einzelwerte sind für jede Probe, auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet, in µm anzugeben.

5.5.15 Abreißfestigkeit und Blasenbildung bei rückseitiger Feuchteinwirkung

5.5.15.1 Allgemeines

(1) Diese Prüfung wird an Betonplatten 300 mm x 300 mm x 60 mm der Festigkeitsklassen C 50/55 und C 20/25 nach Abschnitt 5.4.7 durchgeführt.

(2) Die Betongrundkörper werden mit den zu prüfenden Beschichtungsstoffen beschichtet. Die beschichteten Probekörper werden in Wasser als Betriebsbeanspruchung gelagert. Während und nach der Betriebsbeanspruchung wird die Beschichtung auf Blasenbildung überprüft. Nach der Betriebsbeanspruchung ist die Abreißfestigkeit der Beschichtung zu bestimmen, wobei die maximale Bruchkraft und die zugehörige Versagensart zu registrieren zu sind.

5.5.15.2 Beschichten der Betongrundkörper

(1) Das Beschichten der 6 Betongrundkörper erfolgt im Alter von mindestens 28 d bei folgenden Bedingungen:

- Normalklima DIN 50 014-23/50-2
Vorlagerung von 3 Betongrundkörpern
(Festigkeitsklasse C 20/25) in Luft:
14 d bei Normalklima DIN 50 014-23/50-2
- $(8 \pm 1) ^\circ\text{C}$ / $(60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$
Vorlagerung von 2 Betongrundkörpern
(Festigkeitsklasse C 50/55):
14 d unter Wasser bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C}$
- $(8 \pm 1) ^\circ\text{C}$ / $(60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$
Vorlagerung von 1 Betongrundkörper
(Festigkeitsklasse C 50/55) in Luft:
14 d bei $(8 \pm 1) ^\circ\text{C}$ / $(60 \pm 6) \% \text{ r. F.}$

(2) Die Grundkörper werden aus dem Konditionierungsklima entnommen, wobei die naß vorgelagerten Probekörper 15 min nach der Entnahme aus dem Wasser grundiert werden.

(3) Während der 15minütigen Wartezeit zwischen der Entnahme aus dem Wasser und dem Auftragen der Grundierung - lagern die Grundkörper horizontal liegend. Nach 15minütiger Wartezeit werden die Beschichtungsflächen leicht abgetupft, so dass eine gleichmäßig mattfeuchte Oberfläche für die Grundierung zur Verfügung steht. Unmittelbar nach dem Abtupfen werden die Grundkörper liegend grundiert.

(4) Die Beschichtungsstoffe sind 48 h vor Beschichtungsbeginn bei den entsprechenden Temperaturen (23 °C bzw. 8 °C) zu konditionieren und bei dieser Temperatur zu mischen. Die Mischfolge und die Dauer des Mischens erfolgt nach den Angaben zur Ausführung.

(5) Nach Applikation der Grundierung bzw. dem Auftrag der einzelnen Deckbeschichtungen und nach der letzten Deckbeschichtung lagern die Probekörper bei

- (23 ± 2) °C / (50 ± 10) % r. F. (trocken) bzw.
- (8 ± 1) °C / (60 ± 6) % r. F. in einem Wasserbecken auf einem Lattenrost liegend,

so daß der Wasserspiegel 10 mm unterhalb der Beschichtungsebene endet (siehe Bild 14).

5.5.15.3 Beanspruchung der beschichteten Probekörper

(1) Zwei der trocken vorgelagerten und bei (23 ± 2) °C / (50 ± 10) % r. F. beschichteten Probekörper werden zur Aushärtung 7 d bei (23 ± 2) °C / (50 ± 10) % r. F. gelagert und anschließend 56 d in Wasser (siehe Bild 14) im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 gelagert. Der dritte Probekörper (Referenz) wird weitere 56 Tage im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 gelagert.

(2) Die beiden naß vorgelagerten und bei (8 ± 1) °C / (60 ± 6) % r. F. beschichteten Probekörper lagern nach dem letzten Arbeitgang weitere 56 Tage in Wasser bei (8 ± 1) °C / (60 ± 6) % r. F.

(3) Der trocken vorgelagerte und bei 8 °C beschichtete Referenzprobekörper wird nach dem letzten Arbeitgang für 56 Tage bei (8 ± 1) °C / (60 ± 6) % r. F. gelagert.

(4) Während der 56tägigen Wasserlagerung sind die Beschichtungsflächen in regelmäßigen Abständen (3 d bis 7 d) visuell zu bemustern. Wahrnehmbare Eigenschaftsänderungen der Beschichtung (Ablösungen, Blasen, Farbänderungen) nach DIN ISO 4628-4 und nach DIN 53 209 sind zu registrieren.

5.5.15.4 Prüfung

(1) Nach Abschluß der Wasserlagerung sind die Probekörper dem Wasser zu entnehmen. Möglicherweise entstandene Blasen sind mit einem Filzstift zu markieren und fotografisch festzuhalten. Anschließend sind die Probekörper 2 d im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 zu lagern.

(3) Danach ist die Beschichtung erneut auf Blasen zu untersuchen, um festzustellen, ob die Blasen sich wieder zurückgebildet haben. Unmittelbar daran anschließend wird die Abreißfestigkeit nach Abschnitt 5.5.11 bei den Plattenprobekörpern an 5

Prüfstellen bestimmt. Die Abreißfestigkeit und die aufgetretene Versagensart sind zu registrieren. Die Abreißfestigkeit der trocken gelagerten Referenzprobekörper ist ebenfalls zu bestimmen.

5.5.16 Chemikalienbeständigkeit

(1) Die Prüfung erfolgt nach E DIN EN 13 529. Als Untergrund sind Prüfplatten mit den Maßen 300 mm · 300 mm · 60 mm aus Referenzbeton, Typ MC (040), nach DIN EN 1766 zu verwenden. Die Betonplatten werden mit dem Beschichtungssystem ohne Zuschläge und Abstreuerung in der Anwendungsdicke nach Maßgabe der Produkthersteller, unter Berücksichtigung der Angaben in Tabelle 14 in Teil 2, Abschnitt 5.2, im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 hergestellt. Die Aushärtezeit beträgt 14 d.

(2) Auf die beschichteten Probekörper werden 3 Plastikringe mit einer Höhe von 20 mm und einem inneren Durchmesser von 100 mm aufgeklebt. Die Prüfflüssigkeiten werden 10 mm hoch in den Ring eingefüllt.

(3) Nach einer Einwirkungsdauer von 7 d bei 23 °C wird die Beschichtung auf Risse nach DIN ISO 4628-4, Ablösungen nach DIN ISO 4628-5 und Blasen nach DIN 53 209 untersucht.

(4) Direkt nach Beendigung der Prüfung und nach 24 h Rekonditionierung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 wird der Eindruckwiderstand der Beschichtung nach Buchholz gemäß DIN EN ISO 2815 geprüft und das Ergebnis mit dem der nicht beanspruchten Beschichtung verglichen.

(5) Als Prüfflüssigkeiten werden die in der Tabelle 16 aufgelisteten Prüfflüssigkeiten nach den – Zulassungsgrundsätzen „Beschichtungssysteme für Beton in LAU-Anlagen“ vom DIBt, Berlin,¹⁴ verwendet.

5.5.17 Schlagfestigkeit

Die Prüfung der Schlagfestigkeit erfolgt nach DIN EN ISO 6272 durch ein fallendes Gewichtsstück mit einer Fallenergie von 4 Nm an zwei gemäß Abschnitt 5.5.1 beschichteten und 7 d bei 70 °C gealterten Probekörpern.

¹⁴ (BPG Beschichtungen Auffangräume) vom „DIBt Berlin“

6 Rißfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren

6.1 Prüfungen am Epoxidharz

6.1.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen (s. Tabelle 17) an

- Flüssigmustern der Einzelkomponenten
- Epoxidharzgemisch
- erhärtetem Epoxidharz.

(2) Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen; das Mischungsverhältnis gemäß Angaben zur Ausführung ist auf ± 1 % genau einzuhalten. Das Harzgemisch ist mit einem Rührwerk zwei Minuten mit einer Drehzahl von 200 min^{-1} herzustellen. Es muß augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein.

6.1.2 Dichte

Die Dichte ist durch hydrostatische Wägung in Anlehnung an DIN 51 757 (Verfahren B) an den Flüssigmustern der Einzelkomponenten in jeweils 2 Einzelversuchen zu ermitteln. Einzel- und Mittelwerte sind auf $0,001 \text{ g/cm}^3$ anzugeben.

6.1.3 Epoxidäquivalent

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.1.4 Aminzahl

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.1.5 Infrarotspektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

6.1.6 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg

(1) Die dynamische Viskosität und der Viskositätsanstieg sind am Harzgemisch bei $+8^\circ$, $+15^\circ$ und $+23^\circ \text{C}$ in jeweils drei Einzelversuchen mit einem Zylinder-Rotationsviskosimeter (vgl. DIN 53 018-1) in Anlehnung an DIN 53 214 zu bestimmen.

(2) Das Harzgemisch ist nach dem Mischen unverzüglich in das Prüfgefäß einzufüllen und zu prüfen. Die Zeitählung beginnt mit dem Einfüllen.

(3) Die Drehzahl des Rotationskörpers ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert von 128 min^{-1} zu steigern. Es ist eine höhere Drehzahl zu wählen, wenn eine maximale Scherspannung von $S > 30$ % nicht erreicht wird. Die

dynamische Viskosität ist aus der relativen Scherspannung bei maximaler Drehzahl, auf zwei wertangeigende Ziffern gerundet in $\text{mPa} \cdot \text{s}$ zu ermitteln.

(4) Nach der Beschleunigung auf den Höchstwert ist die Drehzahl unter isothermen Bedingungen konstant zu halten, bis eine Viskosität von mindestens $1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ erreicht ist.

(5) Der Höchstwert der Drehzahl ist anzugeben. Der Anstieg der Viskosität über die Zeit ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen.

6.1.7 Gebindeverarbeitbarkeitsdauer

(1) Die Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ist in drei Versuchen bei $+8^\circ \text{C}$, $+15^\circ$ und $+23^\circ \text{C}$ durchzuführen. Sie ist anhand einer Doppelbestimmung nach DIN 16 945 im Rahmen einer Chargenprüfung zu ermitteln.

(2) Das Harzgemisch ist aus den Einzelkomponenten in den Originalgebinden nach Angabe des Herstellers bzw. Abschnitt 6.1.1 herzustellen. Die Temperaturentwicklung ist durch ein Thermoelement etwa in der Mitte der Prüfmenge zu messen.

(3) Als Gebindeverarbeitbarkeitsdauer wird die Zeit nach Abschluß des Mischvorgangs bis zum Anstieg der Temperatur auf $+40^\circ \text{C}$, abzüglich 20 %, jedoch mindestens abzüglich 10 min, definiert.

(4) Die Gebindeverarbeitbarkeitsdauer ist je Prüftemperatur mit einer Genauigkeit von 1 min anzugeben.

6.1.8 Zugfestigkeitsentwicklung

(1) Die Zugfestigkeitsentwicklung ist mit Hilfe einer in Bild 18 dargestellten Prüfeinrichtung in einer geregelten Prüfmaschine gemäß DIN 51 221, Klasse 1, im zentrischen Zugversuch bei einer Verformungsrate von $0,1 \text{ mm/min}$ zu ermitteln. Es sind je Prüftemperatur so viele Prüfungen durchzuführen, daß im Bereich des Festigkeitsanstieges bis 5 N/mm^2 mindestens 6 verwertbare Einzelwerte (Kohäsionsbrüche) vorliegen.

(2) Die Grundflächen von Vertiefung und Stempel der Prüfeinrichtung sind durch vorsichtiges Strahlen mit Korund, die Seitenflächen durch Trennmittel vorzubereiten.

(3) Nach dem Mischen ist das Harzgemisch unverzüglich in den 1 mm hohen Prüfspalt einzubringen. Lagerung und Prüfung der so vorbereiteten Proben erfolgt unter Einhaltung der Prüftemperatur mit einer Genauigkeit von $\pm 1 \text{ K}$.

(4) Die Zugfestigkeiten sind in einem Diagramm über die Zeit nach dem Mischen darzustellen. Als

Erhärtungszeit mit einer Genauigkeit von 1 min wird die Zeit bis zum Erreichen von 3 N/mm², die durch Interpolieren zu ermitteln ist, definiert.

(5) Die Diagramme für die Zugfestigkeitsentwicklung und die Erhärtungszeiten sind dem Prüfbericht beizufügen.

6.1.9 Relaxationstemperatur

(1) Die Relaxationstemperatur ist mittels thermischer Analyse DSC an drei 2 d erhärteten Proben zu bestimmen. Das Epoxidharzgemisch härtet nach dem Mischen in einer Schichtdicke von rd. 1 mm im Normklima DIN 50 014 23/50-1 aus.

(2) Die Proben mit einer Einwaagemenge von $(10 \pm 0,5)$ mg sind mit einer Heizrate von 5 K/min in einem Temperaturbereich von +10 °C bis +200 °C zu prüfen. Eine der 2 d ausgehärteten Proben ist anschließend bei +100 °C 24 h zu tempern und wiederholt zu prüfen.

(3) Als Relaxationstemperatur T_{Rel} (vgl. ASTM D 3418-99, T_m), ist als Minimum des endothermen Peaks mit einer Genauigkeit von 1 K definiert. Kann diese nicht bestimmt werden, so ist die Glasübergangstemperatur T_g (vgl. ASTM D 3418-99, T_g) als Wendepunkt der endothermen Stufe mit einer Genauigkeit von 1 K zu ermitteln.

(4) Die Relaxationstemperatur T_{REL} oder Glasübergangstemperatur T_g ist anzugeben.

6.1.10 Flüchtige Bestandteile

(1) Drei Proben des Epoxidharzgemisches von 10 g härten 2 d nach dem Anmischen in trockener Atmosphäre von nicht mehr als 1 % relativer Feuchte (z. B. Stickstoff) bei (23 ± 2) °C aus. Der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ist als der Gewichtsverlust der Probe mit einer Genauigkeit von 0,1 M.-% anzugeben.

(2) Anschließend werden die Proben 3 h bei (105 ± 2) °C gelagert. Der Masseverlust ist mit einer Genauigkeit von 0,1 M.-% anzugeben.

6.1.11 Einwaage

(1) Die Nettoeinwaage je Komponente ist auf einer vom Abfüllvorgang unabhängigen Waage zu bestimmen. Alternativ kann die Prüfung der Einwaage auch am Gebinde (brutto) erfolgen, wenn die Gewichtskonstanz der Verpackung (Tara) nachgewiesen ist. Die Anzahl der Proben je Prüfung ist jeweils im Einzelfall in Abhängigkeit von der Einwaagemethode festzulegen.

(2) Die Ergebnisse sind mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ g anzugeben.

6.1.12 Mischgenauigkeit

Je Prüftemperatur sind an jeweils 3 Gebinden die bei Entleerung der Gebinde verbleibenden Restmengen mit einer Genauigkeit von 0,1 g zu bestimmen; die Angaben zur Ausführung sind zu beachten. Das erreichte Mischungsverhältnis ist aus dem Massenverhältnis der Auslaufmengen der Einzelkomponenten rechnerisch auf drei wertanzeigende Stellen zu ermitteln. Als Mischgenauigkeit wird das prozentuale Verhältnis des ermittelten Mischungsverhältnisses zu dem der Angaben zur Ausführung anzugeben.

6.1.13 Prüfbericht für Rißfüllstoff

(1) Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Rißfüllstoff mit Hinweis auf Grundprüfung bzw. Kennzeichnung der entnommenen Proben, Beschreibung des Injektionsverfahrens
- Dokumentation des zeitlichen Prüfablaufs
- Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Beurteilung der Grundprüfung.

(2) Der Prüfbericht muss mit einer Gesamtbeurteilung schließen, aus der die Anwendbarkeit von Rißfüllstoff und alle sich gegebenenfalls ergebenden Einschränkungen hervorgehen.

6.2 Prüfung am Verbundsystem: Epoxidharz im Riß

6.2.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit Epoxidharz erfolgt an zwei Stahlbetonbalken gemäß Bild 19, die unter den Prüfkraften in einen gerissenen Zustand versetzt werden. Balken 1 dient der Prüfung unter statischer Last, Balken 2 unter Schwellast in Abhängigkeit von:

- Rißbreite
- Rißbreitenänderung während der Erhärtung
- Prüftemperatur

(2) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen. Wird die Injektion der Balken mit einem einkomponentigen Gerät ausgeführt, darf die fertiggestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer gewährleistet. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit ist die um 15 Minuten verkürzte Verarbeitbarkeitsdauer.

6.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau

(1) Der in Bild 19 dargestellte Probekörper wird bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild 19 aufgebrachte Prüfkraft soweit gesteigert, bis die größten Rißbreiten 0,15 mm bis 0,35 mm betragen. Die zugehörige Prüfkraft wird als Oberlast definiert. Zur Definition einer Unterlast werden drei Hauptrisse im mittleren Balkenabschnitt mit Wegmeßelementen bestückt und die Prüfkraft soweit gemindert, bis eine Abnahme der größten Rißbreiten um ca. 0,05 mm erfolgt.

(3) Die Rißbreiten und Änderungen werden in der Höhenlage der unteren Längsbewehrung gemessen.

6.2.3 Injektion

(1) An den gemäß Abschnitt 6.2.1 vorbereiteten Probekörpern wird die Injektion bei der niedrigsten Anwendungstemperatur durchgeführt. Die niedrigste Anwendungstemperatur (Bauteiltemperatur) T_{\min} ergibt sich als der Höchstwert aus folgenden Bedingungen:

- $T_{\min} \geq 8 \text{ °C}$
- Temperatur, bei der die Zugfestigkeit von mindestens $3,0 \text{ N/mm}^2$ gemäß Abschnitt 6.1.7, innerhalb von 48 Stunden, jedoch nicht länger als 72 Stunden erreicht wird.
- Bei großen täglichen Rißbreitenänderungen $\Delta w > 0,10 \text{ mm}$ $w > 0,03 \text{ mm}$ muß die Festigkeit innerhalb von 10 h mindestens $3,0 \text{ N/mm}^2$ betragen.

(2) Balken 1 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild 20 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter statischer Last in Höhe der Oberlast.

(3) Balken 2 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild 20 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter Schwelllast, mit einer Frequenz von ca. 0,6 Hz zwischen Ober- und Unterlast

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

6.2.4 Überlastungsversuch

Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von einer Stunde in mehreren Stufen bis zum Erreichen der Fließgrenze der Bewehrung zu stei-

gern. In den einzelnen Laststufen werden die gefüllten Risse sorgfältig beobachtet und neu entstandene Risse registriert.

6.2.5 Füllgradbestimmung

(1) Je 2 Bohrkern $\varnothing 100 \text{ mm}$ sind an jedem Riß zu entnehmen. Die Bohrachsen liegen ca. 15 cm bzw. 50 cm von Unterkante Balken entfernt. Zur Beurteilung der Injektionsqualität sind die Bohrkern in Scheiben zu sägen oder in der Rißebeine zu spalten.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkern mit einem Füllgrad von mindestens 80 % gefüllt sind, sichtbar gemacht an Schnittflächen von in Scheiben geschnittenen Bohrkernen, oder an in der Rissebene gespaltenen Bohrkernen. Systembedingte Poren sind hierbei als gefüllt zu werten.

6.2.6 Prüfbericht

(1) Der Prüfbericht muß folgende Angaben enthalten:

- Epoxidharz mit Hinweis auf Grundprüfung bzw. Kennzeichnung der entnommenen Proben
- Beschreibung des Injektionsverfahrens
- Dokumentation des zeitlichen Versuchsablaufs
- Erfassung aller Versuchsdaten wie Rißbreiten, Rißbreitenänderungen, Ober- und Unterlast, Rißbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Pakker, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rißbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
- Dokumentation des Arbeitsablaufs bei der Füllung der Risse
- Dokumentation aller zur Beurteilung der Grundprüfung erforderlichen Versuchs- und Prüfergebnisse (Tabelle 17)
- Angaben der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer
- Beurteilung der Grundprüfung

(2) Der Prüfbericht muß mit einer Gesamtbeurteilung schließen, aus der die Anwendbarkeit von Rißfüllstoff und Injektionsverfahren und allen sich ergebenden Einschränkungen hervorgeht.

6.3 Prüfungen am Polyurethanharz

6.3.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen

- an Flüssigmustern der Einzelkomponenten
- am Polyurethanharzgemisch
- am erhärteten Polyurethanharz (PUR) und schnellschäumendem Polyurethanharz (SPUR).

(2) Die kleinste Ansatzmenge beträgt 100 g. Je Einzelversuch ist ein gesonderter Ansatz herzustellen; das Mischungsverhältnis gemäß Angaben zur Ausführung ist auf ± 1 % einzuhalten. Das Harzgemisch ist mit einem Rührwerk zwei Minuten mit einer Drehzahl von 200 min^{-1} herzustellen. Es muß augenscheinlich homogen und schlierenfrei sein. Im Falle einer Wasserzugabe beträgt diese 5 M.-% und erfolgt nach einer Mischzeit von einer Minute.

(3) Soweit nichts anderes angegeben ist, erfolgen Probenvorbereitung, Lagerung und Prüfung im Normalklima DIN 50 014-23/50-2. Ausgangsstoffe und Prüfgeräte sind durch ausreichend lange Lagerung an die jeweilige Prüftemperatur, sofern nicht anders geregelt, mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5 \text{ K}$ anzupassen. Für Prüfungen bei Raumtemperatur ist die tatsächlich vorhandene Temperatur anzugeben.

(4) Als Prüfergebnisse sind grundsätzlich Einzel- und Mittelwerte anzugeben.

6.3.2 Dichte

Siehe Abschnitt 2.3.3.

6.3.3 Infrarotspektrum

Siehe Abschnitt 2.2.5.

6.3.4 Isocyanatgehalt

Der Isocyanat-Gehalt der Komponente B ist nach DIN EN ISO 11909 zu ermitteln und im Prüfbericht anzugeben.

6.3.5 Funktionale Gruppen

(1) Entsprechend den IR-Banden sind jeweils an den jeweiligen Komponenten von PUR und SPUR folgende Bestimmungen durchzuführen:

- Hydroxylzahl (gem. DIN 53 240),
- Aminzahl (s. Abschnitt 2.3.3),
- Säurezahl (gem. DIN EN ISO 3682).

(2) Einzel- und Mittelwerte sind auf drei wertanzeigende Ziffern gerundet in mg KOH/g anzugeben.

6.3.6 Thermogravimetrische Analyse

Es gilt Abschnitt 2.2.4 mit folgenden Ergänzungen:

- Die Einwaagemenge soll mindestens 20 mg betragen.
- Die Aufheizrate ist 10 K min^{-1} .

6.3.7 Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg bei isothermen Bedingungen

(1) Dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg sind an Flüssigmustern des Harzgemisches bei $6 \text{ }^\circ\text{C}$ (bzw. der niedrigster vom Hersteller angegebenen Anwendungstemperatur), $15 \text{ }^\circ\text{C}$ und $23 \text{ }^\circ\text{C}$ mit einem Rotationsviskosimeter gemäß DIN 53 018-1, nach DIN EN ISO 3219 zu bestimmen.

(2) Das Harzgemisch ist nach dem Mischen unverzüglich in das Prüfgefäß einzufüllen. Die Zeitzählung beginnt mit dem Einfüllen.

(3) Die Drehzahl des Rotationskörpers ist bei konstanter Beschleunigung in 3 min auf den Höchstwert von 128 min^{-1} zu steigern. Es ist eine höhere Drehzahl zu wählen, wenn eine maximale relative Scherspannung von $S \geq 30 \%$ nicht erreicht wird. Die dynamische Viskosität ist aus der relativen Scherspannung bei maximaler Drehzahl, auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet, in $\text{mPa}\cdot\text{s}$ zu ermitteln.

(4) Nach der Beschleunigung auf den Höchstwert ist die Drehzahl unter isothermen Bedingungen konstant zu halten, bis eine Viskosität von mindestens $1000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ erreicht ist.

(5) Im Prüfbericht ist der Höchstwert der Drehzahl anzugeben. Der Anstieg der Viskosität über die Zeit ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen.

6.3.8 Viskositätsanstieg bei freier Temperaturentwicklung des Gebindes

(1) Der Viskositätsanstieg ist bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ analog zur Bestimmung der dynamischen Viskosität bei konstanter Temperatur, in einem angemischtem Originalgebilde, bei gleichzeitiger Erfassung der freien Temperaturentwicklung zu messen. Innerhalb von 2 h nach dem Anmischen der Komponenten sind 5 Messungen durchzuführen.

(2) Der Viskositätsanstieg ist in einem Diagramm darzustellen und dem Prüfbericht beizufügen. Der Zeitpunkt zum Erreichen der Viskosität von $1000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ist grafisch zu ermitteln.

6.3.9 Viskosität am Ende der Verarbeitbarkeitsdauer

(1) Die Viskosität ist bei $15 \text{ }^\circ\text{C}$ an einem Gebilde mit freier Temperaturentwicklung mit dem DIN-Becher Nr. 6 nach DIN EN ISO 2431 zu bestimmen.

(2) Die ermittelte kinematische Viskosität in mm^2/s ist als dynamische Viskosität gemäß DIN 51 550 in $\text{mPa}\cdot\text{s}$ anzugeben.

6.3.10 Einfluß unterschiedlicher Lagerungen

(1) Die Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Lagerungen auf die mechanischen Eigenschaften von PUR erfolgt an Probekörpern der Maße 50 mm x 50 mm x 25 mm, die gemäß Bild 21 hergestellt werden.

(2) Wird infolge Blasenbildungen in der Schalungsform die Probenhöhe von 25 mm nicht erreicht, ist das Weg-Zeit-Diagramm gemäß Bild 23 so einzustellen, daß die Stauchung der Probe zwischen 5 % und 10 % der tatsächlich gemessenen Probenhöhe erfolgt. Zur Herstellung der Probekörper werden Harzgemische mit und ohne Wasserzugabe als Mischungsbestandteil in Schalungsformen gemäß Bild 21 gefüllt.

(3) Nach 7tägiger Erhärtungszeit bei senkrechter Lagerung der Schalungsform und verhinderter Volumenzunahme wird das erhärtete Polyurethanharz ausgeschalt. Die einzelnen Probekörper werden gemäß Bild 21 herausgeschnitten und anschließend unterschiedlich gelagert. Für die Anzahl und Lagerungsart der Probekörper gelten die Angaben in Tabelle 21. Die Lagerungsdauer beträgt 14 Tage.

(4) Nach den Lagerungen gemäß Tabelle 22 werden die Probekörper für 7 Tage gelagert. Unmittelbar danach werden weggeregelte Druckprüfungen mit einer Dehnrate von 2 mm/min nach einem Weg-Zeit-Diagramm gemäß Bild 23 durchgeführt.

(5) Das Kraft-Weg-Diagramm ist im letzten Belastungszyklus aufzuzeichnen. Im Prüfbericht sind die von der Kurve eingeschlossenen Flächeninhalte in [Nmm] ① und ② gemäß Bild 24 zu ermitteln und bezogen auf eine Prüffläche von 25 mm² anzugeben.

6.3.11 Änderung der Masse bei Wasserlagerung

(1) Gemäß Abschnitt 6.3.10 werden 6 Probekörper mit Wasserzugabe hergestellt. Je drei Probekörper werden 14 Tage im Normklima DIN 50 014-23/50-2 bzw. in destilliertem Wasser gelagert. Anschließend lagern die Probekörper bis zur Massekonstanz – jedoch nicht länger als 4 Wochen – im Normklima DIN 50 014-23/50-2. Die Probekörper werden nach dem Ausschalen (Bezugswerte m_1 bzw. m_2), nach der 14tägigen Lagerung im Normklima DIN 50 014-23/50-2 (m_3) bzw. im destilliertem Wasser (m_4), und jeweils nach Erreichen der Massekonstanz (m_5 bzw. m_6), gewogen.

(2) Im Prüfbericht sind die ermittelten Massen anzugeben. Ferner sind die Einzel- und Mittelwerte der Masseänderung nach 14tägiger Lagerung sowie nach Lagerung bis zur Massekonstanz, bezogen auf die Bezugswerte, zu bestimmen.

6.3.12 Glasübergangstemperatur

(1) Die Glasübergangstemperatur ist mittels thermischer Analyse (DSC) an gemäß Abschnitt 6.3.9 erhärteten Proben – mit und ohne Wasserzugabe – zu bestimmen. Die Proben der Einwaagemenge ($10 \pm 0,5$) mg befinden sich in einer Stickstoffatmosphäre. Die Proben sind mit einer Aufheizrate von 10 Kmin^{-1} in einem Temperaturbereich von mindestens 50 K ober- und unterhalb der Glasübergangstemperatur zu prüfen.

(2) Als Glasübergangstemperatur T_g (vgl. ASTM D 3418-82, T_g) ist der Wendepunkt der endothermen Stufe mit einer Genauigkeit von 1 K anzugeben. Ist die Glasübergangstemperatur nicht eindeutig bestimmbar, so ist der entsprechende Temperaturbereich anzugeben.

6.3.13 Flüchtige Bestandteile

(1) Es wird je ein Ansatz des Harzgemisches mit und ohne Wasserzugabe hergestellt. Von jedem Ansatz werden drei Proben mit einer Masse von rund 10 g in Glasschalen (Durchmesser 6 cm) gegeben.

(2) Die Proben aus Harzgemisch ohne Wasserzugabe sind nach dem Anmischen bei 23 °C eine Woche in trockener Atmosphäre bei einer relativen Luftfeuchte von maximal 1 %; die Proben aus Harzgemisch mit Wasserzugabe 7 d zu lagern. Anschließend werden alle Proben drei Stunden bei $(105 \pm 2) \text{ °C}$ getrocknet. Die Proben sind nach dem Anmischen, nach Lagerung in trockener Atmosphäre sowie im Normklima und jeweils nach der Ofentrocknung zu wiegen.

(3) Im Prüfbericht sind jeweils die ermittelten Massen anzugeben. Ferner ist je Versuchsreihe die Masseänderung nach der Trocknung bei 105 °C, bezogen auf die Ausgangseinwaage, anzugeben.

6.3.14 Einwaage

Es gilt Abschnitt 6.1.11.

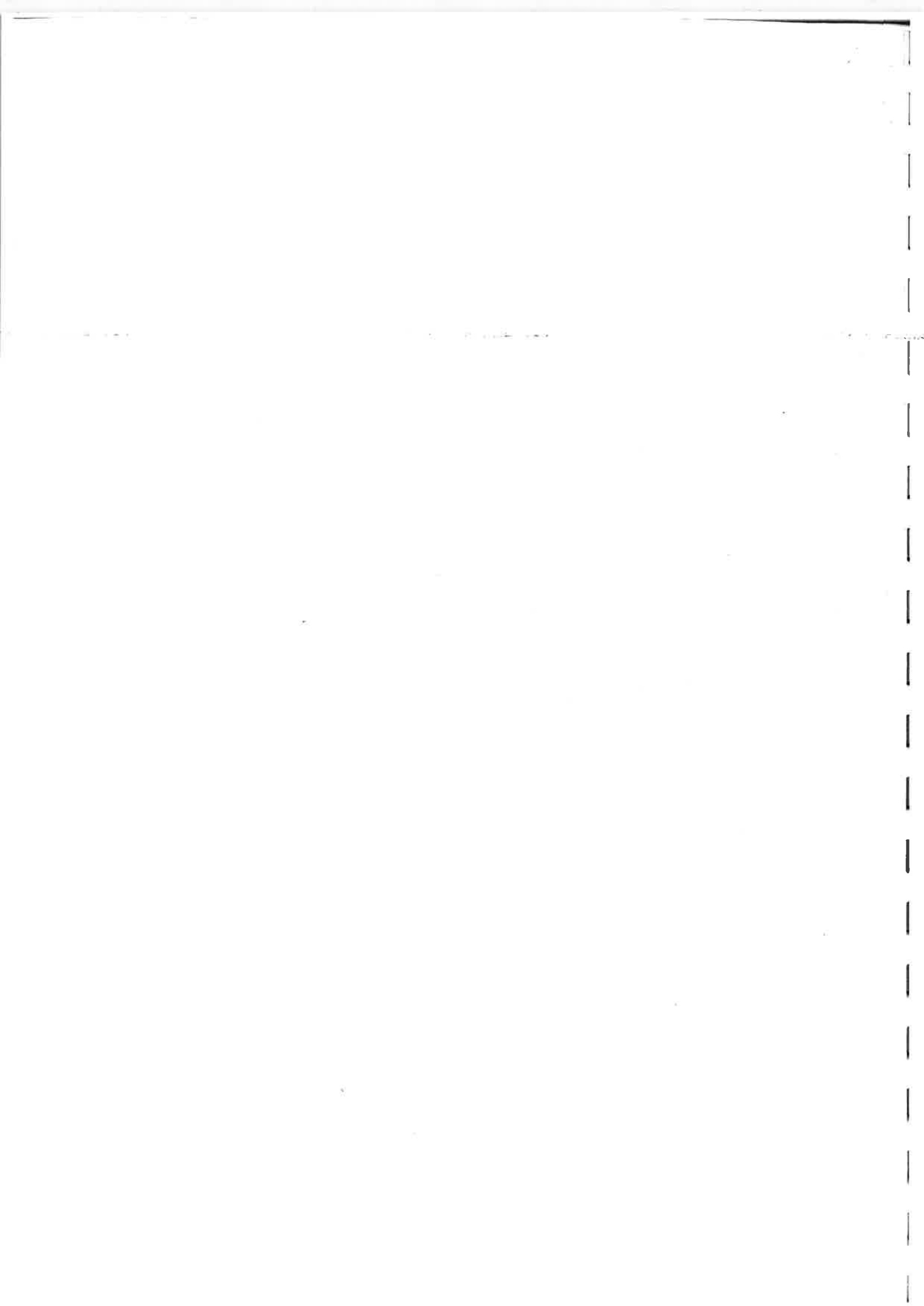
6.3.15 Prüfbericht für Polyurethanharz und Polyurethanschaum

Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt 6.1.13 abzufassen.

6.4 Prüfungen am Verbundsystem Polyurethanharz/Polyurethanschaum im Reiß

6.4.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen des Injektionsverfahrens mit dem Polyurethanharz (PUR) und Polyurethanschaum (SPUR) erfolgen an:



- Kleinprobekörpern gemäß Bild 25 (Prüfart 1)
- Stahlbetonbalken gemäß Bild 19 (Prüfart 2).

(2) Prüfart 1 dient der Ermittlung der Grunddaten der Dehnfähigkeit eines unmittelbar oder nach einer vorangegangenen SPUR-Injektion in den Riß gefüllten PUR in Abhängigkeit von

- Rißbreite
- Prüftemperatur
- Feuchtezustand von Rissen/Rißflanken gemäß Tabelle 6.8.

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

(4) Prüfart 2, Balken 2, dient demselben Zweck nach einer vorangegangenen SPUR-I.

(5) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen. Wird die Injektion de Balken nach Prüfart 2 mit einem Einkomponenten-Gerät durchgeführt, darf das frisch angemischte Polyurethanharz erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturbedingten Verarbeitbarkeitsdauer ermöglicht. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 min.

6.4.2 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)

(1) Prüfbedingungen und Prüfumfang sind in Tabelle 6.8 zusammengestellt. Außer den aufgeführten Prüftemperaturen können weitere vereinbart werden. Je Prüfbedingung, z. B. PUR: 15 °C / 0,3 mm, sind 3 Probekörper zu untersuchen.

(2) Bild 25 gibt Hinweise für:

- Schalung zur Herstellung der Probekörper und Injektionseinrichtung
- Spalten der Probekörper und Einstellen eines Risses mit definierter Breite
- Injektion der Probekörper
- Zugprüfung.

(3) Die Probekörper werden in Stahlschalungen mit der Betongüte C 20/25, max. Korngröße 16 mm, auf dem Rütteltisch hergestellt. Der Beton wird über eine Öffnung in der oberen Stahlplatte eingefüllt. Nach Füllung der Schalung werden 3 Kanülen (mit Stahlstiften gegen Eindringen des Frischbetons gesichert) eingesetzt. Einbetonierte Schrauben verbinden den Betonkörper mit der oberen und unteren Stahlplatte.

(4) Die seitlichen Stahlbleche werden nach 2 d entfernt, der Probekörper an allen Seiten mit Meßplättchen bestückt und eine Nullmessung im ungerissenen Zustand ($w = 0 \text{ mm}$) durchgeführt.

(5) Im Alter von 3 Tagen wird der Riß im Würfel durch Spalten erzeugt, dabei werden zuvor die Muttern der Spannschrauben einseitig gelockert. Nach Entstehung des Risses wird die gemäß Tabelle 6.8 definierte Rißbreite eingestellt, sodann werden die Muttern gekontert.

(6) Die Injektion (PUR-I) erfolgt im Alter von 7 d bis 10 d über die mittlere Kanüle des Probekörpers mit Verdämmkranz. Der Injektionsdruck wird über einen Absolutdruckaufnehmer an einer seitlichen Kanüle gemessen. Die andere seitliche Kanüle dient der Entlüftung und wird beim Austritt des Rißfüllstoffs verschlossen. Danach wird die Injektion fortgesetzt und bei einem Druck von max. 600 MPa (60 bar) beendet.

(7) Falls PUR-I auf eine SPUR-I folgt, wird diese eine Stunde später über die zuvor gereinigte mittlere Kanüle vorgenommen. Die ebenfalls gereinigte Entlüftungskanüle bleibt bis zum Austritt des Rißfüllstoffs offen. Die Injektion wird beendet, wenn bei Aufrechterhaltung des Drucks am Injektionsgerät von max. 6 MPa (60 bar) kein Fließen von Polyurethanharz erkennbar ist.

(8) Die injizierten Probekörper werden 6 Tage bei Raumtemperatur gelagert. Anschließend werden die Verdämmkränze entfernt und die Probekörper allseitig mit Wegmeßelementen bestückt.

6.4.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)

(1) Es werden zwei Balken geprüft. Die Probekörper werden bei Raumtemperatur gemäß Bild 23 hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 d bis 15 d werden am zwangfrei gelagerten, gemäß Bild 19 belasteten und im Bereich der Einkerbungen mit Wegmeßelementen bestückten Balken Risse mit Breiten von 0,3 mm bis 0,5 mm in Höhe der Bewehrungslage erzeugt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert.

(3) Bohrpackerabstände und Verdämmung der Balken sind in Bild 20 dargestellt. Die Anordnung von Klebepackern dient nur der Entlüftung und Kontrolle. Sie sind nicht für die Injektion zu nutzen.

(4) Der Feuchtezustand der Risse bzw. Rissflanken wird wie folgt definiert:

- Balken 1:
Eine Hälfte "trocken", d. h. ohne Wasserbehandlung; andere Hälfte feucht, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die Injektions-schläuche unmittelbar vor der Injektion.

– Balken 2:

Unter Druck wasserführend, erzeugt durch während der Injektion aufrechterhaltene Wasserspülung mit einem Überdruck von 0,05 MPa über den oberen Druckschlauch.

(5) Balken 1 wird mit PUR injiziert. Dabei sind zunächst die feuchten Risse bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zu füllen. Nach einer Erhärtungszeit von einem Tag wird innerhalb eines weiteren Tages der Balken auf die niedrigste Anwendungstemperatur abgekühlt und anschließend die Injektion der trockenen Risse durchgeführt. Die Erhärtungszeit beträgt bei dieser Temperatur weitere 3 Tage.

(6) Balken 2 wird bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zuerst mit SPUR über den der Wasserquelle am nächstgelegenen Bohrpacker (max. 2 Bohrpacker) solange injiziert, bis augenscheinlich der Wasserfluss soweit abgeschwächt ist, dass unmittelbar danach das über die restlichen Bohrpacker injizierte PUR nicht herausgespült wird. Die Erhärtungszeit beträgt 3 Tage.

(7) Nach Ablauf der vorgenannten Erhärtungszeiten werden die Balken entlastet, auf die Prüftemperatur von 15 °C gebracht und ggf. die Verdämmung entfernt. Die Prüfung beginnt am darauffolgenden Tag und besteht aus folgenden Teilen:

– Dichtheit im Belastungsversuch:

Den Prüfvorgang stellt Bild 26 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riss kontrolliert. Hierzu werden mit Wasser gefüllte Injektionsschläuche während des Belastungsvorganges bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.

– Füllgradbestimmung (Bohrkernprüfung):

Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkernkerne über die Risshöhe verteilt entnommen und nach Aufspalten der Kerne der Füllgrad - angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche - ermittelt.

(8) Alle Injektionsarbeiten werden unter Injektionslast durchgeführt.

6.4.4 Dehnfähigkeitsmessung (Prüfart 1)

(1) Die Prüfung der temperierten Probekörper erfolgt im Zugversuch (Bild 25). Die Spannschrauben werden im kraftschlüssig eingespannten Zustand bei gleichmäßiger Lockerung der Muttern entfernt. Während dieses Vorganges wird die Wegänderung durch Wegmessung kontrolliert. Der anschließende Zugversuch wird weggeregelt mit 0,1 mm/min

durchgeführt. Die Wegänderungen und zugehörige Kräfte werden bis zum Erreichen des Bruchzustandes aufgezeichnet.

(2) Als Ergebnis eines Versuches werden die auf die in Tabelle 22 definierte Rißbreite bezogenen Dehnungen, die rechnerische Zugfestigkeit, der Füllgrad (angegeben werden das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rißfläche) und die Versagensart (Kohäsions- bzw. Adhäsionsbruch) protokolliert.

6.4.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

Den Prüfvorgang stellt Bild 26 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riß kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorganges bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.

6.4.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)

Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkernkerne, über die Rißhöhe verteilt, entnommen. Nach Aufspalten der Kerne wird der Füllgrad ermittelt. Angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rißfläche.

6.4.7 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß zusätzlich zu Abschnitt 6.2.6 folgende Angaben enthalten:

– Prüfart 1:

- Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse

– Prüfart 2:

- Erfassung aller Versuchsdaten wie Rißbreiten, Rißbreitenänderung, Ober- und Unterlast, Rißbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestelle und Kennzeichnung
- Dokumentation aller zur Beurteilung der Grundprüfung erforderlichen Versuchs- und Prüfergebnisse (Tab. 19)

6.5 Prüfungen von Zementleim, Zementsuspension und Zusätzen

6.5.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen erfolgen

- an Mustern der Einzelkomponenten
- am Zementleim/Zementsuspensionsgemisch
- an dem erhärteten Zementleim oder an der erhärteten Zementsuspension.

(2) Mehrfachbestimmungen von Prüfgrößen sind mit zu prüfenden Stoffes unterschiedlicher Ansätze durchzuführen. Die Misch- und Aufbereitungstechnik muß der Technik des zugehörigen Injektionsverfahrens entsprechen.

6.5.2 Dichte

(1) Die Dichte der Pulverkomponente ist durch Einfüllen einer Einwaage in ein volumengeeichtes Gefäß und Auffüllen des Gefäßes mit einer inerten Flüssigkeit zu bestimmen. Die zu verwendende Pulvermenge hängt von der Art des Gerätes ab, sie muß jedoch einen auf $0,01 \text{ g/cm}^3$ bestimmten Wert für die Dichte ergeben.

(2) Die Dichten der Flüssigkomponenten sind durch das Pyknometer-Verfahren nach DIN 53 217-2 zu ermitteln. Die gewählten Verfahren sind anzugeben und mit der Fremdüberwachung abzustimmen.

(3) Die Einzel- und Mittelwerte der Dichte sind auf $0,01 \text{ g/cm}^3$ anzugeben.

6.5.3 Korngrößenverteilung

(1) Für Zement bzw. für die Pulverkomponente von Zementleim (ZL) ist zur Charakterisierung des Größtkorns der Rückstand auf dem Sieb $0,09 \text{ mm}$ gemäß DIN EN 196-6 zu ermitteln und anzugeben. Zusätzlich ist die Korngrößenverteilung dem Prüfbericht beizufügen.

(2) Für Feinstzement bzw. für die Pulverkomponente von Zementsuspension (ZS) ist die Korngrößenverteilung mit einem geeigneten Lasergranulometer zu bestimmen.

(3) Das Verwendete Gerät (Fabrikat, Typ, Baujahr), der Anschluß und die verwendete flüssige Phase (Wasser, Alkohol) sind anzugeben.

(4) Anzugeben sind der Anteil der gesamten Prüfmenge, dessen Korndurchmesser $\leq 16 \mu\text{m}$ ist und die Korngrößenverteilung.

6.5.4 Mahlfineinheit

Die Mahlfineinheit für den Zement bzw. die Pulverkomponente wird als spezifische Oberfläche in cm^2/g gemäß DIN EN 196-6 ermittelt und angegeben.

6.5.5 Chemische Zusammensetzung

(1) Glühverlust und Sulfatgehalt der Pulverkomponente werden gemäß DIN EN 196-2 ermittelt.

(2) Der Chloridgehalt der Pulverkomponente wird nach DIN EN 196-21 bestimmt. Die Chloridgehalte der Komponenten B und C sind nach DIN 4030-2 zu prüfen.

(3) Glühverlust und Sulfatgehalt sind auf $0,1 \text{ M.-%}$ anzugeben. Der Chloridgehalt ist auf $0,01 \text{ M.-%}$ anzugeben.

6.5.6 Infrarotspektrum

(1) Das Infrarotspektrum ist an den Ausgangsstoffen für Zementleim/Zementsuspension zu bestimmen, wenn sie organische Bestandteile enthalten können.

(2) Für die Probenpräparation sind vom Hersteller geeignete Lösemittel oder die Rohstoffbasis der organischen Bestandteile anzugeben.

(3) Im übrigen gilt Abschnitt 2.2.5.

6.5.7 Rohdichte

Die Rohdichte des fertig gemischten Zementleims (Zementsuspension) ist in einem 1000 ml Meßzylinder durch Wägung unmittelbar nach der vom Hersteller für die Grundprüfung festgelegten Aufbereitungszeit zu bestimmen und im Prüfbericht auf $0,01 \text{ g/cm}^3$ anzugeben.

6.5.8 Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit

(1) Die Auslaufzeit ist unmittelbar nach der Aufbereitung (Auslaufzeit t_0) und dann in Abständen von 30 Minuten am Zementleim-/ Zementsuspensionsgemisch bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und $30 \text{ }^\circ\text{C}$ Ausgangstemperatur zu bestimmen. Gemessen wird die Auslaufzeit in Sekunden von 1000 ml ZL/ZS aus einem mit 1500 ml gefüllten Marsh-Trichter (Bild 27, Durchflußöffnung $d = 4,76 \text{ mm}$) in Abhängigkeit vom Leim- bzw. Suspensionsalter. Das Gemisch ist während der Prüfung unter den definierten Bedingungen des Injektionsverfahrens zu behandeln. Das Ende der Aufbereitungszeit wird vom Hersteller gemäß Grundprüfung angegeben. Die Dauer der Messung richtet sich nach der vom Hersteller gemäß Grundprüfung festgelegten temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer (t_{End}). Zusätzlich wird die Temperaturentwicklung des Gemisches festgehalten.

(2) Es sind die von der Ausgangstemperatur und Zeit abhängigen Auslaufzeiten und Temperaturentwicklungen angegeben.

6.5.9 Sedimentationsverhalten

(1) Zur Beurteilung des Sedimentationsverhaltens wird der Zementleim bzw. die Zementsuspension sofort nach der Aufbereitung in einen 1000 ml -Standzylinder (hohe Form) gefüllt und in Abständen von 30 Minuten über eine Zeit von mindestens 90 Minuten beobachtet.

(2) Es sind die Ergebnisse der Beobachtung, bei optisch wahrnehmbarer Phasentrennung die Vo-

lumenanteile der Einzelphasen mit einer Genauigkeit von 0,5 Vol.-%, anzugeben.

6.5.10 Druckfestigkeit

(1) Die Ermittlung von Druckfestigkeit erfolgt im Probenalter von 2, 7 und 28 Tagen an je 3 ZL-/ZS-Prismen 40 mm x 40 mm x 16 mm. Lagerung und Prüfung der Festkörper werden nach DIN EN 196-1 durchgeführt.

(2) Es sind Einzel- und Mittelwerte der Druckfestigkeit auf 0,1 N/mm² anzugeben.

6.5.11 Raumänderung

(1) Die Raumänderung nach 24 Stunden wird mit dem Absetzversuch nach DIN 455 bestimmt.

(2) Einzel- und Mittelwerte der Absetzmaße auf sind 0,1 mm genau anzugeben.

6.5.12 Elektrochemische Prüfung

(1) Die elektrochemische Prüfung erfolgt an zylindrischen Probekörpern aus ZL/ZLS mit eingebettetem Rundstabstahl gemäß den Richtlinien für die Zuteilung von Prüfzeichen für Betonzusatzmittel (Prüfrichtlinien) des DIBt.

(2) Einzel- und Mittelwerte der Stromdichte sind in $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ anzugeben.

6.5.13 Thermogravimetrische Analyse

Es gilt Abschnitt 2.2.4 mit folgenden Ergänzungen:

- Die Einwaagemenge soll höchstens 50 mg betragen.
- Die Aufheizrate ist 10 K min⁻¹.

6.5.14 Einwaage

(1) Für die Einwaage gilt nach Abschnitt 6.1.11, Absatz (1).

(2) Die Ergebnisse der Einwaage sind mit einer Genauigkeit von 0,5 M.-% anzugeben.

6.5.15 Prüfbericht für Zementleim und Zementsuspension

Der Prüfbericht ist in Anlehnung an Abschnitt 6.1.13 abzufassen.

6.6 Prüfungen am Verbundsystem Zementleim/Zementsuspension im Riß

6.6.1 Allgemeines

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit dem zugehörigen Zementleim (Zementsuspension) zum Füllen von Rissen erfolgt

- an Kleinprobekörpern gemäß Bild 28 (Prüfart 1)
- am Stahlbetonbalken gemäß Bild 27 (Prüfart 2).

(2) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit dem zugehörigen Zementleim (Zementsuspension) zum Füllen von Hohlräumen erfolgt an Einkornbetonzylindern gemäß Bild 29 (Prüfart 3).

(3) Prüfart 1 soll Aufschluß geben über altersabhängige Festigkeitseigenschaften und Füllgrad des Zementleims bzw. der Zementsuspension im Riß beim Variieren der Parameter

- Rißbreite
- Feuchtezustand von Rissen/Rißufern gemäß Tabelle 24
- Probekörper-/Umgebungstemperatur. Prüfart 2 soll Aufschluß geben über die Injizierbarkeit des Zementleims (Zementsuspension) in Risse und Eignung des Injektionsverfahrens unter praxisnahen Injektionsbedingungen unter Beachtung der Anwendungsbereiche bzw. -ziele gemäß Teil 2, Tabelle 6.3.

(4) Prüfart 3 soll Aufschluß geben über

- die ausreichende Injizierbarkeit zum vollständigen Füllen durchgängiger Hohlräume
- die Druckfestigkeit der gefüllten Probekörper.

(5) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten für die Grundprüfung sind vom Hersteller durchzuführen. Für die Injektion des Stahlbetonbalkens (Prüfart 2) darf die fertiggestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektion ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der Verarbeitbarkeitsdauer sicherstellt. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 Minuten.

(6) Die höchstzulässige, temperaturabhängige Verarbeitbarkeitsdauer wird nach den Angaben des Herstellers und nach dem Prüfergebnis der Injektion am Stahlbetonbalken von der Prüfstelle festgelegt.

(7) Bei Verwendung von Zementleim (Zementsuspension), für den noch kein Übereinstimmungszertifikat nach Teil 2, Abschnitt 5.11, vorliegt, ist in der Prüfstelle die zur Durchführung der Grundprüfung gemäß Teil 2, Abschnitt 5.11, erforderliche Menge des Zementleims (Zementsuspension) für Risse und Hohlräume einzubehalten.

6.6.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rißinjektion (Prüfart 1)

(1) Zur Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von ZL/ZS, erhärtet im Riß, werden Einzelrisse definierter Rißbreite in Kleinprobekörpern 250 mm x 250 mm x 50 mm gemäß Bild 6.16 mit Zementleim/Zementsuspension gefüllt. Prüfbedingungen und Prüfumfang regelt Tabelle 24.

(2) An jedem Kleinprobekörper wird im Mindestalter von 7 Tagen im wegeregelten Dreipunktbiegeversuch ein Riß erzeugt. Im Anschluß daran wird mit Hilfe eines Stahlrahmens eine definierte Rißbreite für ZL von $w = 0,8$ mm und für ZS von $w = 0,25$ mm eingestellt, Einstellgenauigkeit ± 20 %, gemessen an der Probekörperunterseite.

(3) Alle Risse derart vorbereiteter Probekörper werden vor dem Injizieren an der Unterseite mit einem Packer (Bild 28) bestückt und bis auf eine Entlüftungsöffnung an der Rißwurzel mit einer Verdämmung versehen.

(4) Nach Aushärtung der Verdämmung (ca. 1 Tag) werden die Risse mit Zementleim oder Zementsuspension bei vorgesehenen Feuchtezuständen – trocken, feucht und drucklos wasserführend – der Risse/Rißflanken mit Hilfe der zum Injektionsverfahren gehörenden Geräte gefüllt.

6.6.3 Festigkeitsentwicklung im Riß (Prüfart 1)

(1) Vor der Festigkeitsprüfung wird die Verdämmung entfernt. Die Stahlrahmen bleiben bis kurz vor der Überlastung an den Probekörpern befestigt.

(2) Die Überlastung der injizierten Kleinprobekörper erfolgt 2, 7 bzw. 28 Tage nach der Injektion im Dreipunktbiegeversuch mit einer Belastungsrate von 1300 N/s.

(3) Im Prüfbericht sind die über die Bruchlast ermittelte Biegezugfestigkeit, der Füllgrad im Riß und die Bruchart anzugeben.

6.6.4 Füllgradbestimmung (Prüfart 1)

Die Probekörper der Prüfart 1 werden nach der Bestimmung der Festigkeitsentwicklung (Abschnitt 6.6.3) so weit überlastet, bis die Bewehrung versagt. Die sichtbaren Bruchflächen werden bis unterhalb der Bewehrungslage bzw. bis zu einer Rißbreite von 0,2 mm für ZL und 0,05 mm für ZS beurteilt. Als Füllgrad wird der mit Zementleim oder Zementsuspension benetzte Flächenanteil angegeben.

6.6.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rißinjektion (Prüfart 2)

(1) Der in Bild 27 dargestellte Probekörper wird aus Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert. Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangsfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild 27 aufgebrauchte Prüfkraft gesteigert, bis in Höhe der Bewehrungslagen für ZL die Rißbreite ($0,80 \pm 0,05$) mm (weitere Risse bis 1,30 mm), für ZS ($0,20 \pm 0,05$) mm (weitere Risse bis 0,50 mm) beträgt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert (Tabelle 24).

(2) Die Anordnung der Packer und der Verdämmung ist in Bild 27 dargestellt.

(3) Eine Hälfte des Balkens wird bei trockenen Rissen/Rißufern injiziert, die andere Hälfte unter wasserführenden Bedingungen, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die einbetonierten Druckschläuche unmittelbar vor der Injektion. Einer der im trockenen Zustand injizierten Risse muß in Höhe der Bewehrungslage eine Rißbreite von $w = 0,25$ mm, Einstellgenauigkeit ± 20 %, aufweisen.

(4) Die Injektion wird bei Raum- und Probekörpertemperaturen von ca. 20 °C durchgeführt. Nach einer Erhärtungszeit von zwei Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion wird der Balken entlastet und die Verdämmung entfernt. An dem Probekörper sind nach der Injektion Dichtheit und Füllgrad der Risse zu bestimmen.

6.6.6 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)

Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von rd. 1 Stunde in mehreren Stufen zu steigern. In den einzelnen Laststufen werden die injizierten Risse auf Wasseraustritt kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorgangs bei max. 1 bar Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden bzw. erneut aufgerissen sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind undichte Stellen der einzelnen Risse und die Lasten bei Entstehung neuer Risse.

6.6.7 Füllgradbestimmung nach Rißinjektion (Prüfart 2)

Je Riß sind mindestens 3 Bohrkerne ($d = 100$ mm), über die Höhe verteilt, zu entnehmen. Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkerne zu mindestens 80 % gefüllt sind (Füllgrad). Der Füllgrad ist an Schnittflächen von Scheiben geschnittener Bohrkerne oder an der Riße-bene gespaltener Bohrkerne zu bestimmen.

6.6.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) Zur Prüfung der Verarbeitbarkeitsdauer im Hinblick auf eine ausreichende Injizierfähigkeit zum vollständigen Füllen von durchgängigen Hohlräumen und zur Ermittlung der Druckfestigkeit des mit ZL/ZS injizierten Einkornbetons werden drei Probekörper gemäß Bild 29 mit ZL/ZS mit zugehörigem Injektionsverfahren gefüllt. Zusätzlich werden weitere drei Prüfkörper ($d = 100 \text{ mm}$, $h = 100 \text{ mm}$) hergestellt, die nicht injiziert werden; sie dienen zur Ermittlung der Vergleichsdruckfestigkeit.

(2) Die Probekörper werden aus einem Einkornbeton mit ungebrochenem Kies als Zuschlag (G) mit 8/16 mm Körnung und einem Zement (Z) CEM I 32,5 R hergestellt. Das Mischungsverhältnis g/z/w in Gewichtsteilen beträgt 9/1/ 0,38.

(3) Jeder einzelne Probekörper wird rd. 24 Stunden vor der Injektion mit ZL/ZS zur Ermittlung des von ihm aufnehmbaren Füllvolumens mit Wasser vorinjiziert. Die nach 1 Stunde aus dem vollständig wassergefüllten Probekörper wieder abgelassene Wassermenge wird festgehalten. Letztere wird mit dem zu füllenden Hohlraumgesamtvolumen gleichgesetzt.

(4) Die Injektion mit ZL/ZS erfolgt im Alter der Probekörper von mindestens 7 Tagen bei Raumtemperatur. Die gesamte, zu injizierende Füllstoffmenge wird vor der Injektion gemischt und aufbereitet. Die Injektion der Probekörper erfolgt mit verfahrenseigenem Druck in drei Zeitintervallen: sofort nach dem Aufbereiten, nach 2 und nach 3 Stunden. Bei den ersten beiden Injektionsintervallen wird jeweils ca. ein Drittel der zu injizierenden Gesamtmenge des Zementleims (Zementsuspension) in die Probekörper gefüllt. Nach 3 Stunden wird so lange injiziert, bis aus der Entlüftungsöffnung Zementleim (Zementsuspension) austritt oder bei Aufrechterhaltung des Injektionsdrucks während 5 Minuten kein Zementleim (Zementsuspension) mehr gefördert werden kann. Die in den einzelnen Zeitintervallen injizierten Mengen von Zementleim oder Zementsuspension sind festzuhalten.

(5) Unmittelbar vor jedem Zeitintervall der Injektion sind die Rohdichte und die Auslaufzeit des Zementleims (Zementsuspension) gemäß den Abschnitten 6.5.7 und 6.5.8 zu bestimmen und das Sedimentationsverhalten gemäß Abschnitt 6.5.9 zu beobachten.

6.6.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

(1) 27 Tage nach der Injektion ist aus dem unteren, mittleren und oberen Drittel der injizierten Probekörper parallel zur Injektionsrichtung je 1 Bohrkern ($d = 100 \text{ mm}$) zu entnehmen.

(2) Die Füllqualität ist an den Mantelflächen der Bohrkern zu beurteilen.

(3) Im Prüfbericht ist der Füllgrad als Verhältnis zwischen Volumen des Zementleims (Zementsuspension) und dem Volumen des nach 1 Stunde wieder abgelassenen vorinjizierten Wassers zu berechnen und anzugeben. Zusätzlich ist der Zustand der Mantelflächen als Beurteilung der Injektionsqualität zu beschreiben.

6.6.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)

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

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

6.6.11 Prüfbericht

(1) Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt 6.2.6 mit folgenden Ergänzungen abzufassen:

- Prüfart 1:
 - Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Prüfart 2:
 - Dokumentation des zeitlichen Prüfablaufs
 - Erfassung aller Prüfdaten, wie Rißbreiten, Injektionslast, Rißbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Packer, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rißbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
 - Dokumentation aller zur Beurteilung der Prüfung erforderlichen Ergebnisse (Tab. 23)
- Prüfart 3:
 - Dokumentation aller Prüfdaten wie Kennwerte des Einkornbetons, seine Zusammensetzung und Rohdichte vor und nach dem Füllen, injizierte und wieder abgelassene Wassermenge; Rohdichte des Zementleims oder Zementsuspension, Auslaufzeiten und Sedimentationsverhalten des Zementleims oder Zementsuspension, Bohrkernentnahmestellen und deren Kennzeichnung.

Normen und Richtlinien

| | |
|-----------------|---|
| DIN 488-1 | Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen |
| DIN 1045 | Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung |
| DIN 1045-2 | Deutsche Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| DIN 4030-2 | Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben |
| DIN 4226-3 | Zuschlag für Beton – Teil 3: Prüfung von Zuschlag mit dichtem oder porigem Gefüge |
| DIN 16 945 | Reaktionsharze, Reaktionsmittel und Reaktionsharzmassen; Prüfverfahren |
| DIN 18 555-2 | Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 2: Frischmörtel mit dichten Zuschlägen, Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehaltes |
| DIN 18 555-3 | Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 3: Festmörtel, Bestimmung der Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Rohdichte |
| DIN 50 014 | Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate |
| DIN 50 018 | Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre |
| DIN 50 021 | Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchloridlösungen |
| DIN 51 451 | Prüfung von Mineralölerzeugnissen und verwandten Produkten; Infrarotspektrometrische Analyse, Allgemeine Arbeitsgrundlagen |
| DIN 51 757 | Prüfung von Mineralölen und verwandten Stoffen; Bestimmung der Dichte |
| DIN 52 098 | Prüfung von Gesteinskörnung; Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebanalyse |
| DIN 52 170-1 | Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton – Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Probenahme, Trockenrohddichte |
| DIN 52 450 | Prüfung anorganischer nichtmetallischer Baustoffe; Bestimmung des Schwindens und Quellens an kleinen Probekörpern |
| DIN 52 615 | Wärmeschutztechnische Prüfungen, Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen |
| DIN 52 617 | Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen |
| DIN 53 018-1 | Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Grundlagen |
| DIN 53 018-2 | Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern, Fehlerquellen und Korrekturen bei Zylinder-Rotationsviskosimetern |
| E DIN 53 122-1 | Prüfung von Kunststoff-Folien, Elastomerfolien, Papier, Pappe und anderen Flächengebilden - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Teil 1: Gravimetrisches Verfahren |
| DIN 53 209 | Bezeichnung des Blasengrades von Anstrichen |
| DIN 53 217-2 | Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe – Teil 2: Bestimmung der Dichte; Pyknometer-Verfahren |
| DIN 53 240 | Bestimmung der Hydroxylzahl |
| DIN 53 384 | Prüfung von Kunststoffen; künstliches Bewittern oder Bestrahlen in Geräten. Beanspruchung durch UV-Strahlung |
| DIN 66 165-1 | Partikelgrößenanalyse – Teil 1: Siebanalyse, Grundlagen |
| DIN EN 196-1 | Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit |
| DIN EN 196-2 | Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement |
| DIN EN 196-6 | Prüfverfahren für Zement – Teil 6: Bestimmung der Mahlfineinheit |
| DIN EN 196-21 | Prüfverfahren für Zement – Teil 21: Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement |
| DIN EN 197-1 | Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement |
| DIN EN 206-1 | Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| DIN EN 660-1 | Elastische Bodenbeläge – Ermittlung des Verschleißverhaltens – Teil 1: Stuttgarter Prüfung |
| E DIN EN 1062-6 | Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 6: Bestimmung und Kohlenstoffdioxid-Durchlässigkeit |

| | | |
|---|---------------------|--|
| E | DIN EN 1062-7 | Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 7 |
| E | DIN EN 1062-11 | Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 11 Verfahren zur Konditionierung vor der Prüfung |
| | DIN EN 1240 | Klebstoffe – Bestimmung der Hydroxylzahl und/oder des Hydroxylgehaltes |
| | DIN EN 1542 | Messung der Haftfestigkeit im Abreiversuch |
| | DIN EN 1766 | Referenzbetone für Prüfungen |
| | DIN EN 1770 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten |
| | DIN EN 1767 | Produkte und Systeme für den Schutz und Instandsetzungsmaßnahmen von Betontragwerken; Prüfverfahren; Infrarotanalyse |
| | DIN EN 1877-1 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen – Teil 1: Bestimmung des Epoxid-Äquivalents |
| | DIN EN 1877-2 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen – Teil 2: Bestimmung der Aminzahl anhand des Totalbasizitätsgrades |
| | DIN EN 1963 | Textile Bodenbeläge – Prüfungen mit dem Tretradgerät System Lisson |
| | DIN EN 10 027-1 | Bezeichnungssysteme für Stähle |
| | DIN EN 12 190 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Druckfestigkeit von Reparaturmörteln |
| E | DIN EN 12 192-1 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Korngrößenverteilung – Teil 1: Verfahren für die Trockenbestandteile von Fertigmörtel |
| E | DIN EN 13 529 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Widerstand gegen chemischen Angriff |
| E | DIN EN 13 687-1 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 1: Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff |
| E | DIN EN 13 687-2 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) |
| E | DIN EN 13 687-3 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 3: Temperaturschockbeanspruchung ohne Tausalzangriff |
| | DIN EN ISO 2409 | Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung |
| | DIN EN ISO 2431 | Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Auslaufzeit mit Auslaufbechern |
| | DIN EN ISO 2808 | Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke |
| | DIN EN ISO 2815 | Beschichtungsstoffe – Eindringversuch nach Buchholz |
| | DIN EN ISO 3219 | Kunststoffe – Polymere/Harze in flüssigem, emulgiertem oder dispergiertem Zustand – Bestimmung der Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter bei definiertem Geschwindigkeitsgefälle |
| | DIN EN ISO 3251 | Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung des nichtflüchtigen Anteils von Lacken, Anstrichstoffen und Bindemitteln für Lacke und Anstrichstoffe |
| | DIN EN ISO 3882 | Metallische und andere anorganische Schichten – Übersicht von Verfahren der Schichtdickenmessung |
| | DIN EN ISO 6272 | Lacke und Anstrichstoffe – Prüfung durch ein fallendes Gewichtsstück |
| | DIN EN ISO 6988 | Metalle und andere organische Überzüge – Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation |
| | DIN EN ISO 9514 | Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Topfzeit von flüssigen Systemen – Vorbereitung und Konditionierung von Proben und Richtlinien für die Prüfung |
| | DIN EN ISO 7783-1 | Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte – Teil 1: Schalenverfahren für freie Filme (ISO 7783-1:1996, einschließlich Technische Korrektur 1:1998) |
| | DIN EN ISO 7783-2 | Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 2: Bestimmung und Einteilung der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte (Permeabilität) |
| | DIN EN ISO 11 358 | Thermogravimetrische Analyse (TGA) |
| | DIN EN ISO 12 944-4 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teil 4: Ar- |

| | |
|----------------|--|
| | ten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung |
| DIN ISO 1407 | Kautschuk und Elastomere - Bestimmung der mit Lösemitteln extrahierbaren Bestandteile |
| DIN ISO 3310-1 | Analysensiebe; Anforderungen und Prüfungen; Analysensiebe aus Metall-drahtgewebe |
| ISO 2431 | Technical Corrigendum 2 |
| ISO 2811-1 | Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte - Teil 1: Pyknometerverfahren |
| ISO 2811-2 | Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte - Teil 2: Tauchkörperverfahren |
| ASTM D 3418-99 | Standard Test Methods for Transition Temperatures of Polymers by Differential Scanning Colorimetry |
| ASTM E 1356-98 | Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Colorimetry or Differential Thermal Analysis |

Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsrichtlinien), DIBt, Mitteilung 5/2000

International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM); Recommendations for the Use of Resonant-Frequency Method in Testing Concrete Specimens - RILEM Recommendation NDT-2, Jan. 1984

RILEM/CEB/FIP-Recommendation RC 6 - 1978 „Bond test reinforcing steel - 2. Pull-out test“

DAfStb-Heft 401: Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton; Arbeitskreis „Prüfverfahren Chlorideindringtiefe“; Deutscher Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb); Berlin 1989.

DAfStb-Heft 422: Prüfung von Beton - Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048; Deutscher Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb); Berlin 1991

Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: Merkblatt über Straßengriffigkeit und Verkehrssicherheit bei Nässe, 2. Ausgabe 1968

Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen mit dem Pendelgerät und dem Ausflußmesser. Ausgabe 1972

Engelfried, R.: Carbonisation von Beton, ihre Bedeutung und ihre Beeinflussung durch Beschichtungen. In: defazet 31 (1977), Nr. 9, S. 353-359

Kaufmann, N.: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971) Nr. 3., S. 131 ff

Tabellenanhang

- Tabelle 1: Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 2: Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 3: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch
- Tabelle 4: Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems
- Tabelle 5: Prüfungen am Verbundkörper
- Tabelle 6: Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch
- Tabelle 7: Prüfungen am Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)
- Tabelle 8: Auftragsdicke für Platten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.2
- Tabelle 9: Prüfungen am Frischmörtel und am Festmörtel (gespritzte Proben)
- Tabelle 10: Prüfungen an Verbundkörpern
- Tabelle 11: Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie am Frischmörtel bzw. am Gemisch
- Tabelle 12: Umfang der Prüfungen am Festmörtel
- Tabelle 13: Umfang der Prüfungen an Verbundkörpern (außer Korrosionsschutz-Probekörper)
- Tabelle 14: Übersicht über die Anzahl und Lagerung von Probekörpern
- Tabelle 15: Prüfbedingungen für unterschiedliche Rißüberbrückungsklassen
- Tabelle 16: Prüflüssigkeiten
- Tabelle 17: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Epoxidharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.5)
- Tabelle 18: Zeitlicher Ablauf der Prüfung am Verbundsystem Epoxidharz im Riß
- Tabelle 19: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Polyethanharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 23)
- Tabelle 20: Änderung der Massen bei Wasserlagerung
- Tabelle 21: Anzahl, Lagerungsart und -dauer der Probekörper für die Prüfungen gemäß Abschnitt 6.3.10
- Tabelle 22: Prüfmethode 1 – Feuchtebedingungen zur Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit
- Tabelle 23: Anzahl der Proben für die Prüfungen an Zementleim/Zementsuspension (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.7)
- Tabelle 24: Durchführung der Prüfungen; Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen

Tabelle 1: Prüfungen an den Ausgangsstoffen der zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

| Teil 2, Tab. 4.3, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Abschnitte | Prüf-tem- peratur [°C] | Anzahl der Prüfungen | |
|--|---|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | | Trocken- komponente [-] | Kunststoff- komponente [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Kornzusammensetzung | 2.2.2/3.2.2/ 4.2.4.2/5.1.9 | 23 ± 2 | 2 ¹ | - |
| 2 | Festkörpergehalt bzw. Trockenrückstand | 2.2.3/3.2.3/ 5.1.1 | 23 ± 2 | - | 2 ² |
| 3 | Thermogravimetrische Analyse | 2.2.4/3.2.4/ 5.1.5/6.5.13 | RT bis 600 | - | 1 |
| | | | RT bis 900 | 1 | - |
| 4 | Infrarot-Spektrum | 2.2.5/3.2.5 | RT | - | 1 |

¹ je Gebinde² nur flüssig

RT – Raumtemperatur

Tabelle 2: Prüfungen an den epoxidharzgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

| Teil 2, Tab. 4.3, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Abschnitte | Prüf-tem- peratur [°C] | Anzahl der Prüfungen | | |
|--|---|-----------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|
| | | | | Reaktions- harz [-] | Här- ter [-] | Harzge- misch [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | Dichte | 2.3.2/3.3.2 | 23 ± 2 | 2 | 2 | - |
| 6 | Epoxidäquivalent und Aminzahl ² | 2.3.3/3.3.3 | RT | (2) ¹ | (2) ¹ | - |
| 7 | Thermogravimetrische Analyse | 2.3.4/3.3.4 | RT bis 600 | - | 1 ¹ | - |
| | | | RT bis 900 | 1 ¹ | | |
| 8 | Infrarot-Spektrum | 2.3.5/3.3.5 | RT | 1 ¹ | 1 ¹ | - |
| 9 | Ablaufneigung | 2.3.6/3.3.6 | 23 ± 2 | - | - | 1 |
| | | | T _{min, P} ± 1 | - | - | 1 |
| | | | T _{max, P} ± 1 | - | - | 1 |
| 10 | Topfzeit ² | 2.3.7/3.3.7 | 23 ± 1 | - | - | (2) |
| 11 | Härtungsverlauf ² | 2.3.8/3.3.8 | 23 ± 1 | - | - | (1) |

¹ bei gefüllten Komponenten zusätzlich an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen² Alternativprüfungen gemäß Angaben zur AusführungT_{min, P}: minimale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) abzüglich 2 KT_{max, P}: maximale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) zuzüglich 2K

Tabelle 3: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Gemisch

| Teil 2, Tab. 4.3, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Abschnitt | Prüftemperatur [°C] | Anzahl der Prüfungen [-] |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12 | Konsistenz, Rohdichte, Luftgehalt | 2.4.2 | 23 ± 2 | jede Mischung |
| 13 | Konsistenzänderung | 2.4.3 | 5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2 | 1 ¹ |
| 14 | Ablaufneigung | 2.4.4 | 23 ± 2 | 1 |
| 15 | Verarbeitbarkeitsdauer | 2.4.5 | 5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2 | 1 |

¹ mit der maximalen und minimalen Flüssigkeitszugabemenge

Tabelle 4: Prüfungen am Festmörtel bzw. an den erhärteten zementgebundenen Komponenten des Betonersatzsystems

| Teil 2, Tab. 4.3, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Ab- schnitt | Probe- körper | Alter bei Ermitt- lung des Kenn- wertes [d] | Anzahl der Probekörper bei Lagerung | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|-------------------------|--|--|--------------------|-----------|---------------------|
| | | | | | A | B | | Ca(OH) ₂ |
| | | | | | PCC [-] | PCC [-] | FS [-] | PCC [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 16 | Biegezug- und Druckfestigkeit | 2.5.3 | Prisma | 2, 7, 28, 90 | 12 | - | - | - |
| 17 | Biegezug- und Druckfestigkeit | 2.5.4 | Prisma | 1, 2, 7, 90, 28 | - | 12 | - | - |
| | | | | | - | 3 + x ¹ | 3 | - |
| 18 | Quellen | 2.5.5 | Prisma mit Meßzapfen | 1 bis 28 | 3 | - | - | - |
| 19 | Schwinden | 2.5.6 | Prisma mit Meßzapfen | 3 bis 28 | - | 6 | 6 | - |
| 20 | Kriechen | 2.5.7 | Prisma | 28 | - | 3 | - | - |
| 21 | Gesamtgehalt an Halogenen | 2.5.8 | Mörtelprobe | > 1 | - | 1 | - | - |
| 22 | Korrosionsför- dernde Stoffe | 2.5.9 | Mörtel- elektrode | 2 | - | - | - | 3 |
| 23 | Trockenrohdichte | 2.5.10 | Bohrkern | > 7 ³ | - | 6 ² | - | - |
| 24 | Statischer Elastizitätsmodul | 2.5.11 | Prisma | 28 | - | 3 | - | - |
| 25 | Dynamischer Elastizitätsmodul | 2.5.12 | Prisma | 28 | - | 3 | - | - |
| 26 | Karbonatisie- rungstiefe | 2.5.13 | Prisma | 28, 56, 90, 180 d, 1, 2, 5 Jahre | - | 9 | - | - |
| 27 | Beständigkeit in Calciumhydroxid- lösung | 2.5.14 | Prisma | 56 | - | - | - | 3 |
| | | | | 90 | - | - | - | 6 |
| 28 | Kapillare Wasseraufnah- me | 2.5.15 | Scheibe | 28/42 | - | 3 | - | - |
| 29 | Wasserdampf- durchlässigkeit | 2.5.16 | Scheibe | 28 | - | 5 | - | - |

¹ zusätzlich je 3 für die minimale Flüssigkeitszugabemenge sowie jede angesetzte Mischung

² 2 Bohrkerne aus 3 Platten je Richtung

³ bei Massekonstanz

Tabelle 5: Prüfungen am Verbundkörper

| Teil 2, Tab. 4.3, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Ab- schnitt | Grund- körper | Alter bei Er- mittlung des Kennwertes [d] | Anzahl der Probekörper bei Lagerung | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|-------------------|--|--|----------------|------------|----------------|
| | | | | | A [-] | B [-] | FTB [-] | TWB [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 30 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung A | 2.7.3 | Platte | 90 | 3 | - | - | - |
| 31 | Oberflächenzugfestigkeit nach Lagerung B | 2.7.4 | Platte | 7 | - | 3 ¹ | - | - |
| 32 | Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tau-Beanspruchung | 2.7.5 | Platte | 28 | | 3 | | |
| 33 | Oberflächenzugfestigkeit nach Frost-Tausalz-Bean- spruchung | 2.7.6 | Platte | > 37 | - | - | 3 | - |
| 34 | Oberflächenzugfestigkeit nach Temperaturwech- selbeanspruchung | 2.7.7 | Platte | > 31 | - | - | - | 3 ⁴ |
| 35 | Oberflächenzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung | 2.7.8 | Balken | > 29 | | 1 ² | - | - |
| 36 | Behindertes Schwinden | 2.7.9 | Schwind- rinne | 3 bis 90 | - | 2 ³ | - | - |
| 37 | Widerstandsfähigkeit der Korrosionsschutzbe- schichtung | 2.7.10 | | > 29 ⁵ | - | 1 | - | - |
| 38 | Verhalten bewehrter Verbundkörper | 2.7.11 | Repro- platte | > 28 | - | - | 2 | - |
| 39 | Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl | 2.7.12 | | 28 | - | 6 oder 9 | | - |

¹ WPK und FÜ: 2 Probekörper² nur für PCC II³ ohne Feuchthalten in den ersten 24 h⁴ bei Feinspachtel mit und ohne PCC⁵ Angaben zur Ausführung

FTB Frost-Tausalz-Beanspruchung

TWB Temperaturwechselbeanspruchung

Tabelle 6: Prüfungen am Frischmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen) bzw. am Gemisch

| Teil 2, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Abschnitt | Prüftempera- tur [°C] | Flüssigkeits- zugabemenge [-] | Anzahl der Prüfungen [-] |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 12 | Konsistenz, Rohdichte, Luftgehalt | 3.4.1.2 | 23 ± 2 | min | eine Mischung |
| | | | | max | übrige Mischungen |
| 13 | Ablaufneigung | 3.4.1.3 | 23 ± 2 | max | 1 |
| 14 | Verarbeitbarkeitsdauer | 3.4.1.4 | 5 ± 2 23 ± 2 30 ± 2 | max | 1 |

Tabelle 7: Prüfungen am Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellte Mischungen)

| Teil 2, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Abschnitt | Probe-körper | Alter bei Ermitt- lung des Kennwertes [d] | Anzahl der Probekör- per bei Lagerung | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|---|--|----------------------------|
| | | | | | B [-] | Ca(OH) ₂ [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 15 | Festigkeit Lagerung B nach | 3.4.2.3 | Prisma | 28 | 3 | - |
| 16 | Schwinden | 3.4.2.4 | Prisma mit Meßzapfen | 1 bis 28 | 6 | - |
| 17 | Gesamtgehalt an Halogenen | 3.4.2.5 | Mörtelprobe | > 1 | 1 | - |
| 18 | Korrosionsfördernde Stoffe | 3.4.2.6 | Mörtelelektrode | 2 | - | 3 |

Tabelle 8: Auftragsdicke für die Platten-Grundkörper nach Abschnitt 3.5.2

| | Größtkorndurchmesser des SPCC | Auftragsdicke |
|---|-------------------------------|--------------------|
| | 1 | 2 |
| 1 | 1 mm | 10 mm ¹ |
| 2 | ≤ 4 mm | 20 mm ¹ |
| 3 | > 4 mm | 40 mm ² |

¹ Auf Antrag des Herstellers sind Abweichungen hiervon möglich.² Aus prüftechnischen Gründen ist die Auftragsdicke grundsätzlich auf 40 mm begrenzt.

Tabelle 9: Prüfungen am Frischmörtel bzw. am Festmörtel (gespritzte Proben)

| Teil 2, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Ab- schnitt | Probekör- per | Alter bei Er- mittlung des Kennwertes | Anzahl der Prismen bzw. Scheiben bei Lage und La- gerung | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|----------------------|---|--|----------------|-----------|
| | | | | | über Kopf | | senkrecht |
| | | | | | A | B | B |
| | | | | [d] | [-] | [-] | [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 20 | Festigkeiten nach Lagerung A | 3.6.3.1 | Prisma | 7, 28, 90 | 9 | - | - |
| 21 | Festigkeiten nach Lagerung B | 3.6.3.1 | Prisma | | - | 9 | 9 |
| 22 | Schwinden | 3.6.3.3 | Prisma mit Meßzapfen | 3 bis 28 | - | 6 | 6 |
| 23 | Trockenrohdichte | 3.6.3.4 | Prisma | 28 | - | 6 | 6 |
| 24 | Dynamischer Elastizitätsmodul | 3.6.3.5 | Prisma | 28 | - | 3 ¹ | - |
| 25 | Karbonatisierungstiefe | 2.5.13 | Prisma | 28, 56, 90, 180 d, 1, 2, 5 a | - | 9 | - |
| 26 | Beständigkeit in Calciumhydroxid-lösung | 2.5.14 | Prisma | 56 | - | 3 ² | - |
| | | | | 90 | | 6 ² | |
| 27 | Kapillare Wasseraufnahme | 2.5.15 | Scheibe | 28/42 | - | 3 | - |

¹ kann auch an 28 d Festigkeitsprismen ermittelt werden

² bzw. bei Lagerung in Ca(OH)₂-Lösung

Tabelle 10: Prüfungen an Verbundkörpern (gespritzte Proben)

| Teil 2, Tab. 4.4, Zeile | Art der Prüfung | Teil 4, Ab- schnitt | Grundkör- per | Alter bei Ermitt- lung des Kenn- wertes | Anzahl der Probekörper bei Lage der Mörtelober- fläche und Lagerung | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|--------------------|---|---|----------------|----------------|
| | | | | | horizontal | | senkrecht |
| | | | | | A | B | B |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 28 | Oberflächenzug- festigkeit nach La- gerung A | 3.6.4.2 | Platte | 90 | 3 | - | - |
| 29 | Oberflächenzug- festigkeit nach La- gerung B | 3.6.4.3 | Platte | 7 | - | 3 | 3 |
| 30 | Oberflächenzug- festigkeit an einla- gig gespritzten Pro- ben | 3.6.4.4 | Platte | 7 | - | 3 | - |
| 31 | Oberflächenzugfe- stigkeit nach Frost- Tausalz-Beanspru- chung | 3.6.4.5 | Platte | > 37 | - | 3 ¹ | - |
| 32 | Oberflächenzugfe- stigkeit nach Tem- peraturwechselbe- anspruchung | 3.6.4.6 | Platte | 31 | - | 3 ² | - |
| 33 | Oberflächenzugfe- stigkeit nach Schwingbeanspru- chung | 3.6.4.7 | Schwing- platte | 28 | - | 1 | - |
| 34 | Behindertes Schwinden | 3.6.4.8 | Schwind- rinne | 3 bis 90 | - | - | 2 ³ |
| 35 | Verhalten bewehrter Ver- bundkörper | 3.6.4.9 | Reproplatte | >28 | - | 2 ¹ | - |
| 36 | Widerstandsfähig- keit der Korrosions- schutzbeschichtung | 3.6.4.10 | - | >29 | - | - | 1 |
| 37 | Feststellung der Spritztauglichkeit des SPCC | 3.6.4.11 | - | > 14 | - | - | 1 |

¹ und Frost-Tausalz-Beanspruchung (FTB)² und Temperaturwechselbeanspruchung³ ohne Feuchthalten in den ersten 24 h

Tabelle 11: Umfang der Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PC, der Korrosionsschutzbeschichtung und der Haftbrücke sowie am Frischmörtel bzw. am Gemisch

| Teil 2, Tab.4.5, Zeile | Art der Prüfung/ Prüfgröße | Teil 4, Abschnitt | Prüftemperatur [°C] | Anzahl der Prüfungen | | | |
|------------------------------|--|----------------------|------------------------|----------------------|----------------|----------|-------------------------|
| | | | | Einzelkomponente | | | Reaktions- harzmasse |
| | | | | A [-] | B [-] | C [-] | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Dichte | 4.2.2.1 | 23 ± 2 | 2 | 2 | – | – |
| 2 | Epoxidäquivalent/ Aminzahl ³ | 4.2.2.2 | RT | 2 ¹ | 2 ¹ | – | – |
| 3 | TGA | 4.2.2.3 | RT bis 600 bzw. 900 | 1 | 1 | 1 | – |
| 4 | IR-Spektrum | 4.2.2.4 | RT | 1 ¹ | 1 ¹ | – | – |
| 5 | Kornzusammen- setzung | 4.2.3.1 | RT | – | – | 4 | – |
| | | 4.2.4.2 | | 4 ² | 4 ² | – | – |
| 6 | Topfzeit ³ | 4.2.4.3 | 23 ± 0,5 | – | – | – | 2 |
| 7 | Härtungsverlauf ³ | 4.3.3 | 23 ± 1,0 | – | – | – | (1) |
| 8 | Ablaufneigung ⁴ | 4.3.4 | 23 ± 2 | – | – | – | 1 |
| | | | T _{min,P} ± 1 | – | – | – | 1 |
| | | | T _{max,P} ± 1 | – | – | – | 1 |
| 9 | Gehalt an nicht- flüchtigen Anteilen | 4.3.5 | 23 ± 2 | – | – | – | 2 |
| | | | 105 ± 2 | – | – | – | 2 |

T_{min,P}/ T_{max,P}: minimale/maximale Verarbeitungstemperatur (Angaben zur Ausführung) –2 K/+2 K
¹ bei gefüllten bzw. zuschlaghaltigen Systemen an den abgetrennten flüssigen Bestandteilen

² Nach Extraktion der Bindemittelkomponente

³ Alternativ nach Angaben zur Ausführung

⁴ nicht erforderlich für PC-Ausgangsstoffe

A: Reaktionsharzkomponente

B: Härtekomponente

C: Zuschlag

RT: Raumtemperatur

Tabelle 12: Umfang der Prüfungen am Festmörtel

| Teil 2 Tab.4.5, Zeile | Art der Prüfung/ Prüfgröße | Teil 4, Abschnitt | Alter z. Z. bzw. bei Beginn der Prüfung [d] | Anzahl der Prismensätze bei Lagerung | | |
|--|-------------------------------|----------------------|---|---|----------------|-----|
| | | | | A | B | C |
| | | | | [-] | [-] | [-] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | Rohdichte | 4.4.3 | 7 | – | 1 ¹ | – |
| 11 | Festigkeiten n. Lagerung A | 4.4.4 | 1, 2, 3, 7 | 4 | – | – |
| 12 | Festigkeiten n. Lagerung B | 4.4.5 | 1, 7 | – | 2 | – |
| 13 | Festigkeiten n. Lagerung C | 4.4.6 | 2 | – | – | 1 |
| 14 | Thermische Dehnung | 4.4.7 | 14 | – | 1 | – |
| 15 | Dynamischer E-Modul | 4.4.8 | 7 | – | 1 | – |
| Summe der erforderlichen Prismensätze (je 3 Prismen) | | | | 4 | 1 | 1 |

¹ Probekörper für 7 d Festigkeiten nach Abschnitt 4.4.4

Tabelle 13: Umfang der Prüfungen auf Verbundkörpern (außer Korrosionsschutz-Probekörper)

| Teil 2, Tab. 4.5, Zeile | Art der Prüfung / Prüfgröße | Teil 4, Ab- schnitt | Grundkör- per | Alter der Beschich- tung z. Z. bzw. bei Beginn der Prü- fung [d] | Anzahl der Probekörper bei Lagerung | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|--|--|----------|----------|-----------|
| | | | | | A | B | B+FTB | B+TW B |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 [-] | 7 [-] | 8 [-] | 9 [-] |
| 16 | Haftzugfestig- keiten | 4.6.3 | Platte | ≤ 3, 7 | 4 | | | |
| 17 | | 4.6.4 | | 1, 7 | - | 4 | - | - |
| 18 | | 4.6.5 | | 7 | - | 2 | - | - |
| 19 | | 4.6.6 | | > 7 | - | - | 2 | - |
| 20 | | 4.6.7 | | > 7 | - | - | - | 2 |
| 21 | Verhalten bei bewehrten Ver- bundkörpern | 4.6.9 | Reprofilie- rungsplatte | > 7 | - | - | 2 | - |

FTB: Frost-Tausalz-Beanspruchung

TWB: Temperaturwechselbeanspruchung (Gewitterregen)

Tabelle 14: Übersicht über die Anzahl und Lagerung der Probekörper

| Art der Prüfung / Prüfgröße | Prüfung nach Abschnitt | Grundkörperart | Vorlagerung bis zur Prüfung bzw. Beanspruchung | Anzahl der Probekörper bei Lagerung bzw. Beanspruchung | | | | | | | |
|---|------------------------|-------------------|--|--|------------------|------------|------|-----|-----|----|----|
| | | | | NK | T _{MIN} | TWB + TWBM | TWBO | TWB | FTB | BW | A |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Abreißfestigkeit, Gitterschnitt | 5.5.3 | Platte | 14 d | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Abreißfestigkeit, Blasen, Risse, Ablösungen | 5.5.4.1 | Platte | 14 d | 2 ¹ | - | 2 | - | - | - | - | - |
| Abreißfestigkeit, Blasen, Risse, Ablösungen | 5.5.4.2 | Platte | 14 d | 2 ¹ | - | - | 2 | - | - | - | - |
| Abreißfestigkeit, Risse | 5.5.5 | Platte | 28 d | - | - | - | - | 3 | - | - | - |
| Masseverlust | 5.5.6 | Würfel | 14 d | - | - | - | - | - | 4+4 | - | - |
| Blasen, Risse, Ablösungen | 5.5.7 | Faserzementplatte | 14 d | - | - | - | - | - | - | 2 | - |
| Dynamische Reißüberbrückung (OS 5, OS 9) | 5.5.8.1 | Prisma | 14 d | - | - | - | - | - | - | 4 | - |
| Dynamische Reißüberbrückung (OS 11) | 5.5.8.1 | Prisma | 14 d | - | - | - | - | - | - | - | 4 |
| Statische Reißüberbrückung | 5.5.8.2 | Stahlbetonplatte | 14 d | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Alkalibeständigkeit | 5.5.9 | Mörtelscheibe | 34 d | 10 | - | - | - | - | - | - | - |
| Griffigkeit und Verschleißfestigkeit | 5.5.10 | Faserzementplatte | 14 d | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Abreißfestigkeit bei rückseitiger Feuchteeinwirkung | 5.5.15 | Platte | 7 d / - | 3 | 3 ² | - | - | - | - | - | - |
| Chemikalienbeständigkeit | 5.5.16 | Platte | 14 d | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Schlagfestigkeit | 5.5.17 | Platte | 14 d | - | - | - | - | - | - | - | 2 |

¹ beschichtet bei 8 °C, nach 2 Tagen weitere Lagerung im NK

² beschichtet und gelagert bei 8 °C

Legende

NK Normalklima DIN 50 014-23/50-2

T_{MIN} 8 °C

TWB Temperaturwechselbeanspruchung in Form einer Gewitterregensimulation

TWBM Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluß

TWBO Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluß

FTB Frost-Tausalzbeanspruchung gemäß DAfStb-Heft 422

BW künstliche Bewitterung gemäß DIN 53 384

A künstliche Alterung über 7 d bei 70 °C

Tabelle 15: Prüfbedingungen für unterschiedliche Rißüberbrückungsklassen

| | Rißüberbrückungsklasse | | Rißart | Prüfbedingungen |
|---|------------------------|----------------------|---|---|
| | 1 | 2 | | |
| 1 | I _T | gering | vorhandene und nachträglich entstehende oberflächennahe Risse, Rißbreite max. 0,15 mm, Bewegung unter Temperaturbeanspruchung bis 0,05 mm | T _p = -20 °C W _{T,O} = 0,15 mm W _{T,U} = 0,1 mm R _w = 1000 ΔW _T = 0,05 mm f = 0,03 Hz |
| 2 | II _T | erhöht | vorhandene und nachträglich entstehende oberflächennahe Risse und / oder Trennrisse Rißbreite max. 0,3 mm, Bewegung unter Temperaturbeanspruchung bis 0,2 mm | T _p = -20 °C W _{T,O} = 0,3 mm W _{T,U} = 0,1 mm R _w = 1000 ΔW _T = 0,2 mm f = 0,03 Hz |
| 3 | II _{T+V} | | ditto unter Temperatur- und Lastbeanspruchung aus Verkehr | und ΔW _V = ± 0,05 mm Sinus R _w = 100 000 f = 5 Hz |
| 4 | A2 | statisch (EN 1062-7) | vorhandene und nachträglich entstehende Risse, Rißbreite max. 0,1 mm | T _p = -10 °C W _{T,O} = 0,10 mm Rö = 0,05 mm/min |

| | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| T | Temperaturbeanspruchung | T _p | Prüftemperatur | |
| V | Lastbeanspruchung aus Verkehr | R _w | Rißwechsel | |
| f | Frequenz | W _{T,O} | größte | Rißbreite |
| Rö | Rißöffnungsrate | W _{T,U} | kleinste | Rißbreite |
| ΔW _V | verkehrsbedingte Rißbreitenänderung | ΔW _T | temperaturbedingte | Rißbreitenänderung |
| | | W _{max} | maximale Rißbreite | |

Tabelle 16: Prüfflüssigkeiten

| BPG ¹ Nr. | Gruppe | Prüfflüssigkeiten |
|----------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 3 | – Heizöl EL (nach DIN 51 601-3) – Dieselkraftstoff (nach DIN EN 590) – ungebrauchte Verbrennungsmotorenöle – ungebrauchte Krafffahrzeug-Getriebeöle – Gemische aus gesättigten und aromatischen Kohlenwasserstoffen mit einem Aromatengehalt von ≤ 20 Gew.-% und einem Flammpunkt > 55 °C | Prüfgemisch A 20/NP II der Haltermann AG Ferdinandstraße 55 20095 Hamburg |
| 10 | Mineralsäuren bis 20 % sowie sauer hydrolysierend, anorganische Salze in wäßriger Lösung (pH < 6), außer Flußsäure und oxidierend wirkenden Säuren und deren Salze | Schwefelsäure (20 %) |
| 11 | Anorganische Laugen sowie alkalisch hydrolysierende, anorganische Salze in wäßriger Lösung (pH > 8) -, ausgenommen Ammoniaklösungen und oxidierend wirkende Lösungen von Salzen (z. B. Hypochlorit) | Natronlauge (20 %) |

Bau- und Prüfgrundsätze

² Die Prüfungen sind mit allen Prüfflüssigkeiten durchzuführen. Bei Prüfung mit nur einer Prüfflüssigkeit gilt die Eignung nur für diese Medium als erbracht.

Tabelle 17: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Epoxidharz (Anforderungen in Teil 2, Tabelle 6.5)

| | Art der Prüfung und Prüfgröße | Prüfung nach Abschnitt | Prüf-temperatur [° C] | Anzahl der Proben | | | |
|----|--|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------|
| | | | | Einzelkomponenten Epoxidharz [-] | Härter [-] | Epoxidharz gemischt [-] | ausreagiert [-] |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Dichte | 6.1.2 | 23 | 2 | 2 | – | – |
| 2 | Epoxidäquivalent | 6.1.3 | – | 2 | – | – | – |
| 3 | Aminzahl | 6.1.4 | – | – | 2 | – | – |
| 4 | IR-Spektrum | 6.1.5 | – | 1 | 1 | – | – |
| 5 | dynamische Viskosität und Viskositätsanstieg | 6.1.6 | 8 | – | – | 3 | – |
| | | | 15 | | | 3 | |
| | | | 23 | | | 3 | |
| 6 | Gebindeverarbeitbarkeitsdauer | 6.1.7 | 8 | – | – | 3 | – |
| | | | 15 | | | 3 | |
| | | | 23 | | | 3 | |
| 7 | Entwicklung der Zugfestigkeit | 6.1.8 | 8 | – | – | mind. 6 | – |
| | | | 15 | | | | |
| | | | 23 | | | | |
| 8 | Relaxationstemperatur 2 d | 6.1.9 | 10 bis 200 | – | – | – | 3 |
| 9 | Flüchtige Bestandteile und Wassergehalt | 6.1.10 | 23 | – | – | 3 ² | 3 |
| | | | 105 | – | – | – | 3 ² |
| 10 | Einwaage | 6.1.11 | RT ¹ | n | n | – | – |
| 11 | Mischgenauigkeit | 6.1.12 | 8 | 3 | 3 | 3 | – |
| | | | 15 | 3 | 3 | 3 | – |
| | | | 23 | 3 | 3 | 3 | – |

¹ RT: Raumtemperatur

² identische Proben

Tabelle 18 gestrichen

Tabelle 19: Anzahl der Proben für die Prüfungen am Polyurethanharz (Anforderungen nach Teil 2, Tabelle 6.6)

| | Art der Prüfung / Prüfgröße | Prüfung nach Abschnitt | Prüf-temperatur °C | Anzahl der Proben | | | | |
|----|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|----------|---|
| | | | | Einzelkomponenten PUR und SPUR | | Polyurethanharz PUR | | |
| | | | | polyolhaltig Komp. A | isocyanathaltige Komp. B | gemischt | erhärtet | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 1 | Dichte | 6.3.2 | 23 | 2 | 2 | - | - | |
| 2 | Infrarotspektrum | 6.3.3 | - | 1 | 1 | - | - | |
| 3 | Isocyanatgehalt | 6.3.4 | - | - | 2 | - | - | |
| 4 | Funktionale Gruppen | 6.3.5 | - | 2 | 2 | - | - | |
| 5 | Thermogravimetrie | 6.3.6 6.3.7 6.3.8 | - | 1 | 1 | - | - | |
| 6 | Viskosität und Viskositätsanstieg | 6.3.9 | n. A. ¹ / 23 | - | - | 3 | - | |
| | | | 23 | - | - | 3 | - | |
| | | | 15 | - | - | 3 | - | |
| 7 | Einfluß unterschiedlicher Lagerungen | 6.3.10 | 23 | - | - | - | 3 | |
| | | | | Luft | - | - | - | 3 |
| | | | | dest. Wasser | - | - | - | 3 |
| | | | | KOH T-Zyklen | - | - | - | 3 |
| 8 | Änderung der Masse bei Wasserlagerung | 6.3.11 | 23 | - | - | - | 6 | |
| 9 | Glasübergangstemperatur | 6.3.11 | 23 | - | - | - | 2 x 3 | |
| 10 | Flüchtige Bestandteile | 6.3.13 | 23 | - | - | - | 2 x 3 | |
| 11 | Einwaage am Gebinde | 6.3.14 | RT ² | 3 | 3 | - | - | |

¹ niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. gemäß Angaben zur Ausführung)

² RT: Raumtemperatur

³ Anzahl n gemäß Abschnitt 6.3.13

Tabelle 20 gestrichen

Tabelle 21: Anzahl, Lagerungsart und -dauer der Probekörper für die Prüfungen gemäß Abschnitt 6.3.10

| | Lagerungsart | Anzahl der Probekörper als Mischungsbestandteil | |
|---|--|---|-------------|
| | | mit Wasser | ohne Wasser |
| 1 | | 2 | 3 |
| 1 | Luft (23/50) | 3 | 3 |
| 2 | dest. Wasser | 3 | - |
| 3 | 0,1 n. KOH-Lauge | 3 | - |
| 4 | Temperaturwechsel gemäß Bild 22 bei Luftlagerung | 3 | - |

Tabelle 22: Prüfmart 1 – Feuchtebedingungen zur Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit

| | Füllstoff | Rißbreite [mm] | Prüftemperatur [°C] | | | |
|---|-----------|-------------------|------------------------|-------|----|-------|
| | | | 15 | n. A. | 15 | n. A. |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | PUR | 0,30 und 0,50 | W | W | W | W |
| 2 | | | F | F | F | F |
| 3 | | | T | T | T | T |
| 4 | SPUR | 0,50 | - | - | W | W |
| 5 | PUR | | - | - | F | F |

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

n. A. niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. Angaben zur Ausführung)

RT Raumtemperatur

T (trocken) Rißflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)

W (wassergefüllt) Der verdämmte Riß wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.

Tabelle 23: Anzahl der Proben für die Prüfungen an Zementleim/Zementsuspension (Anforderungen laut Teil 2, Tabelle 6.7)

| | Art der Prüfung und Prüfgröße | Prüfung nach Abschnitt | Prüftemperatur °C | Anzahl der Proben | | | | |
|----|--|------------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|---------|----------------|
| | | | | Einzelkomponenten | | | ZLZS | ZL/ZS |
| | | | | Pulver | Flüssigkeit | Zusätze | Gemisch | erhärtet |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | Dichte | 6.5.2 | RT ¹ | 2 | 2 | 2 | - | - |
| 2 | Korngrößenverteilung | 6.5.3 | - | 2 | - | - | - | - |
| 3 | Mahlfeinheit | 6.5.4 | - | 1 | - | - | - | - |
| 4 | Chem. Zusammensetzung | 6.5.5 | - | 1 | 1 ² | 1 ² | - | - |
| 5 | Infrarotspektrum | 6.5.6 | - | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 6 | Rohdichte | 6.5.7 | RT ¹ | - | - | - | 2 | - |
| 7 | Auslaufzeit und Änderung der Auslaufzeit | 6.5.8 | 10/20/30 | - | - | - | 1/1/1 | - |
| 8 | Sedimentationsverhalten | 6.5.9 | RT ¹ | - | - | - | 2 | - |
| 9 | Druckfestigkeit | 6.5.10 | - | - | - | - | - | 3 ³ |
| 10 | Raumänderung | 6.5.11 | - | - | - | - | - | 3 |
| 11 | Elektrochemische Prüfung | 6.5.12 | - | - | - | - | - | 3 |
| 12 | Thermogravimetrische Analyse | 6.5.13 | - | - | - | - | - | 2 |
| 13 | Einwaage am Gebinde | 6.5.14 | RT ¹ | 4 | 4 | 4 | - | - |

¹ RT: Raumtemperatur

² nur Chloridgehalt und gegebenenfalls Sulfatgehalt

³ je 1 Prismensatz nach 2 d, 7 d und 28 d

⁴ Anzahl n gemäß Abschnitt 6.5.13

Tabelle 24: Durchführung der Prüfungen; Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen

| | Prüfart | Anzahl der – Probekörper (Prüfart 1) – Risse (Prüfart 2) Zustand der Risse, Rißufer, -flanken | | Injektion bei Pro- bekörper-/Umge- bungstemperatur | Lagerung | | Prüfalter [d] |
|---|---------|---|---|--|----------|--|------------------|
| | | T | F | | W | [°C] | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 1 | 3 | 3 | - | RT | RT | 2 |
| 3 | 1 | - | 3 | - | 5 ± 1 | 10 ± 2 | 2 |
| 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | RT | RT | 7 |
| 5 | 1 | - | 3 | - | 5 ± 1 | 10 ± 2 | 7 |
| 6 | 1 | - | - | 3 | RT | RT | 28 |
| 7 | 1 | - | - | 3 | RT | RT (7 d), anschließend 40 ± 1 (21 d) | 28 |
| 8 | 2 | ≥ 2 | - | ≥ 3 | RT | RT | 7 |

- F (feucht) Der verdämmte Riß wird 1h vor der Injektion einmal mit Wasser gefüllt, nach 10 min mit Druckluft ausgeblasen und - anschließend injiziert.
- T (trocken) Rißflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)
- W (wassergefüllt) Der verdämmte Riß wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.
- n. A. niedrigste Anwendungstemperatur (6 °C bzw. Angaben zur Ausführung)
- RT Raumtemperatur

Bildanhang

- Bild 1: Balken-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.8
Bild 2: Schwind-/Schrumpfrinne für - Prüfungen nach Abschnitten 2.7.9, 3.6.4.8 und 4.4.9
Bild 3: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für - Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11, 3.6.4.9 und 4.6.9 (Größtkorn ≤ 4 mm)
Bild 4: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für - Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11 und 3.6.4.9 (Größtkorn > 4 mm)
Bild 5: Probekörper für die (Korrosionsschutz-)Prüfung nach Abschnitten 2.7.10 und 4.6.8
Bild 6: Lage und Kennzeichnung der Entnahmestellen der Bohrkerne-Bild 7 -:Platten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.7
Bild 8: Kasten für die Prüfungen nach Abschnitten 3.6.4.10 und 3.6.4.11
Bild 9: Spritzpfanne aus Stahlblech
Bild 10: Bewehrung der Prüfplatte
Bild 11: Prüfplatte für die Prüfung von Beschichtungsstoffen und -systemen (Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag)
Bild 12: Solltemperatur an den Meßstellen und zugehöriger Toleranzbereich sowie Befüllungszustand der Prüfruhe im Verlauf eines Zyklus
Bild 13: Belastungsanordnung
Bild 14: Lagerung der Probekörper
Bild 15: Ablaufdiagramm für die Prüfung der Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung
Bild 16: Rißbreitenfunktion bei den Rißüberbrückungsklassen I_T , II_T
Bild 17: Rißbreitenfunktion bei den Rißüberbrückungsklassen II_{T+v}
Bild 18: Einrichtung zur Ermittlung der Festigkeitsentwicklung
Bild 19: Probekörper für die Grundprüfung
Bild 20: Anordnung von Bohrpäckern
Bild 21: Schalungsform zur Herstellung der Probekörper
Bild 22: Temperaturzyklus für Lagerungsart gemäß Tabelle 19, Zeile 5
Bild 23: Weg-Zeit-Diagramm für die Druckprüfung
Bild 24: Erläuterung der Auswertung
Bild 25: Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnfähigkeit
Bild 26: Prüfvorgang
Bild 27: Marsh-Trichter
Bild 28: Kleinprobekörper, Prüffart 1
Bild 29: Einkornbetonzylinder - Prüffart 3
Bild 20: Anordnung von Bohrpäckern

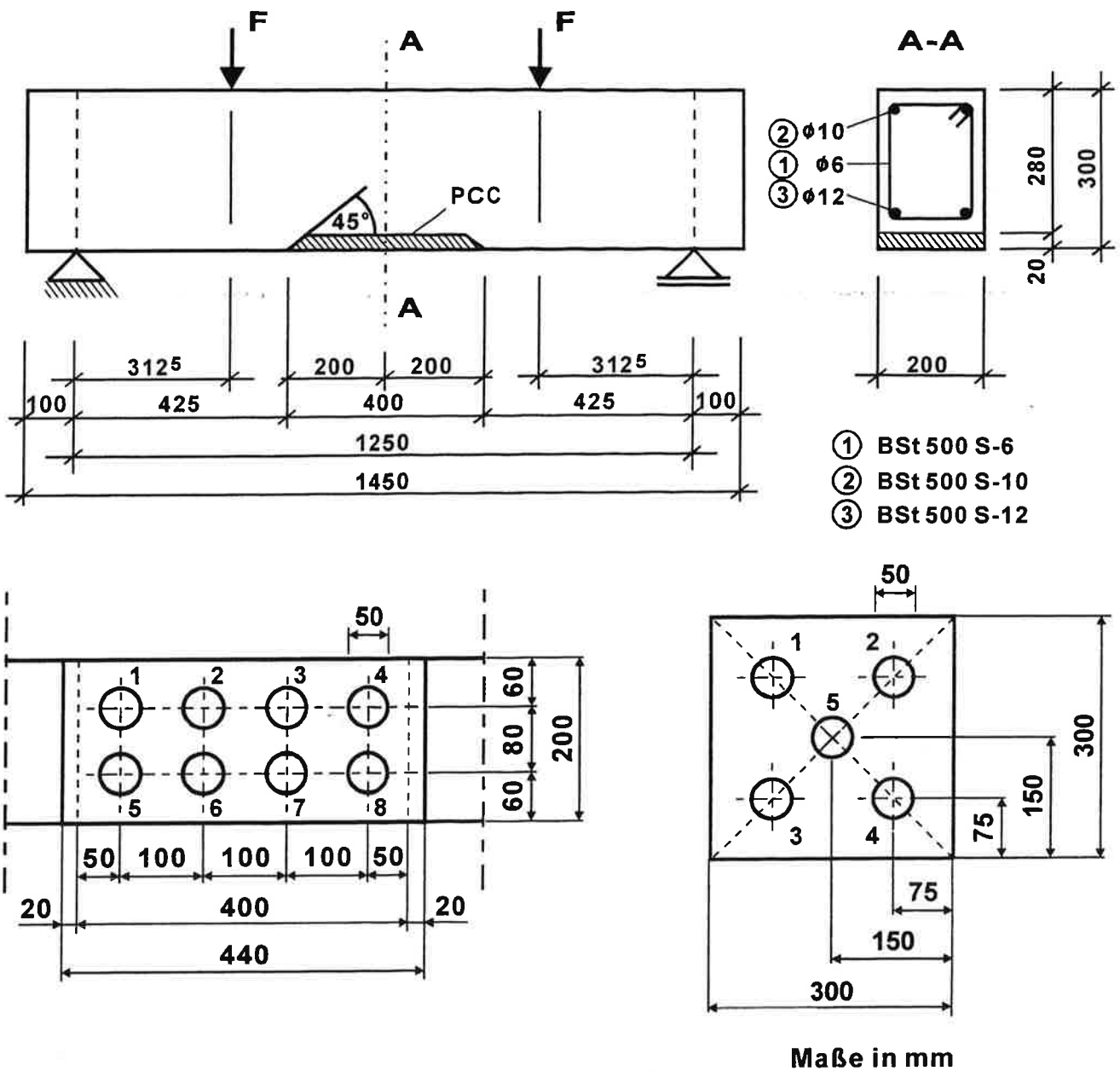
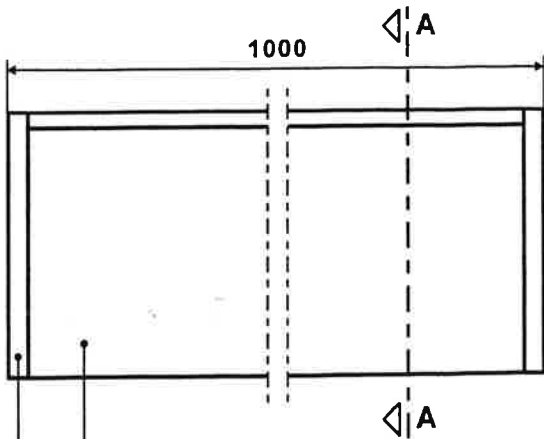
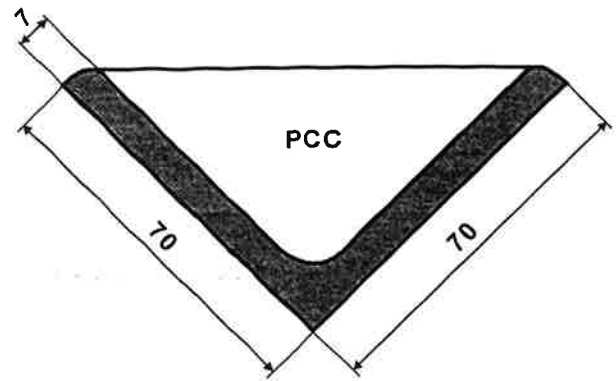


Bild 1: Balken-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 2.7.8
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

Ansicht Längsseite



Schnitt A-A

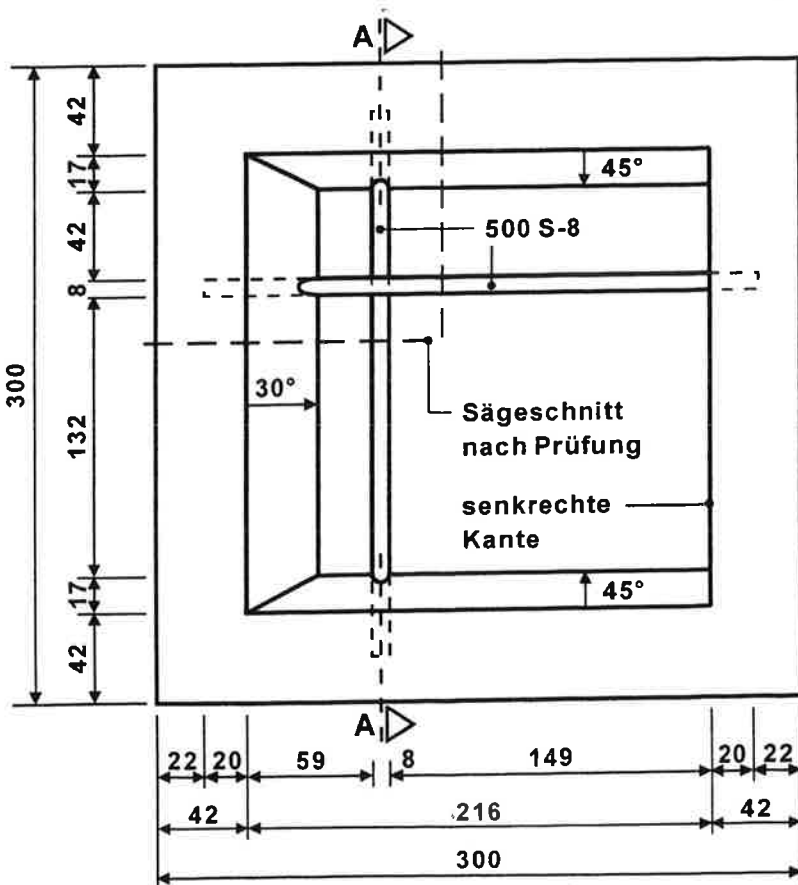


L 70x7 nach DIN 1028 Stahl S235JRG nach EN 10 027-1

Stirnplatte

Bild 2: Schwind-/Schrumpfrinne für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.9, 3.6.4.8 und 4.4.9
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

Aufsicht



Schnitt A-A

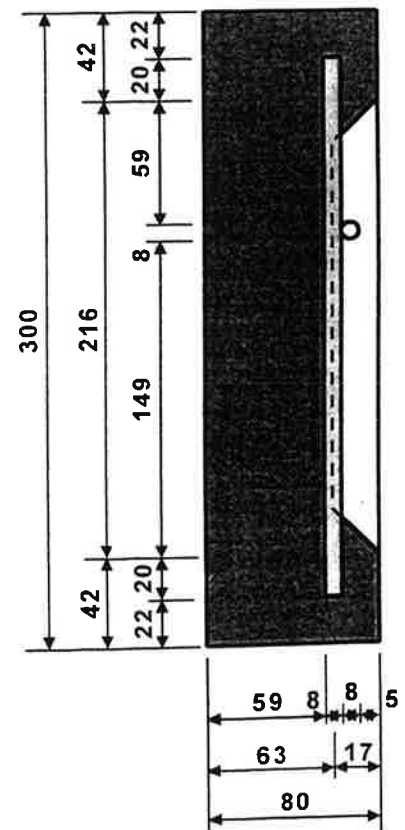


Bild 3: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11, 3.6.4.9 und 4.6.9
(Größtkorn ≤ 4 mm)
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

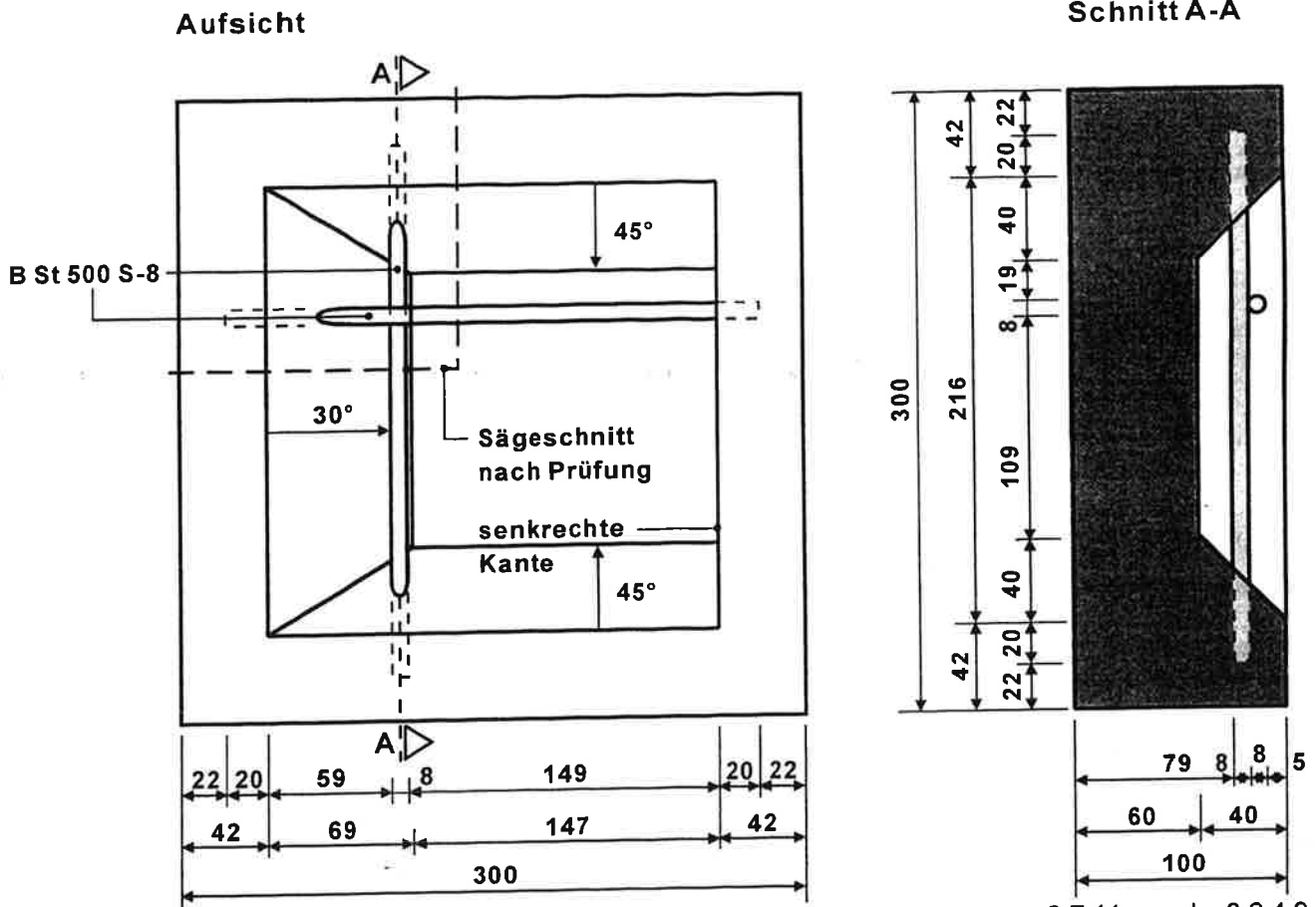


Bild 4: Reprofilierungsplatten-Grundkörper für Prüfungen nach Abschnitten 2.7.11 und 3.6.4.9 (Größtkorn > 4 mm) Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

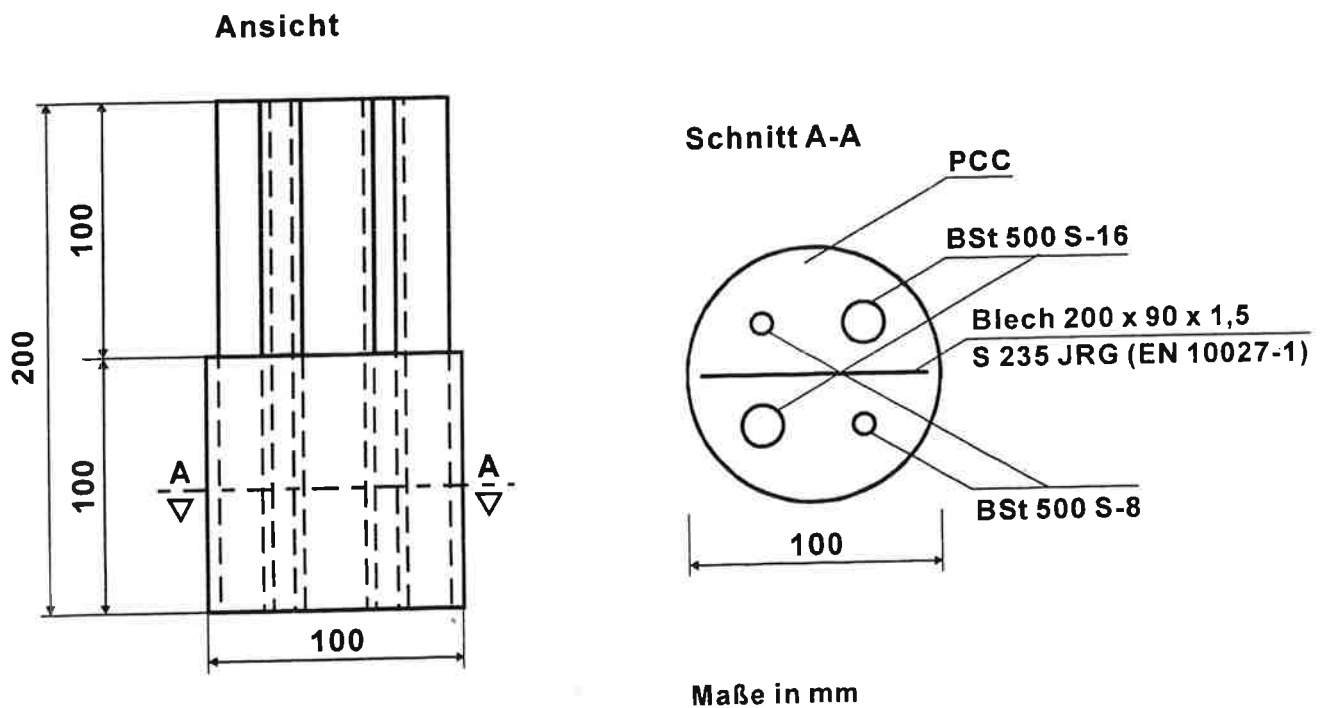


Bild 5: Probekörper für (Korrosionsschutz-)Prüfungen nach Abschnitten 2.7.10 und 4.6.8 Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

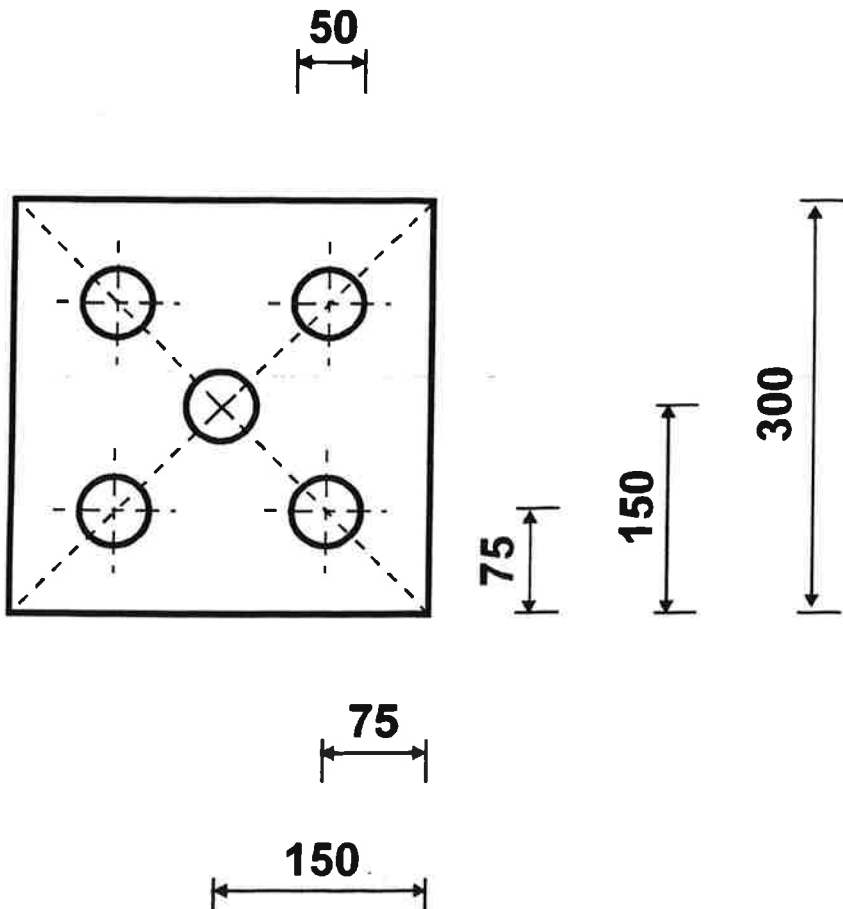
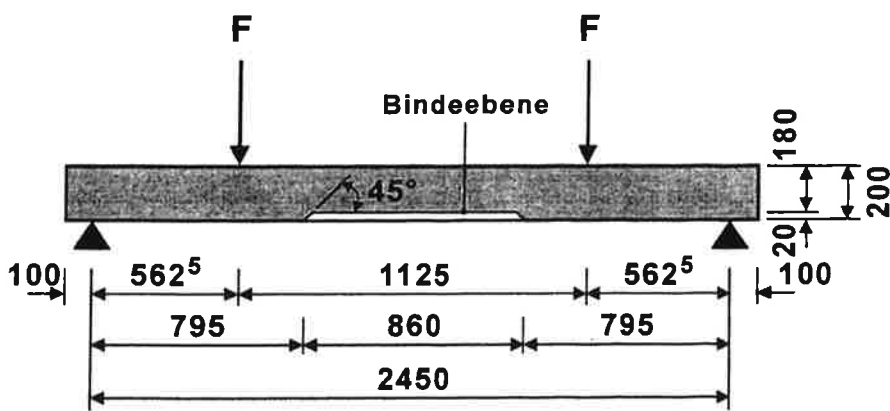


Bild 6: Lage und Kennzeichnung der Entnahmestellen der Bohrkerne
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]



Bügelabstand 150 mm

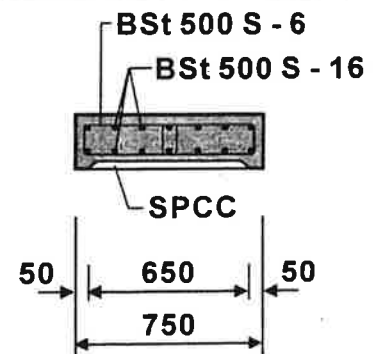


Bild 7: Platten-Grundkörper für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.7;
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

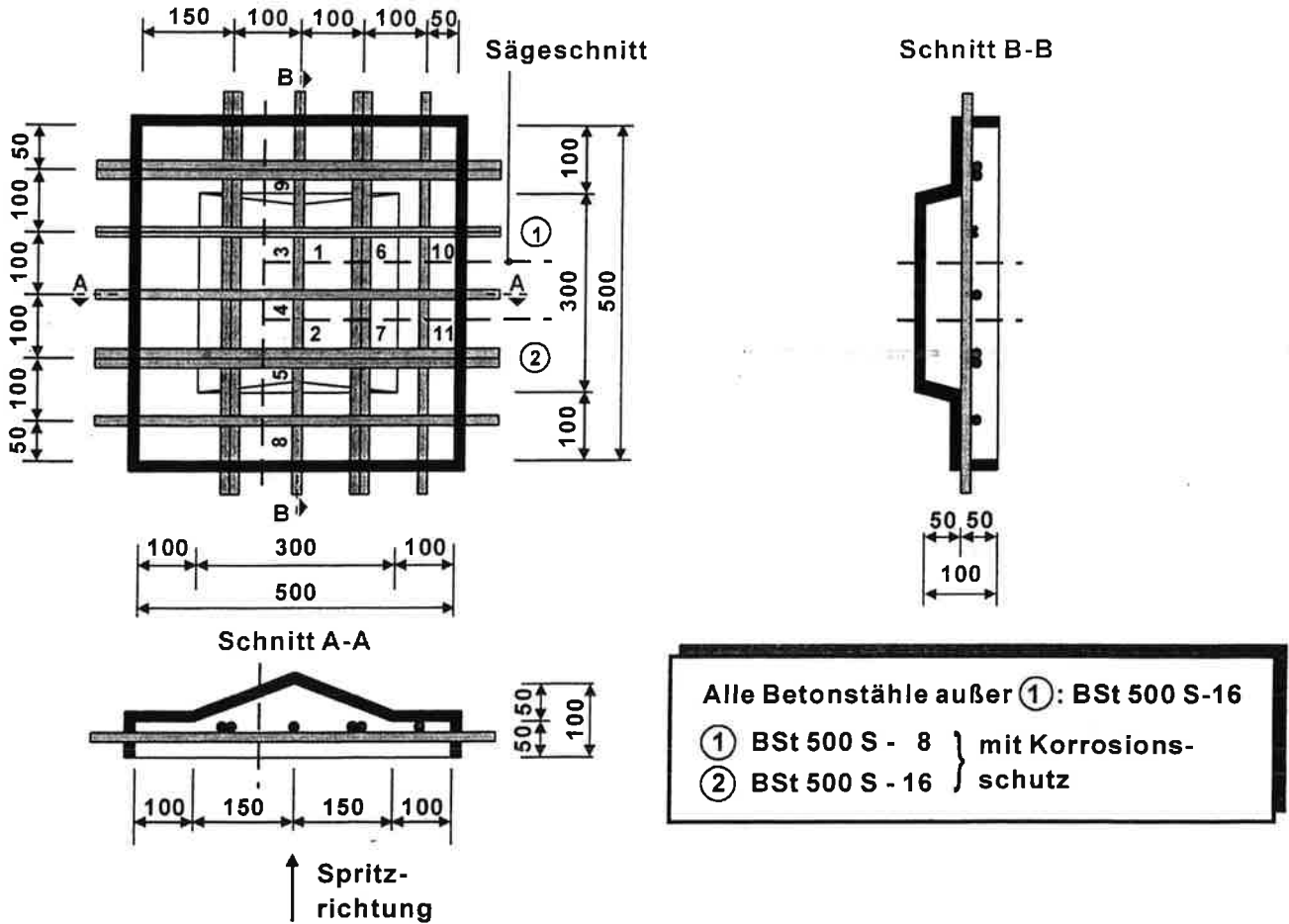


Bild 8: Kasten für die Prüfung nach Abschnitt 3.6.4.10 und 3.4.11; Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

Schnitt A-A

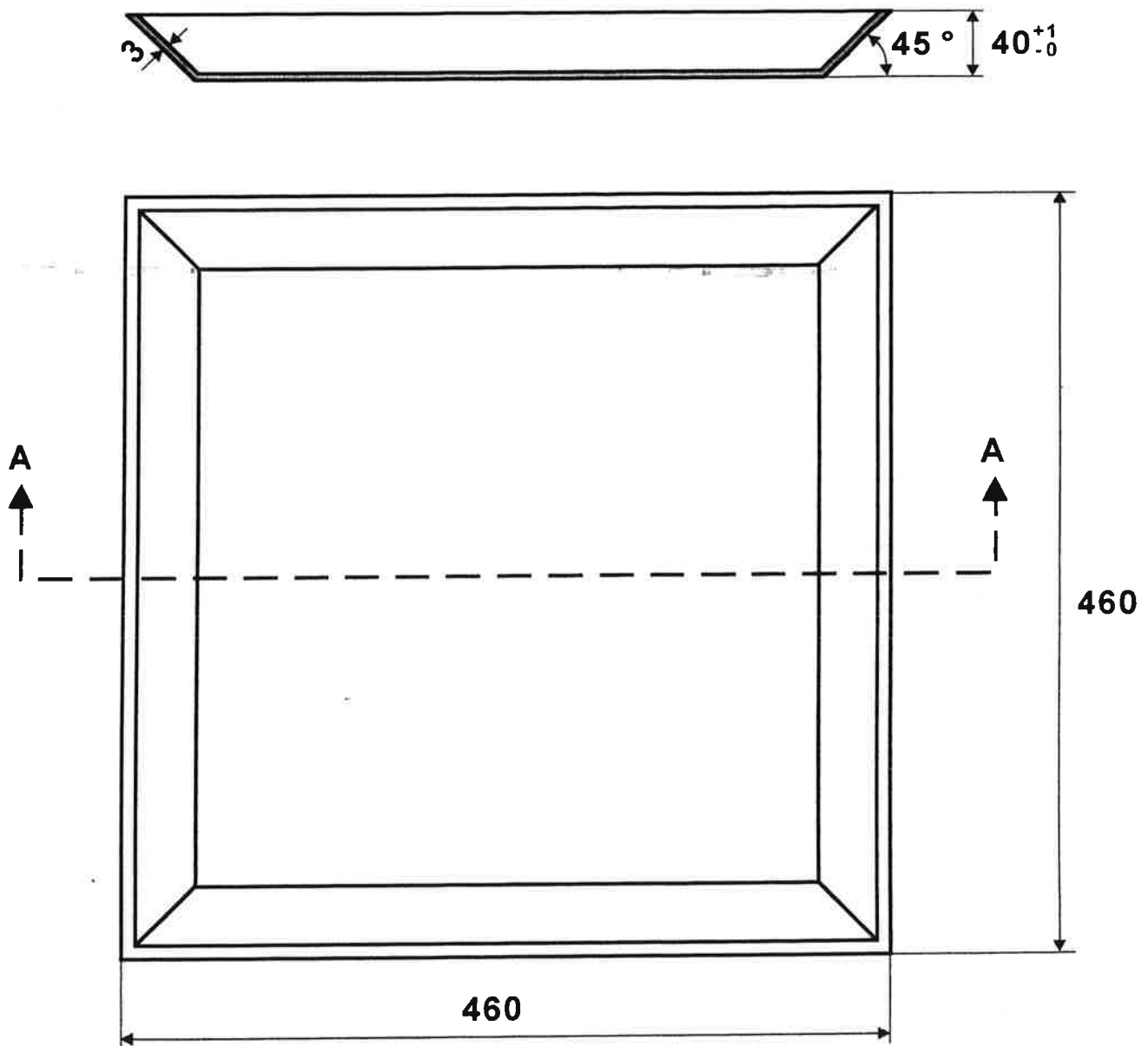


Bild 9: Spritzpfanne aus Stahlblech;
Maße ohne Toleranzangaben nach DIN 7168 in [mm]

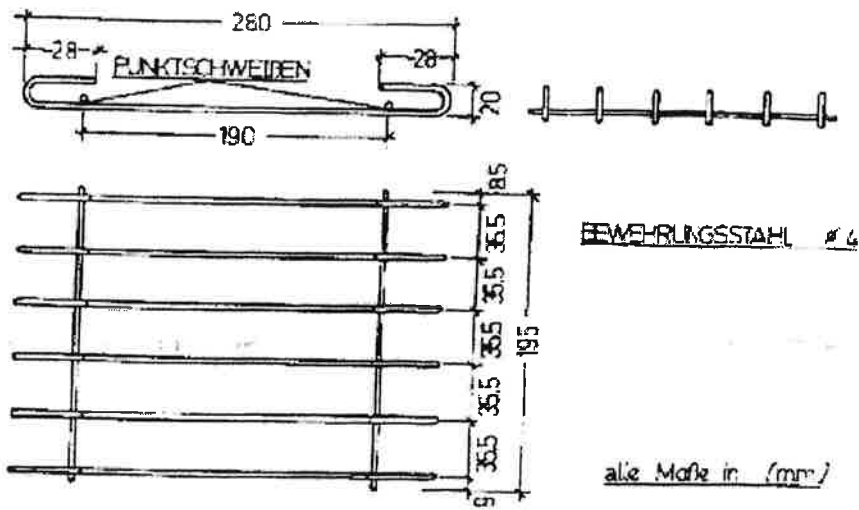


Bild 10: Bewehrung der Prüfplatte

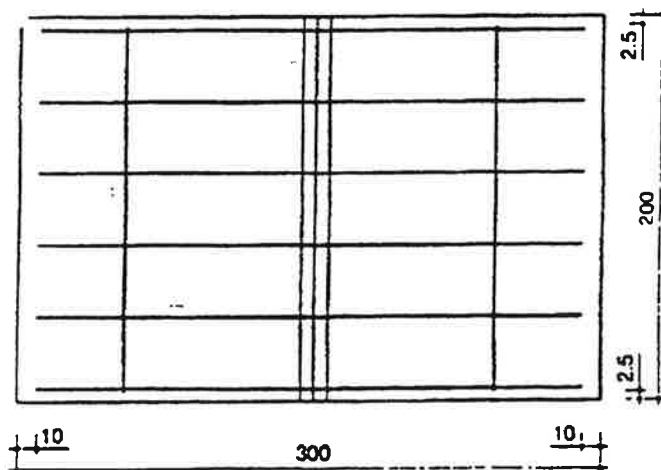


Bild 11: Prüfplatte für die Prüfung von Beschichtungsstoffen und -systemen (Beschichtung auf der Fläche, die an der Schalung lag)

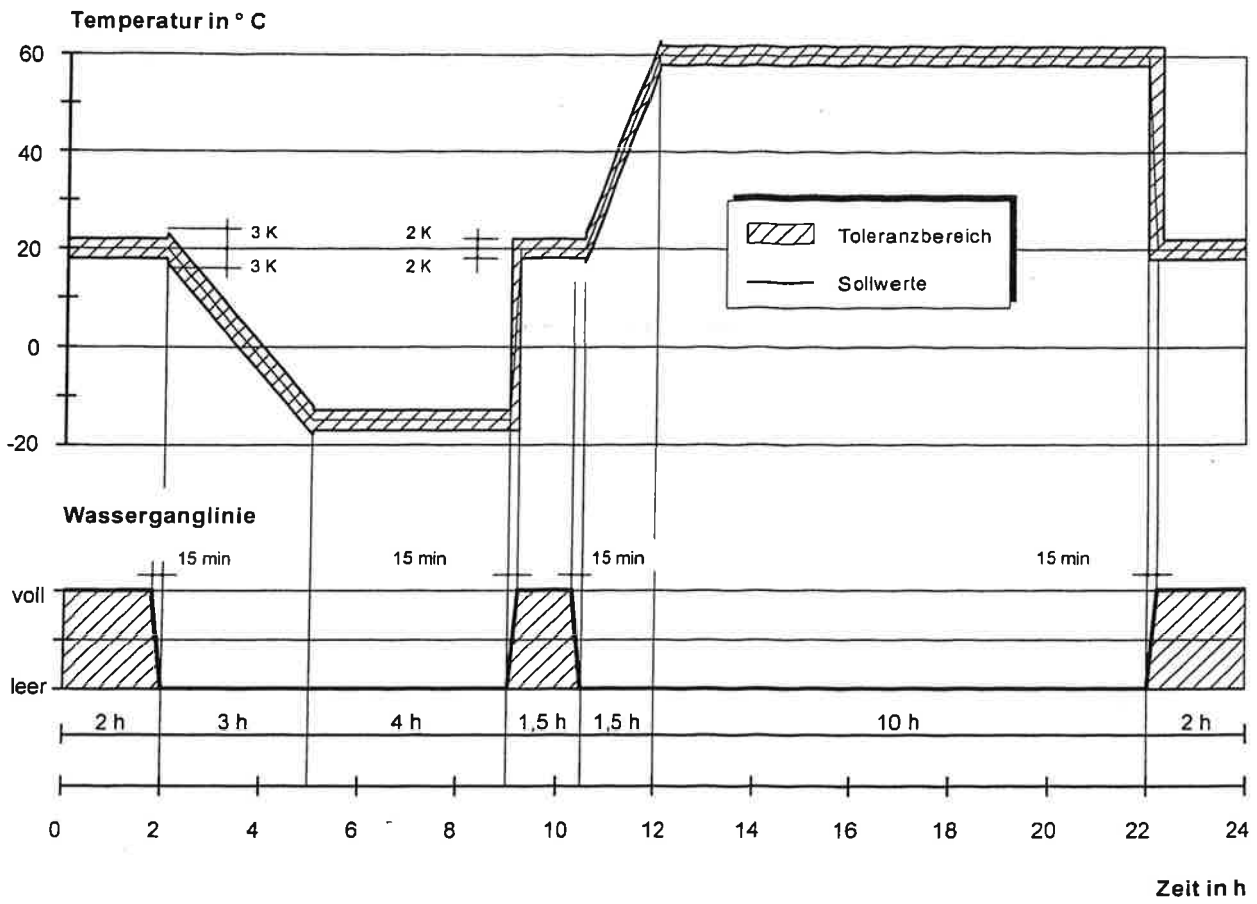


Bild 12: Solltemperatur an den Meßstellen und zugehöriger Toleranzbereich sowie Befüllungszustand der Prüftruhe im Verlauf eines Zyklus

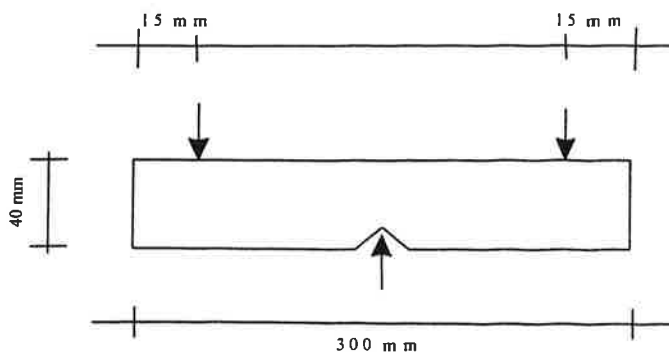


Bild 13: Belastungsanordnung

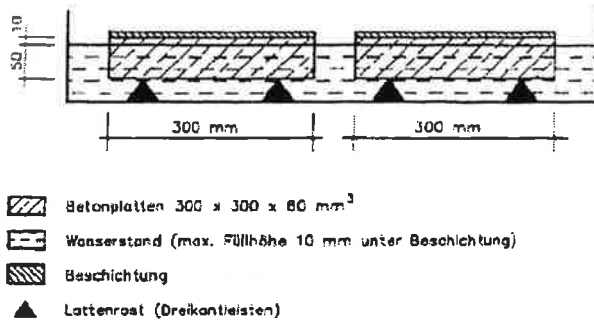


Bild 14: Lagerung der Probekörper

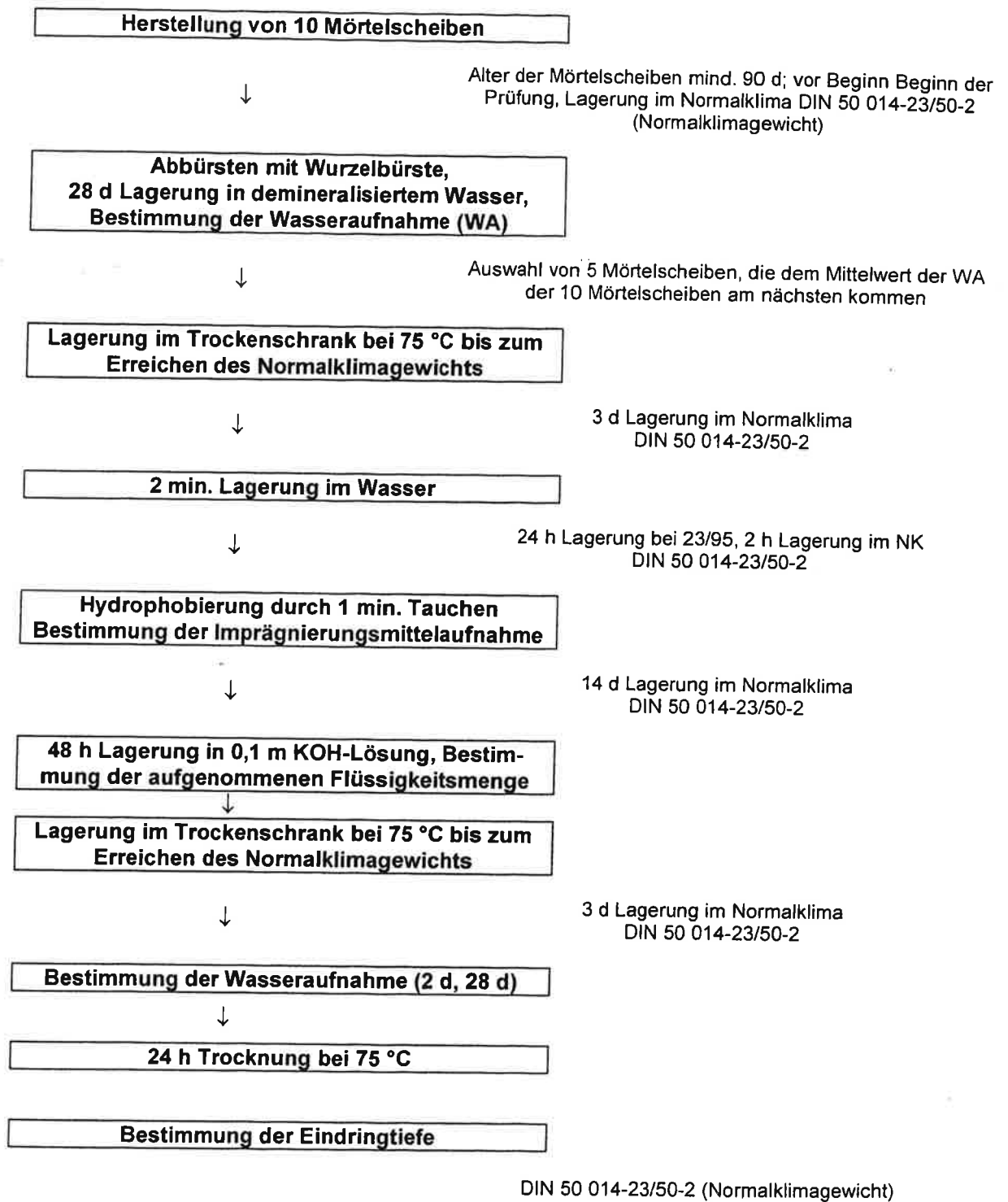
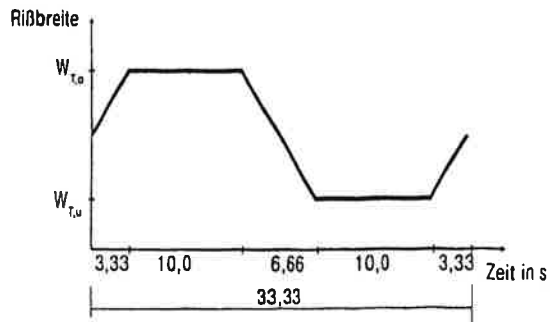
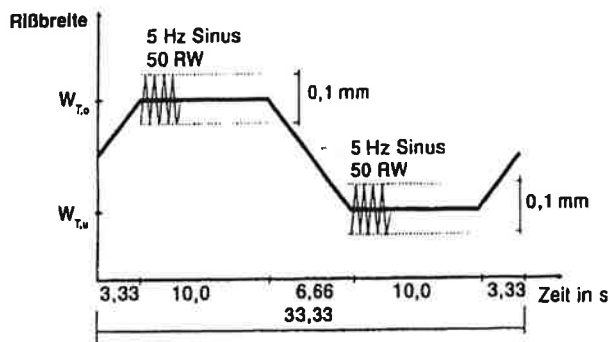


Bild 15: Ablaufdiagramm für die Prüfung der Wasseraufnahme nach Lagerung in alkalischer Umgebung



Belastungsdauer: 1000 Rißwechsel als Trapezfunktion mit 0,03 Hz $\hat{=}$ 9,25 h

Bild 16: Rißbreitenfunktion bei den Rißüberbrückungs-
klassen I_T, II_T



Belastungsdauer: 1000 Rißwechsel als Trapezfunktion mit 0,03 Hz,
Überlagerte Rißwechsel als Sinusfunktion mit 5 Hz $\hat{=}$ 9,25 h

Bild 17: Rißbreitenfunktion bei den Rißüberbrückungs-
klassen II_{T+V}

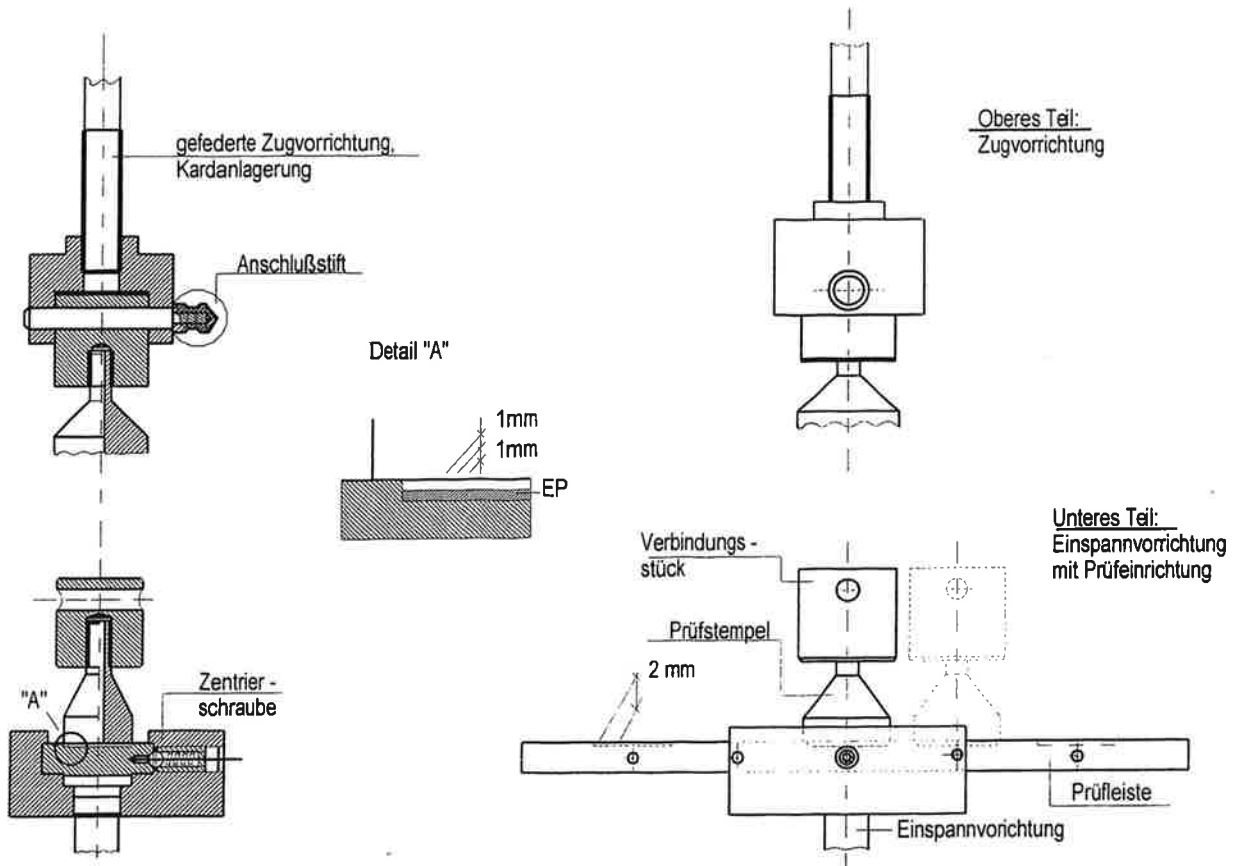


Bild 18: Einrichtung zur Ermittlung der Festigkeitsentwicklung

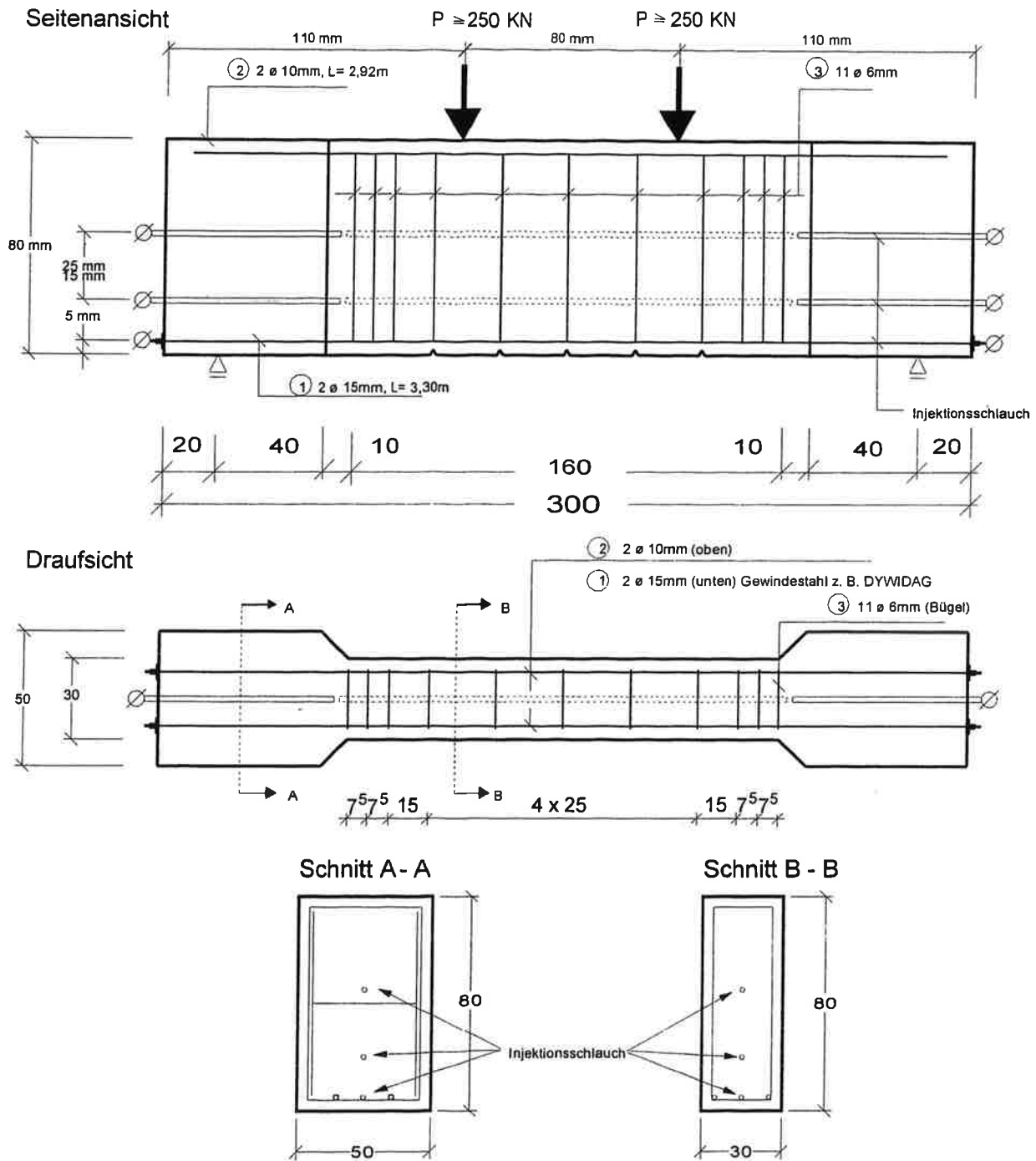
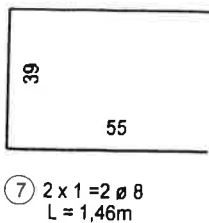
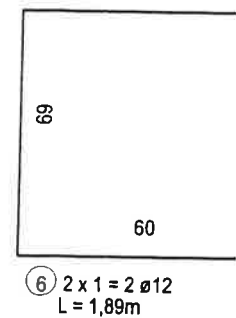
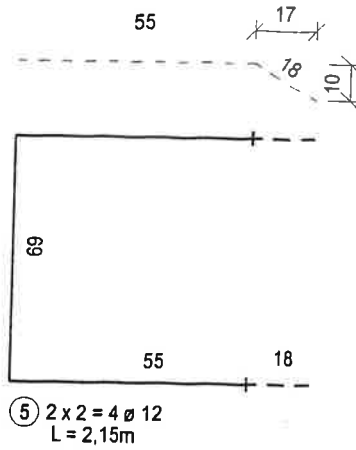
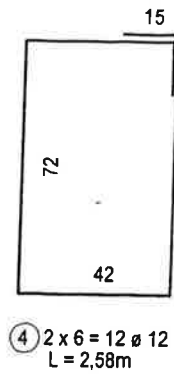
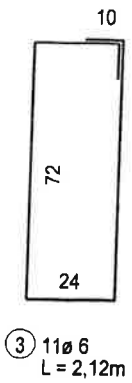
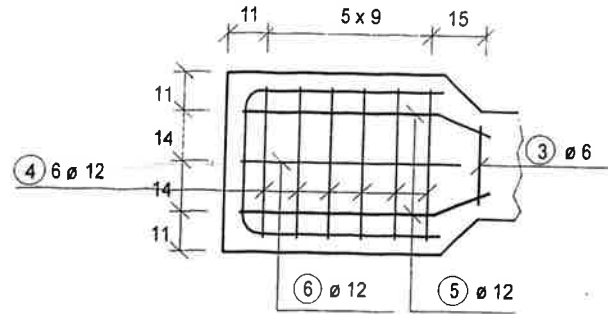
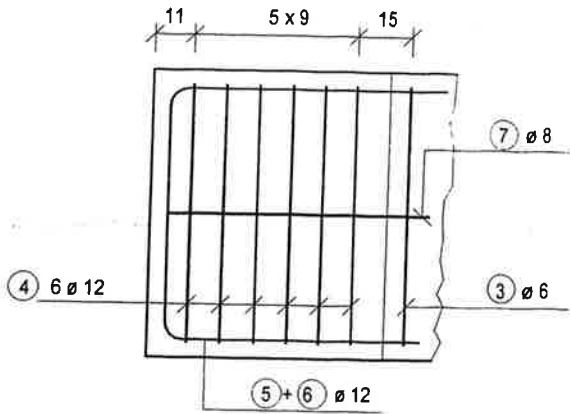


Bild 19: Probekörper für die Grundprüfung, Prüffart 2

Fortsetzung Bild 19

Seitenansicht Bewehrungsplan

Draufsicht Bewehrungsplan



Maße in cm

Bild 19: Probekörper für die Grundprüfung, Prüffart 2

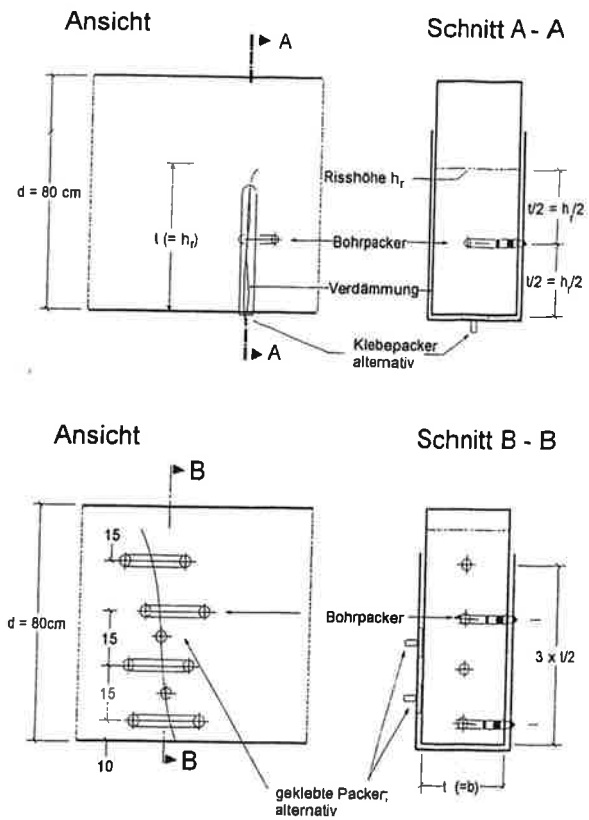


Bild 20: Anordnung von Bohrpackern

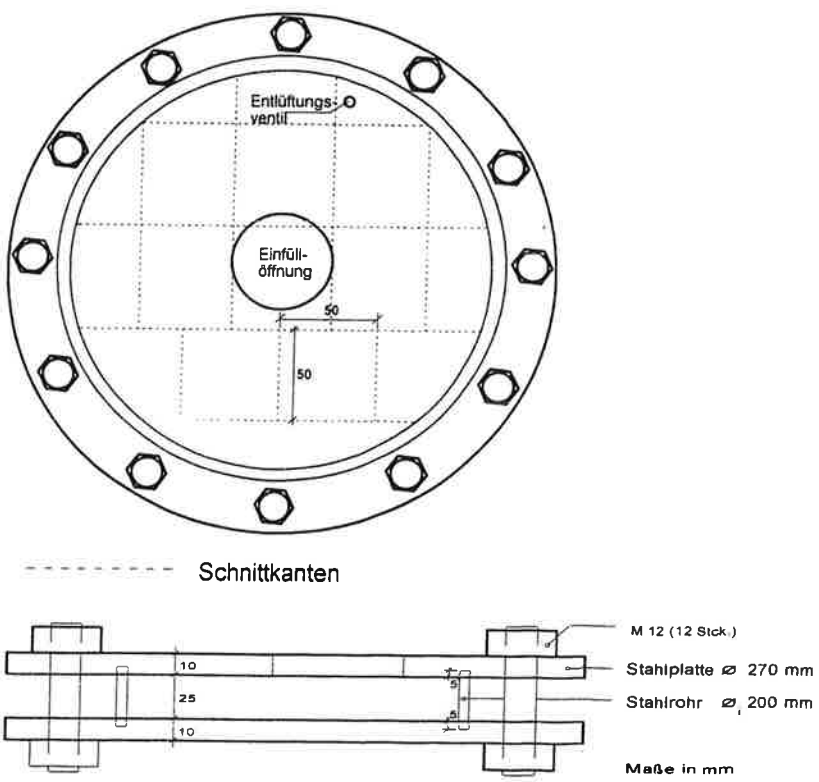


Bild 21: Schalungsform zur Herstellung der Probekörper

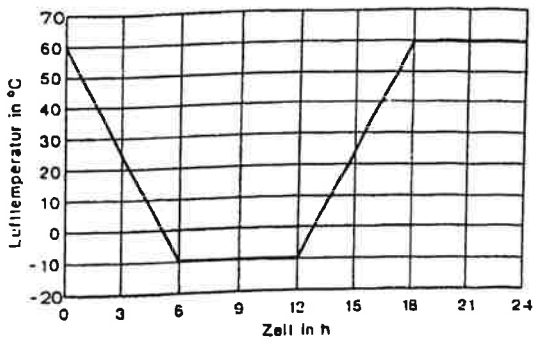


Bild 22: Temperaturzyklus für Lagerungsart gemäß Tabelle 19, Zeile 5

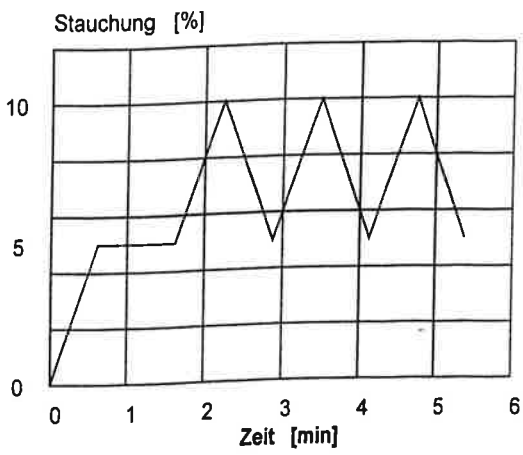


Bild 23: Weg-Zeit-Diagramm für die Druckprüfung

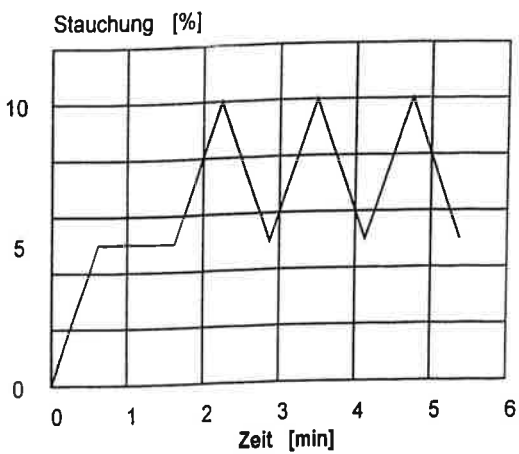
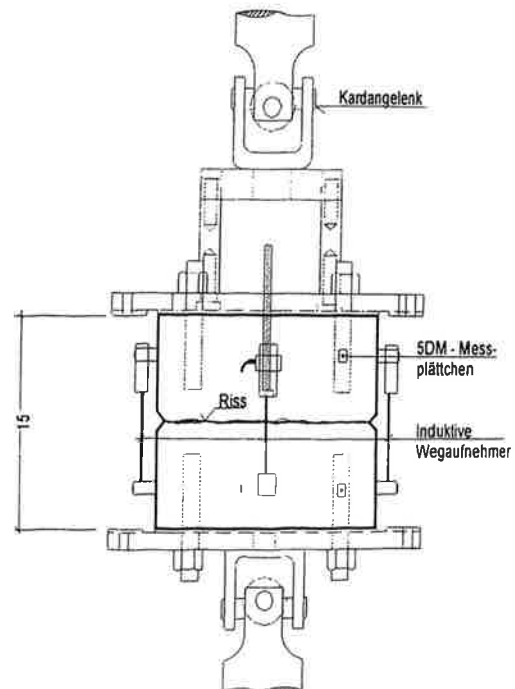
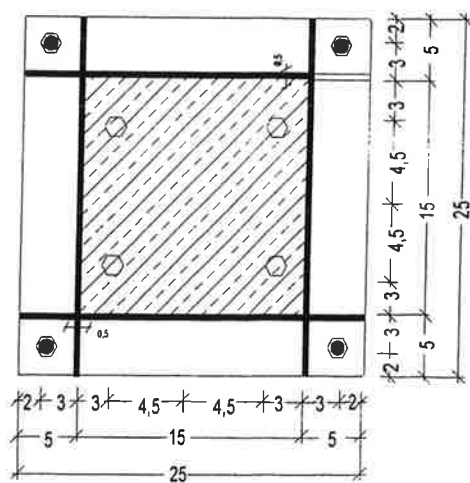
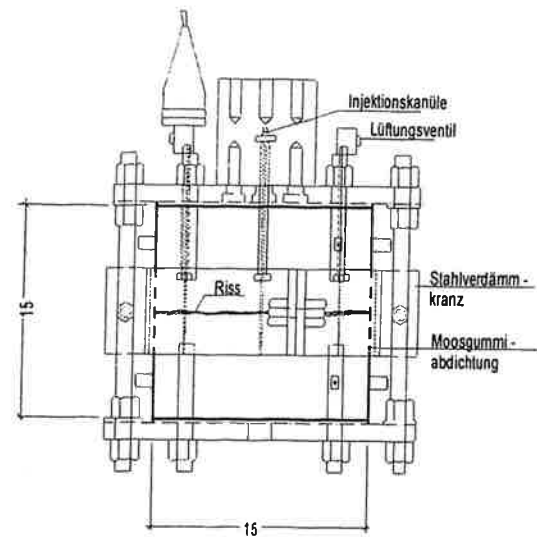
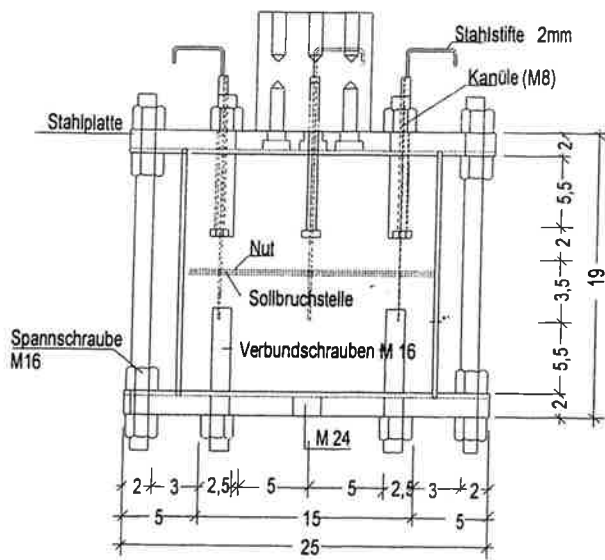
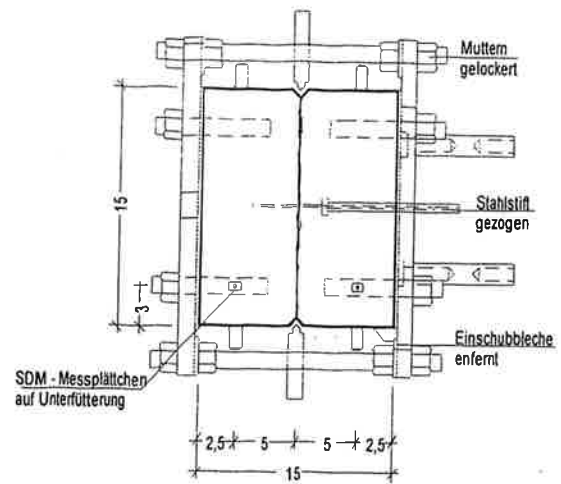
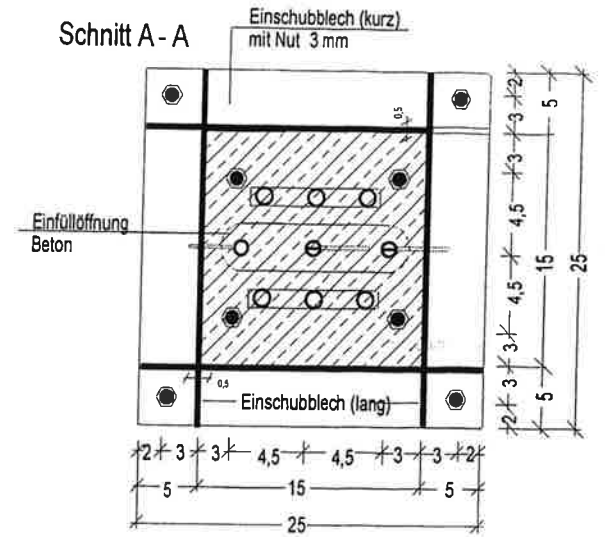


Bild 24: Erläuterung der Auswertung



a) Schalung

b) Versuchseinrichtung

Bild 25: Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnfähigkeit

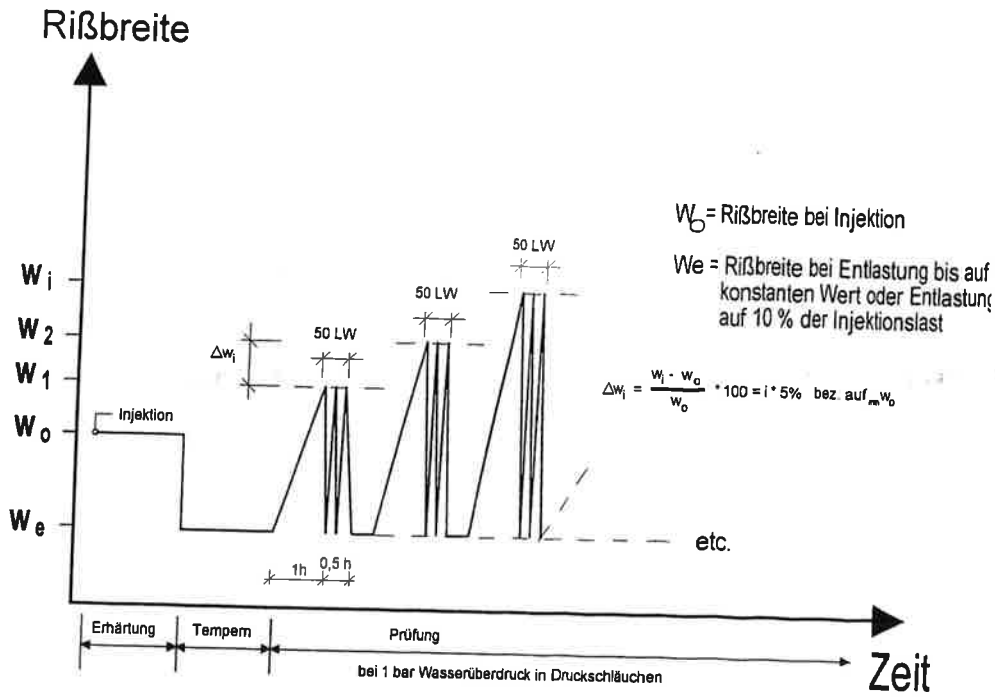


Bild 26: Prüfungsvorgang

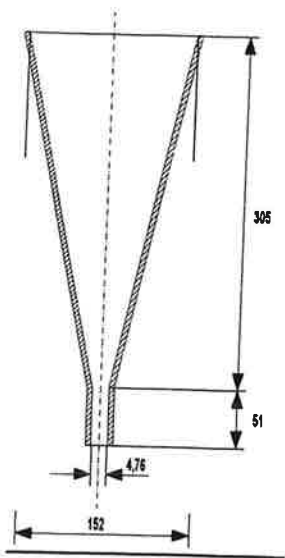
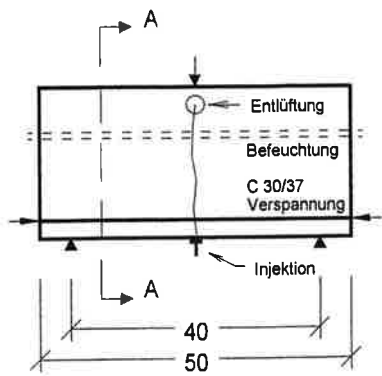
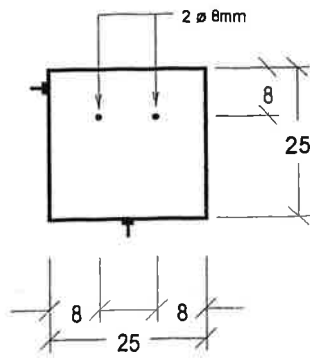


Bild 27: Marsh-Trichter

Seitenansicht

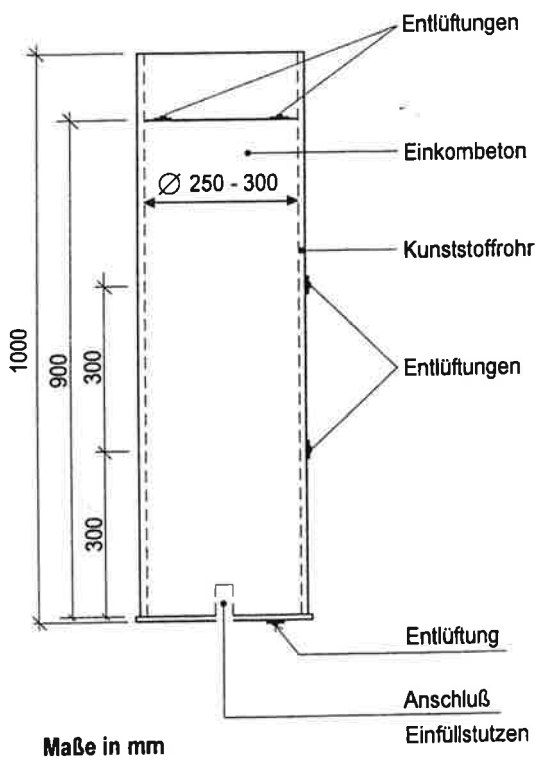


Schnitt A - A



Maße in cm

Bild 28: Kleinprobekörper, Prüftart 1



Maße in mm

Bild 29: Einkornbetonzylinder – Prüftart 3