

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

ZTV-ING

Teil 3 Massivbau

Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

Inhalt	Seite
1 Allgemeines	3
1.1 Grundsätzliches	3
1.2 Begriffsbestimmungen	3
2 Bauprodukte und Bauarten	4
2.1 Baugrundsätze	4
2.2 Rissfüllstoff	4
2.3 Ausführung	5
2.3.1 Allgemeines	5
2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal	5
2.3.3 Angaben zur Ausführung	5
2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten	5
2.3.5 Abschlussbericht	6
3 Qualitätssicherung	6
3.1 Allgemeines	6
3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile ...	6
3.3 Überwachung der Ausführung	6
3.3.1 Eigenüberwachung	6
3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle	7
3.3.3 Kontrollprüfungen	8
4 Abrechnung	9
5 Abnahme	9
6 Kraftschlüssiges Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Anwendung	9
6.3 Ausführung	10
6.4 Prüfungen	10
7 Kraftschlüssiges Füllen mit hydraulischem Bindemittel durch Injektion	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Anwendung	10
7.3 Zementleim und Zementsuspension	11
7.4 Ausführung	11
7.5 Prüfungen	11
8 Dehnbares Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion	11
8.1 Allgemeines	11
8.2 Anwendung	12
8.3 Polyurethan	12
8.4 Ausführung	12
8.5 Prüfungen	13
9 Vergießen (V)	13
9.1 Allgemeines	13
9.2 Anwendung	13
9.3 Ausführung	13
9.4 Prüfungen	13
Anhang A Hinweise und Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen	14
Anhang B Formblatt B 3.5.1 Sammelblatt Abschlussbericht	21
Formblatt B 3.5.2 Allgemeine Angaben	22
Formblatt B 3.5.3 Tagesprotokoll	23
Formblatt B 3.5.4 Riss-Protokoll-Nr.	24
Anhang C Formblatt C 3.5.1 Ausgeführte Füllungen von Rissen in Betonbauteilen (Anlage zum Bauwerksbuch)	25
Anhang D Anordnung von Packern	26
Anhang E Nachweis der Verwendbarkeit	27
Anhang F Einwirkungen auf Bauwerk aus dem Betonuntergrund	28

1 Allgemeines

1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *Oberflächennahe, vor allem netzartige, größere Flächen erfassende Risse, können bei Rissbreiten bis ca. 0,2 mm auch nach Teil 3, Abschnitt 4 behandelt werden.*

(3) *Dieser Abschnitt kann je nach Stoff spezifischen Anwendungsbedingungen auch für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen angewendet werden, die während der Ausführung der Arbeiten aus Verkehr dynamisch beansprucht werden (XDYN). Im Einzelfall können Verkehrsbeschränkungen erforderlich sein.*

1.2 Begriffsbestimmungen

(1) Arbeitsabschnitt

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

(2) Angaben zur Ausführung

Verbindliche Anweisung für die Ausführung der Arbeiten.

(3) Begrenzt dehnbares Füllen

Begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt, z. B. Polyurethan (PUR), evtl. mit schnellschäumendem Polyurethan (SPUR)

(4) Einkomponentige Injektion

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

(5) Feinstzement

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

(6) Füllart

Es wird zwischen Injektion (I) und Vergießen (V) unterschieden.

(7) Rissfüllstoff (Füllgut)

Stoffgemisch zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, in der Regel bestehend aus:

- Epoxidharz (EP)
 - Komponente A: Harz
 - Komponente B: Härter
- Zementleim (ZL)
 - Komponente A: Zement, Zusatzstoffe
 - Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert,

ggf. Zusatzmittel
Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel

- Zementsuspension (ZS)
 - Komponente A: Feinstzement, Zusatzstoffe
 - Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert, ggf. Zusatzmittel

Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel

- Polyurethan (PUR)
 - Komponente A: polyolhaltig
 - Komponente B: isocyanathaltig

(8) Hohlräume

Verursacht durch mangelhafte Verdichtung, Entmischung (Grobkornanreicherungen) und/oder Auswaschungen im Betongefüge.

(9) Injektion (I)

Füllen von Rissen und Hohlräumen unter Druck über Packer.

(10) Injektionsdruck

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

(11) Injektionsgerät

Gerät zum Füllen von Rissen. Für eine einkomponentige Injektion besteht es aus Druckerzeuger, Materialbehälter, Transportschlauch und Anschlussstück zum Packer. Für eine zweikomponentige Injektion kommen Dosier- und Mischeinrichtung hinzu.

(12) Injektionsschlauch

Mit Austrittsöffnungen versehener Schlauch, der der Förderung und Injektion von Rissfüllstoff in Arbeitsfugen dient.

(13) Injektionsverfahren

Umfasst

- Injektionsgerät,
- ggf. Anlage(n) zur Herstellung des Rissfüllstoffes als Stoffgemisch,
- Packer, ggf. Injektionsschlauch,
- ggf. Verdämmung.

(14) Kraftschlüssiges Füllen

Kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) und Zementsuspension (ZS).

(15) Packer

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

(16) Riss, Rissarten

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird

zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

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

(17) Rissbreite

Abstand der Rissufer senkrecht zum Rissverlauf.

(18) Rissbreitenänderung

Die Rissbreiten können sich über die Zeit ändern. Wiederkehrende Änderungen können

- kurzzeitig (z.B. infolge von Verkehrslasten),
- täglich (z.B. infolge von Sonneneinstrahlung),
- langfristig (z.B. jahreszeitlich meteorologisch bedingt)

auftreten.

(19) Rissflanken

Die Begrenzungsflächen des Risses.

(20) Rissufer

Die Schnittlinie von Bauteiloberfläche und der Rissflanke.

(21) Rissursachen

Beanspruchungen aus Lasten, Zwang und/oder Eigenspannungen, welche zur Überschreitung der örtlichen Zugfestigkeit des Betons führen.

(22) Verdämmung

Abdichtung von Rissen auf der vorbereiteten Bauteiloberfläche, die das Auslaufen von Rissfüllstoff verhindert.

(23) Zustand von Rissen/Rissufern/Rissflanken

Angaben über Feuchte, Verschmutzungen und/oder Aussinterungen im Riss.

(24) Zweikomponentige Injektion

Die Einzelkomponenten des Rissfüllstoffes werden in einem an den Packer unmittelbar angeschlossenen Mischkopf gemischt.

2 Bauprodukte und Bauarten

2.1 Baugrundsätze

(1) Die Füllart und der verwendete Rissfüllstoff sind abhängig von Mindestrissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Beim Füllen von Hohlräumen gilt diese Bedingung sinngemäß.

(2) Eine Injektion von Hohlräumen setzt für den Rissfüllstoff die Durchgängigkeit des

Schadensbereichs im Betongefüge voraus.

(3) Durch Vergießen können mit geeignetem Rissfüllstoff Risse in oberflächennahen Bereichen gefüllt werden. Mit dieser Füllart lassen sich Risse auf waagerechten bzw. wenig geneigten Flächen von oben schließen.

(4) Der Einsatz von Injektionsschläuchen ist eine Vorsorgemaßnahme. Sie ersetzt in keinem Fall die fachgerechte Ausbildung von Arbeitsfugen und / oder Anordnung von Fugendichtungsbändern oder -blechen. Der Injektionschlauch darf als vorbeugende Maßnahme nur zur Behebung etwaiger Mängel in kritischen Betonierbereichen vorgesehen werden. Der Rissfüllstoff wird im Regelfall erst bei einer auftretenden Undichtheit injiziert.

(5) Der Injektionsschlauch ist Bestandteil des Injektionsverfahrens. Es dürfen nur Injektionsschläuche verwendet werden, deren Eignung durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle nachgewiesen ist.

(6) Zur Abdichtung von Arbeitsfugen mit Injektionsschläuchen dürfen nur die Rissfüllstoffe EP, PUR und ZS eingesetzt werden.

(7) Injektionen von undichten Press- bzw. Blockfugen sind Sondermaßnahmen und bedürfen der besonderen Planung.

2.2 Rissfüllstoff

(1) Die Anforderung an die Rissfüllstoffe und die zugehörigen Injektionssysteme ergeben sich projektspezifisch bezogen auf Einwirkung und Widerstand und sind vom Auftragnehmer nachzuweisen. Es dürfen nur Rissfüllstoffe und zugehörige Injektionssysteme nach Nrn. 6 bis 9 verwendet werden, die unter den bauwerksspezifischen Einwirkungen und Rahmenbedingungen geeignet sind.

(2) Hinweise zur Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind in Anhang F zusammengestellt.

(3) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang und die projektspezifischen Anforderungen ergeben sich aus Anhang E.

(4) Das Abnahmeprüfzeugnis ist von einem von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten auszustellen und muss von einer anerkannten Prüfstelle bestätigt werden.

(5) Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, sind die Prüfungen für das Abnahmeprüfzeugnis an Proben aus jeder

zweiten Charge durchzuführen.

(6) Die Merkmale des Baustoffs- bzw. Baustoffsystems sind mit Bezug auf die projektspezifischen Anforderungen anzugeben. Die Leistungserklärung gemäß BauPVO ist Bestandteil hiervon.

(7) *Für Bauwerke mit einer Risslänge unter 1000 m kann auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 verzichtet werden.*

(8) *Angaben über Baustoffe sowie über Hilfsstoffe und Hilfsmittel sind im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis zu fordern.*

(9) Alle Stoffe müssen mindestens 6 Monate lagerfähig sein.

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

(11) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Anhang E ist zu dokumentieren und dem AG vorzulegen.

2.3 Ausführung

2.3.1 Allgemeines

(1) Vor Beginn der Bauausführung hat der Auftragnehmer das ausführende und überwachende Fachpersonal in die Angaben zur Ausführung einzuweisen.

(2) Bei der Vorbereitung der Betonunterlage für das Verdämmen und die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes von oberflächennahem beschädigtem Beton gelten die Regelungen im Abschnitt 4.

(3) *Der Feuchtezustand ist gemäß Tabelle A 3.5.1 zu benennen und hinsichtlich des zulässigen Anwendungsbereiches gemäß Tabelle A 3.5.2 unmittelbar vor der Ausführung zu überprüfen.*

(4) *Müssen die Arbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind Schutzeinrichtungen gemäß Teil 6 Abschnitt 3 vorzusehen.*

(5) Die Injektionsstelle muss zugänglich sein.

(6) Das Füllen von Rissen und Hohlräumen darf nur innerhalb Rissfüllstoff spezifischer Anwendungsbedingungen ausgeführt werden, deren Einhaltung durch Messungen zu kontrollieren ist.

2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder Kunststoff modifizierten Baustoffen muss eine vom

Auftragnehmer benannte, sachkundige Fachkraft z.B. der Kolonnenführer nachweislich eine Prüfung über den Umgang mit diesen Baustoffen erfolgreich abgelegt haben. Dies ist:

– bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (SIVV-Schein)

– bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen.

(2) Ein Nachweis der Einweisung in das angewendete Injektionsverfahren ist vorzulegen.

(3) Die sachkundige Fachkraft muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(4) *Bei besonders schwierigen oder für die Dauerhaftigkeit des Bauteils wichtigen Arbeiten, insbesondere bei Spannbetonbauwerken und statisch relevanten Arbeiten, kann es erforderlich sein, zusätzliche Qualifikationsnachweise für die sachkundige Fachkraft und weiteres Personal in Form von Referenzen über entsprechende ausgeführte Arbeiten oder in Form von Nachweisen über besondere fachgewerkliche Schulungen zu fordern. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

2.3.3 Angaben zur Ausführung

Das Füllen von Rissen und Hohlräumen muss nach den Angaben zur Ausführung erfolgen.

2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten

(1) Das Füllen von Rissen ist so durchzuführen, dass das Entweichen von Wasser und/oder Luft im Zuge der Injektion sichergestellt ist.

(2) Die Anordnung von Packern richtet sich nach Anhang D. Größere Abstände als nach Anhang D sind nicht zulässig.

(3) An dickeren Bauteilen mit wesentlich größeren erforderlichen Wirkungszonen der Packer, als es dem Grenzwert gemäß Anhang D entspricht, ist bei Verwendung der Klebepacker nur Rissfüllstoff mit einer den längeren erforderlichen Injektionszeiten entsprechenden Temperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer einzusetzen. Ggf. sind bauwerksspezifische Eignungsprüfungen durchzuführen.

(4) Die Anordnung von Packern zum Füllen von Hohlräumen richtet sich nach der Geometrie der Schadstelle. Sie kann in Anlehnung an Anhang D festgelegt werden. Bei Gefügeschäden mit nicht bestimmbarer Verteilung im Beton sind die Packer

in einem der Schadensart entsprechend gewählten Raster anzuordnen.

(5) Bei der Verwendung von Bohrpäckern ist sicherzustellen, dass tragende Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird. Bei Injektion von dickwandigen Bauteilen über Bohrpacker sind diese in Bohrlöchern zu befestigen, die die Rissflanke, von der Bauteiloberfläche gemessen, in unterschiedlichen Tiefen kreuzen. Die Anordnung der Bohrpacker richtet sich dann sinngemäß nach Anhang D. Falls Bohrkalandurchmesser abweichend von der Eignungsprüfung eingesetzt werden sollen, sind bauwerksspezifische Eignungsnachweise zu erbringen. Bei Bohrlöchern ist die Durchgängigkeit des Bohrlochs ggf. durch Reinigungsmaßnahmen sicherzustellen.

(6) Bohrpacker sind zu entfernen.

(7) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Bohrpacker, bei denen ein Teil im Bauwerk verbleibt, verwendet werden sollen.*

(8) Verbleibende Teile von Bohrpäckern müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen. Diese Anforderung gilt auch für Klebepacker, sofern sie nach Abschluss der Arbeiten auf der Bauteiloberfläche verbleiben sollen.

(9) Falls eine Verdämmung auf der Bauteiloberfläche vorgesehen ist, muss sie so sorgfältig erfolgen, dass die Injektion ohne Unterbrechungen infolge von Leckagen durchgeführt werden kann. Geeignete schnellhärtende Reparaturmaterialien für Leckstellen müssen stets vorgehalten werden.

(10) *Eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche ist, sofern erforderlich, in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(11) Der Injektionsdruck ist Rissfüllstoff spezifisch und Füllart spezifisch gemäß den Angaben zur Ausführung zu begrenzen.

(12) Bei einkomponentigen Injektionen dürfen Teilmengen aus einem Gebinde nicht verwendet werden. Gemischte Gebindeinhalte dürfen zur Injektion und Nachinjektion nur innerhalb der temperaturbedingten Gebindeverarbeitbarkeitsdauer eingesetzt werden. Eine Beeinflussung der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer durch Kühlung ist bei hohen Lufttemperaturen zulässig.

(13) Innerhalb einer für den verwendeten Rissfüllstoff in den Angaben zur Ausführung angegebenen Verarbeitbarkeitsdauer ist über alle vorhandenen Packer eine Nachinjektion vorzunehmen.

(14) Die Verlegung des Injektionsschlauches erfolgt gemäß den Angaben zur Ausführung.

2.3.5 Abschlussbericht

(1) Nach Abschluss der Arbeiten hat der Auftragnehmer einen Abschlussbericht gemäß Formblatt B 3.5.1 zu erstellen. Dieser muss mindestens

- eine Übersicht über Füllart, Rissfüllstoffdaten, Gesamtverbrauch,
- die Ergebnisse der Eigenüberwachungs- und ggf. Kontrollprüfungen sowie
- Angaben zur Ausführung umfassen.

(2) Soweit vom Auftraggeber, in Abhängigkeit vom Umfang der Arbeiten und von der Bedeutung des Füllens für das Bauwerk, nicht auf eine Erfassung ausdrücklich verzichtet wurde, ist in dem Abschlussbericht Folgendes aufzunehmen:

- Darstellung der gefüllten Risse und Bauteilabschnitte mit Angabe des Fülldatums und Verbrauchsmengen,
- Übersicht über die Witterungsverhältnisse und Bauwerkstemperaturen, ggf. Zusammenstellung der täglichen max. und min. Temperaturen , Angaben zur Wetterlage,
- Bericht(e) der Überwachung der Ausführung durch eine anerkannte Überwachungsstelle,
- falls erforderlich, Angaben zum Verkehr,
- besondere Vorkommnisse.

3 Qualitätssicherung

3.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt angegebenen Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probenahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

(1) Rissfüllstoffe müssen den projektspezifischen Anforderungen entsprechen (siehe 2.2).

3.3 Überwachung der Ausführung

3.3.1 Eigenüberwachung

(1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung der Ausführung regelt Tabelle 3.5.1.

(2) Zur Aufnahme aller im Rahmen der Eigenüberwachung zu erfassenden Messwerte

sind die erforderlichen Geräte vom Auftragnehmer auf der Baustelle vorzuhalten. Hierzu gehört insbesondere ein Digital-Thermometer.

(3) Je nach Umfang der Arbeiten und Bedeutung des Füllens der Risse für das Bauwerk ist in die Aufzeichnungen gemäß Teil 1 Abschnitt 1 die Menge und die Chargennummer des tatsächlich in die Risse und Hohlräume gefüllten Rissfüllstoffes sowie ggf. die Zuordnung der Chargennummer zum jeweiligen Riss oder zum Bauteilabschnitt, aufzunehmen.

(4) Über die Arbeiten hat der Auftragnehmer im Rahmen seiner Eigenüberwachung täglich Aufzeichnungen und Protokolle unter Verwendung der Formblätter nach Anhang B anzufertigen, die ggf. durch Fotografien zu ergänzen sind. Alle Aufzeichnungen und Protokolle sind für den Auftragnehmer von der sachkundigen Fachkraft nach Nr. 2.3.2 zu unterzeichnen.

(5) Da bei kleineren Injektionsarbeiten der Aufwand für die Eigenüberwachungen ggf. nicht im wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, können die Eigenüberwachungsprüfungen, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfungen, reduziert werden. Die reduzierten Eigenüberwachungsprüfungen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle

Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen

Prüfungen		Anforderungen	Häufigkeit
Gegenstand, Vorgang			
Rissfüllstoff Verdämmstoffe Packer	Lieferung	projektspezifisch	jede Lieferung bzw. jede Verpackungseinheit
Hilfsstoffe Hilfsmittel	Lagerung	Bedingungen gemäß den Angaben zur Ausführung bzw. sonstigen Vorschriften	nach jeder Lieferung bzw. nach Festlegung
Bautechnische Unterlagen	Angaben zur Ausführung	liegt vor	vor Beginn der Arbeiten
	Protokolle, Art der Aufzeichnung	Leistungsbeschreibung	
Technische Ausrüstung	Vollständigkeit	gemäß Angaben zur Ausführung	vor Beginn der Arbeiten, dann nach Angaben zur Ausführung
	Funktionskontrolle		
Vorbereitung der Ausführung	Risszonen	gemäß Angaben zur Ausführung	bei jedem Riss
	Packer, Abstand		
	Verdämmung		
Ausführungsbedingungen	Rissmerkmale	Einhaltung der Rissfüllstoff spezifischen	nach Bedarf
	Witterungsbedingungen	gemäß Angaben zur Ausführung	mehrmals täglich
	Bauteiltemperaturen		bei jedem Riss
Füllen	Durchführung		kontinuierlich
Aufzeichnung	Protokolle und Berichte gemäß Anhang B	vollständig und nachvollziehbar	nach Abschluss der Arbeiten

3.3.3 Kontrollprüfungen

(1) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der

- Vollständigkeit,
- Flüssigkeitsdichtheit und
- Kraftschlüssigkeit

der Füllung.

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

(3) Die Flüssigkeitsdichtheit von gefüllten Rissen und Hohlräumen kann optisch festgestellt werden.

(4) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung kann bei Rissen, die vorher nennenswerte Rissbreitenänderungen aufwiesen, durch Wegänderungsmessung nach Aushärten des Rissfüllstoffes zerstörungsfrei festgestellt werden. Die zu wählende Messmethode ist in Tabelle A 3.5.3 beschrieben. Der Messzeitraum ist abhängig von der Art der Rissbreitenänderungen.

(5) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung ist nachgewiesen, wenn im Bereich der gefüllten Risse keine Wegänderungen auftreten, die die Dehnfähigkeit des Betons überschreiten. In nicht einsehbaren Bereichen kann ein Nachweis erforderlich werden. Die Verformungseigenschaften des gerissenen oder ungerissenen Betons sind dabei zu beachten. Zu dieser Feststellung ist u. U. eine Vergleichsmessung am ursprünglich ungerissenen Beton erforderlich.

(6) Zerstörende Prüfungen sollten nur in Ausnahmefällen vorgesehen werden.

(7) Die Vollständigkeit der Füllung und Qualität des Rissfüllstoffes im Beton können nur durch Entnahme von Bohrkernen festgestellt werden. Eine solche Kontrollprüfung sollte daher nur in begründeten Fällen (z.B. bei Unregelmäßigkeiten während der Ausführung oder bei wiederholt festgestellten Undichtheiten, bei optisch von außen erkennbaren Mängeln in der Füllung oder bei fehlender Kraftschlüssigkeit) durchgeführt werden.

(8) Die Bohrkern mit Durchmessern von 50 mm oder kleiner sind aus charakteristischen Bereichen der gefüllten Risse zu entnehmen. Ihre Anzahl und Länge richten sich nach dem Umfang der Maßnahme und der Bedeutung der Erfüllung der vertraglich zugesicherten Eigenschaften der Füllung für das Bauwerk oder Bauteil (z.B. nach dem Ausmaß der Undichtheiten).

4 Abrechnung

(1) Beim Füllen von Hohlräumen ist die Abrechnung in getrennten Positionen für die Injektion (z.B. Anordnung, Anzahl und Länge der Bohrlöcher; mit und ohne Verdämmung; Instandsetzung der Betonoberfläche usw.) und für die injizierte Rissfüllstoffmenge vorzunehmen.

(2) Sofern keine andere Regelung getroffen wurde, ist die für den einzelnen Riss gemessene größte Rissbreite der Abrechnung des gesamten Risses zugrunde zu legen.

5 Abnahme

(1) Unterliegen die behandelten Flächen einer direkten Verkehrsbelastung, ist der Zustand der Oberfläche vor der Belastung zu dokumentieren.

(2) Für nur aufwändig zugängliche Bereiche sind in der Leistungsbeschreibung Regelungen über Teilabnahmen vorzusehen.

6 Kraftschlüssiges Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion F-I(P)

6.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen mit polymeren Rissfüllstoffen dürfen nur kalthärtende, zweikomponentige und lösemittelfreie Harze eingesetzt werden (Epoxidharz EP-I).

(2) Für einkomponentige Injektion sind nur Originalbinde mit ca. 1 kg Inhalt zulässig.

(3) Die Mischgenauigkeit beträgt 4 %.

(4) Die Festigkeitseigenschaften der durch EP-I hergestellten Verbindungen werden durch den Bauwerksbeton bestimmt (siehe Nr. A 1.3).

6.2 Anwendung

(1) Die EP-I ist bei Trennrissen und bei oberflächennahen Rissen geeignet, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die folgenden Anforderungen sind unabhängig voneinander einzuhalten:

– Die Mindest-Rissbreite beträgt 0,10 mm.

– Für kurzzeitige Rissbreitenänderungen sind $\Delta w \leq 0,10 \cdot w$ bzw. $\Delta w \leq 0,03$ mm einzuhalten. Der kleinere Wert ist maßgebend.

– Die zulässigen täglichen Rissbreitenänderungen sind abhängig von der Festigkeitsentwicklung des Epoxidharzes. Die täglichen Rissbreitenänderungen sind nicht

begrenzt, wenn die Festigkeitsentwicklung innerhalb von 10 h 3,0 MPa überschreitet und eine Nachinjektion bei der größten Rissbreite erfolgt.

(2) Bei der Anwendung von EP-I müssen alle Risse ab einer Rissbreite von 0,05 mm voll gefüllt sein.

(3) Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes eine Rissbreite unter 0,10 mm haben, ist die Wirksamkeit von EP-I durch einen Nachweis der Verwendbarkeit nicht nachgewiesen.

(4) Nach Aushärtung von Epoxidharz sind wiederholte Füllungen nicht mehr erfolgreich möglich.

(5) Für Risse in Arbeitsfugen siehe Nr. A 2 Absatz (4).

(6) Wegen der vergleichsweise geringen Steifigkeit von EP soll EP-I bei Hohlräumen im Beton nur dann eingesetzt werden, wenn diese klein sind. Die Stoff spezifischen Anwendungsbedingungen für Risse sind sinngemäß einzuhalten.

6.3 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 8 °C.

(3) Allseitig zugängliche Risse sind allseitig zu verdämmen. Der Riss ist mit Packern zu bestücken und zu injizieren. Bei Bauwerken mit kurzzeitigen oder täglichen Rissbreitenänderungen muss die Verdämmung mit einem hierfür in den Angaben zur Ausführung vorgesehenen Stoff erfolgen.

(4) Treten bei EP-I nennenswerte Unterbrechungen auf, die auf ein vom Auftragnehmer zu vertretendes Versagen der Verdämmung zurückzuführen sind, kann der Auftraggeber weitere Injektionsarbeiten bis zur Beseitigung der Ursachen untersagen. Die Folgekosten trägt der Auftragnehmer.

(5) Soll auf eine Verdämmung verzichtet werden, ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(6) Bei größeren täglichen Rissbreitenänderungen (Überschreitung der für kurzzeitige Rissbreitenänderungen angegebenen Anforderungen nach Nr. 6.2) ist der Injektionszeitpunkt so zu wählen, dass eine Nachinjektion bei den größten Rissbreiten erfolgen kann (siehe Nr. A 2).

6.4 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit muss gemäß Anhang E erfolgen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit sind anzugeben.

(2) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens muss an jedem Prüfkörper folgenden Anforderungen genügen:

– Die Anzahl der während der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.

– Beim Überlastungsversuch darf nicht mehr als ein injizierter Riss aufreißen.

(3) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Kraftschlüssigkeit und der Vollständigkeit (Füllgrad) der Füllung.

7 Kraftschlüssiges Füllen mit hydraulischem Bindemittel durch Injektion F-I(H)

7.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen mit hydraulischem Bindemittel dürfen nur Füllgutgemische verwendet werden (Zementleim (ZL-I) oder Zementsuspension (ZS-I)).

(2) Die Festigkeit der durch ZL-I und ZS-I hergestellten Verbindungen wird in der Regel durch die Festigkeit der Zementleime oder -suspensionen bestimmt (siehe Nr. A 1.3). Die Festigkeitseigenschaften der ZL oder ZS sind der jeweiligen Anwendung entsprechend zu fordern.

7.2 Anwendung

(1) Die ZL-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen. ZS-I ist geeignet bei Trennrissen und oberflächennahen Rissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen für ZL oder ZS zum Füllen von Rissen und die folgenden Anforderungen sind während der Ausführung zu prüfen und einzuhalten:

– Die Mindest-Rissbreite auf der Bauteiloberfläche beträgt bei ZL-I 0,80 mm und bei ZS-I 0,25 mm.

– Bei der Anwendung von ZL-I müssen Bereiche des Rissverlaufes ab einer Rissbreite im Gefüge (an der Risswurzel) von 0,20 mm, bei einer Anwendung von ZS-I ab einer Rissbreite von 0,05 mm gemäß den Angaben zur Ausführung voll gefüllt sein.

(2) Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes bei ZL-I eine Rissbreite unter 0,80 mm und bei ZS-I unter 0,25 mm haben, ist die

Wirksamkeit durch einen Nachweis der Verwendbarkeit nicht nachgewiesen. Bei einer besonders sorgfältigen Vorbehandlung der Risse (mit Vornässung) und einer besonders sorgfältigen Injektion können auch Risse ab einer Rissbreite von 0,20 mm mit ZS-I voll gefüllt werden.

(3) Nach vorangegangenen Füllungen mit Kunststoffen in Rissen und Hohlräumen ist ZL-I oder ZS-I nicht zulässig.

(4) Eine Wiederholung der Füllung mit ZL-I oder ZS-I als Bindemittel ist möglich.

(5) Die ZL-I oder ZS-I kann bei kurzzeitigen Rissbreitenänderungen und während der Erhärtungsphase bei täglichen Rissbreitenänderungen nicht eingesetzt werden.

(6) Bei Anwendung von ZL-I und ZS-I zum Füllen von durchgängigen Hohlräumen gelten die Füllgrenzen für die Hohlraumabmessungen gemäß Absatz (1) sinngemäß.

7.3 Zementleim und Zementsuspension

(1) Die ZL und ZS müssen außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- den Anwendungsbedingungen entsprechende Mahlfinheit und Kornverteilung des Zements und aller verwendeten wasserunlöslichen Zusatzstoffe und Zusatzmittel,
- Unempfindlichkeit gegenüber dem Feuchtezustand der Rissflanke und des Betongefüges.

(2) Zur Herstellung von ZL und ZS müssen Rührwerke eingesetzt werden, die das zur Erzielung der geforderten Mischungsstabilität notwendige Aufschließen aller Bestandteile gewährleisten.

(3) Die Injektionsfähigkeit des Zementleims bzw. der Zementsuspension während der Verarbeitbarkeitsdauer muss durch geeignete Maßnahmen (Umwälzen, Filtern, Begrenzen der Zementleim- bzw. der Feinstzementsuspensions-Temperatur) in entsprechenden Anlagen oder im Injektionsgerät, aufrecht erhalten werden.

7.4 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 5 °C.

(3) Bei Injektionen von Hohlräumen kann eine vollflächige Verdämmung des Bauteils, z.B. durch Spritzmörtel bzw. -beton oder Spritzmörtel bzw.

-beton mit Kunststoffzusatz gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erforderlich sein.

(4) Die Injektion erfolgt über Klebe- oder Bohrpacker. Diese müssen so ausgebildet sein, dass eine Entmischung von ZL oder ZS während der Injektion nicht eintritt und dass deren Austreten nach Abschluss der Arbeiten verhindert wird.

(5) Herkömmliche Packer mit Kugelrückschlagventil erfüllen die vorgenannten Bedingungen in der Regel nicht.

(6) Bei der Anwendung der ZL-I und ZS-I sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlrauminjektion muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entwichen sein.

7.5 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit muss gemäß Anhang E erfolgen. Die Ergebnisse sind anzugeben.

(2) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens gemäß Anhang E muss 14 d nach der Injektion folgenden Anforderungen genügen:

- Die Anzahl der während der Durchführung der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.
- Die zum Aufreißen eines injizierten Risses aufzubringende Kraft muss größer sein als die Injektionslast.
- Bei der Anwendung von ZL-I müssen Rissbereiche (Risswurzel) bis zu einer Rissbreite von mindestens 0,20 mm voll gefüllt sein, bei der Anwendung ZS-I Rissbreiten von mindestens 0,05 mm.

(2) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Kraftschlüssigkeit der Füllung.

8 Dehnbares Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion D-I(P)

8.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum begrenzt dehnbaren Verbinden von Rissflanken und zum abdichtenden Füllen von Hohlräumen mit polymeren Rissfüllstoffen dürfen nur zweikomponentige PUR eingesetzt werden (PUR-I).

(2) Zur vorübergehenden Verminderung einer unter Druck stehenden Wasserzufuhr gemäß Tabelle A 3.5.2 kann der Einsatz von einem schnell-schäumenden PUR (SPUR) erforderlich werden.

(3) Das zum Injektionsverfahren gehörende SPUR ist kein dehnfähiger Rissfüllstoff und hat auch keine dauerhaft abdichtende Wirkung.

8.2 Anwendung

(1) Die PUR-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Polyurethane spezifischen Anwendungsbedingungen zum Füllen von Rissen gemäß den Angaben zur Ausführung und die Anforderungen sind während der Ausführung gemäß Nr. 2.3.1 zu prüfen und einzuhalten.

(2) Die Dehnfähigkeit des im Riss ausgehärteten PUR muss bei Rissbreiten zwischen 0,30 mm und 0,50 mm mindestens 5,0 % und bei Rissbreiten über 0,50 mm mindestens 10,0 % betragen. Dies gilt bei mittleren Bauwerkstemperaturen von ca. 15 °C.

(3) Die Dehnfähigkeit von PUR ist begrenzt. Die Rissfüllstoff abhängigen Dehnfähigkeiten sind in den Angaben zur Ausführung enthalten. Sie sind bei niedrigeren Bauwerkstemperaturen deutlich geringer.

(4) Für Rissbreiten unter 0,30 mm sind die zugehörigen Dehnfähigkeiten in dem Nachweis der Verwendbarkeit des Injektionsverfahrens nicht nachgewiesen.

(5) Aus kurzzeitigen oder langzeitigen Rissbreitenänderungen ergeben sich keine Anforderungen. Eine wiederholte Injektion der Risse ist mit PUR möglich.

8.3 Polyurethan

(1) Es ist darauf zu achten, dass das PUR außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweist:

- Bereits bei geringem Wasserzutritt zum noch nicht reagierten Harzgemisch soll eine Porenbildung mit einer Zellwandstruktur entstehen, welche die Dichtheitskriterien erfüllt.
- Keine Versprödung bei Wasserzutritt vor oder nach Ablauf der Reaktion.
- Ausreichende Haftfestigkeit an Rissflanken mit beliebigen Feuchtigkeitszuständen.
- Ausreichende Dehnfähigkeit zwischen den Rissflanken.
- Keine aus dem ausgehärteten Harz entweichenden Bestandteile, z.B. Weichmacher.

(2) Es ist darauf zu achten, dass das SPUR zur vorübergehenden Verminderung der Wasserzufuhr bei unter Druck wasserführenden Rissen außer den in Nr. A 3.1 genannten Eigenschaften die folgenden aufweist:

- Sehr kurze Reaktionszeiten bei Wasserzutritt.
- Feinzellige Schaumbildung mit starker Volumenvergrößerung.

8.4 Ausführung

(1) Die PUR-I ist zur Erleichterung der optischen Füllkontrolle i. d. R. ohne Verdämmung über Bohrpacker auszuführen. Ein etwaiges Verdämmen ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen. Sie müssen gegen Flüssigkeiten dicht sein. Wegen der begrenzten Dehnfähigkeit von PUR sind die Injektionsarbeiten unter Beachtung der Polyurethan abhängigen Temperaturgrenzen zum Zeitpunkt der größten Rissbreiten auszuführen (siehe Nr. A 1.4).

(3) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 6 °C. Eine niedrigere Anwendungstemperatur ist ggf. gemäß den Angaben zur Ausführung möglich.

(4) Das Injektionsgerät muss die in Nr. A 3.2 definierten Eigenschaften haben und für die einfache Verarbeitung der erforderlichen Harzmengen geeignet sein. Wird PUR-I einkomponentig ausgeführt, ist der Zutritt von Luftfeuchte zum fertiggemischtem PUR während der Verarbeitung wirksam zu verhindern.

(5) Wird bei unter Druck wasserführenden Rissen eine vorangehende Füllung mit SPUR gemäß Nr. 8.3 erforderlich, ist diese auf die zur Herabsetzung des Wasserzutritts erforderlichen Rissabschnitte zu begrenzen, um mit PUR optimale Füllgrade zu erreichen.

(6) Eine Vorinjektion mit SPUR ist nur auf begründete Ausnahmefälle zu begrenzen. Der Einsatz von SPUR ist nur im hinteren Drittel des Bauteilquerschnitts zulässig. Die PUR-I hat unmittelbar anschließend über zusätzliche Bohrpacker zu erfolgen.

(7) Bei größeren erforderlichen Harzmengen können mit Zustimmung des Auftraggebers Geräte für die zweikomponentige Injektion eingesetzt werden, die dokumentieren, dass das Mischungsverhältnis der Einzelkomponenten bei verschiedenen Witterungsverhältnissen gewährleistet ist.

(8) Für eine erneute Injektion von undicht gewordenen Rissen und Hohlräumen sind neue Bohrpacker zu setzen.

8.5 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit muss gemäß Anhang E erfolgen.. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit sind anzugeben.

(2) *Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens muss projektspezifisch folgenden Anforderungen genügen:*

- *PUR*
Die Dichtheit der Balken 1 und 2 innerhalb der Dehnungsgrenzen gemäß Prüfmethode 1 für die gefüllten Rissbereiche,
- *SPUR*
Vorübergehendes Stoppen des Wasserzutritts.

(3) *Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Flüssigkeitsdichtheit der Füllung.*

9 Vergießen (V)

9.1 Allgemeines

Rissfüllstoffe werden drucklos durch Gravitation oder kapillares Saugen an gesäuberten, vorbereiteten Rissen unter ständig gefülltem Füllstoffreservoir vergossen. Die erforderliche Fülltiefe wird vorab festgelegt und kontrolliert. Zum Vergießen von Rissen mit EP dürfen nur EP nach Nr. 6 eingesetzt werden. Zum Vergießen von Rissen mit ZL oder ZS dürfen nur die ZL oder ZS nach Nr. 7 eingesetzt werden.

9.2 Anwendung

(1) Es gelten die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen (Tabelle 3.5.3):

- Das Vergießen darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen.
- Für das Vergießen müssen die Risse derart vorbereitet werden, dass ein kontinuierlicher Fluss des Rissfüllstoffes durch ein ständig gefülltes Füllstoffreservoir sichergestellt ist.

Die Mindestrissbreiten gemäß Tabelle 3.5.3 sind zu beachten.

(2) *Durch Vergießen können nur oberflächennahe Bereiche von Rissen gefüllt werden. Die ursprüngliche Tragfähigkeit des ungerissenen Querschnitts wird daher nur teilweise wiederhergestellt, was bei der Beurteilung einer erneuten Rissbildung zu berücksichtigen ist. Aus gleichem Grunde stellt das Vergießen bereits bei geringen Rissbreitenänderungen in der Regel keine geeignete Maßnahme dar.*

(3) *Zum Vergießen in Abhängigkeit vom Feuchtezustand siehe Tabellen A 3.5.1 und A 3.5.2.*

9.3 Ausführung

(1) Die Risse müssen mindestens bis zu einer Tiefe von 5 mm bzw. bis zur 15-fachen Rissbreite (der kleinere Wert ist maßgebend) vergossen sein. Die erzielbare Fülltiefe bzw. der Füllgrad muss in einem Vorversuch am Bauteil mit anschließender Bohrkernentnahme bzw. optischer Kontrolle festgestellt werden.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur für EP-V beträgt 8 °C und für ZL-T bzw. ZS-T 5 °C.

(3) Risse sind vor dem Vergießen mit geeigneten Verfahren (z.B. Industriesaugern) zu säubern.

(4) *Das Säubern ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(5) Zur Erzielung der erforderlichen Fülltiefe muss innerhalb der von der Bauwerkstemperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes für eine ausreichende Zufuhr des Rissfüllstoffes zum Riss gesorgt werden. Auf die Möglichkeit einer Entlüftung des Risses ist zu achten.

(6) *Beim drucklosen Füllen durch Vergießen kann ein Füllstoffreservoir, z. B. durch Einschneiden einer Nut oder Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken, erzeugt werden. Bei breiteren Rissen können auf der Bauteiloberfläche parallel zum Rissverlauf Maßnahmen zur Erzielung eines ständigen Rissfüllstoffvorrates getroffen werden (z.B. Risse entsprechend dem Rissverlauf nachschneiden). Die Einzelheiten der Ausführung der EP-V, ZL-V und ZS-V und die Maßnahmen zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(7) Bei der Anwendung der ZL-V und ZS-V sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlraumfüllung muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entwichen sein.

9.4 Prüfungen

(1) *Umfang und Häufigkeit der Fremdüberwachung der Ausführung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) *Im Rahmen einer Kontrollprüfung kann die Fülltiefe zuverlässig nur durch zerstörende Prüfungen festgestellt werden und ist daher auf begründete Fälle zu beschränken.*

Anhang A

Hinweise und Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen

A 1 Bestandsaufnahme

A 1.1 Allgemeines

- (1) Risse sind zu erfassen und zu dokumentieren.
- (2) Unter Einbeziehung der wahrscheinlichen Rissursachen sind besonders die zum Zeitpunkt der Ausführung zu erwartenden Rissbreitenänderungen und zugehörigen Bauwerkstemperaturen abzuschätzen.

A 1.2 Umfang

- (1) Umfang der Untersuchungen und Art der Dokumentation richten sich nach Rissbild und Bedeutung der Risse für das Bauwerk.
- (2) Bei Rissbildungen geringeren Ausmaßes reicht in der Regel ein Prüfbericht nach DIN 1076 aus.
- (3) Bei Rissbildungen größeren Ausmaßes oder bei Rissen mit erheblicher Bedeutung für Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerks oder Bauteils, z.B. bei Überbauten von Spannbetonbrücken, muss die Bestandsaufnahme alle relevanten Merkmale von Tabelle A 3.5.3 umfassen. Darüber hinaus kann die Erfassung von weiteren Einzelheiten, z.B. besonderen, lagebedingten Witterungseinflüssen, Angaben zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsentwicklung, erforderlich sein.
- (4) Hohlräume im Beton können gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erfasst und dokumentiert werden. Zur Beschränkung von Kernbohrungen auf ein Mindestmaß an Kerndurchmesser wird auf die Möglichkeit von endoskopischen Untersuchungen in Bohrlöchern kleineren Durchmessers hingewiesen. Art und Umfang der Untersuchungen sollten sich nach den Anwendungszielen der Füllung gemäß Nr. A 2 richten.

A 1.3 Rissursachen

- (1) Eine sachgerechte Entscheidung über Instandsetzungsmaßnahmen setzt die Kenntnis der Schadensursachen voraus. Für das Füllen von Rissen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Maßnahme Folgendes zu beachten:
 - EP-V mit Füllart F-V (P), ZL-V, ZS-V mit Füllart F-V (P)

Diese Verfahren gewährleisten im Allgemeinen kein vollständiges Füllen der Risse, so dass bereits wesentlich geringere Beanspruchungen als diejenigen, die zur Rissbildung geführt haben zum erneuten Aufreißen des Querschnitts führen.

- EP-I mit Füllart F-I(P)

Auch einwandfrei injizierte Tragwerksabschnitte können nur Beanspruchungen bis in die Größenordnung der ursprünglich rissverursachenden Beanspruchungen ertragen. Beim Füllen von gerissenen Arbeitsfugen muss stets von einer geringeren Zugfestigkeit des instandgesetzten gegenüber dem ungestörten Querschnittsbereich ausgegangen werden. Die Auswirkungen von noch zu erwartenden Beanspruchungen müssen in Kenntnis dieser Eigenschaften beurteilt werden.

- PUR-I mit Füllart D-I(P)

Die begrenzte Dehnfähigkeit der mit PUR gefüllten Risse ist abhängig von der Rissbreite und Bauteiltemperatur. Die in Nr. 8.2 enthaltenen Angaben sind Mindestanforderungen; die aktuellen Dehnfähigkeiten sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen. Noch zu erwartende Rissbreitenänderungen müssen dementsprechend sorgfältig abgeschätzt werden.

- ZL-I, ZS-I mit Füllart F-I(H)

Während die Zugfestigkeit von Verbindungen, die mit EP-I hergestellt werden, vorwiegend durch die Qualität des Bauwerksbetons bestimmt wird, hängt diese bei Injektion mit Zementleim und Zementsuspension in der Regel maßgebend von den Eigenschaften des Rissfüllstoffes ab; diese sind für den jeweiligen Anwendungsfall den Angaben zur Ausführung der einzelnen Verfahren zu entnehmen.

- (2) Falls vorangegangene Maßnahmen nicht zum Erfolg geführt haben, ist zu prüfen, auf welche Ursachen dies zurückzuführen ist.

- (3) Konnten die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen nicht eingehalten werden, sind gleichartige neue Maßnahmen nur in besonderen Fällen angebracht. So kann eine Wiederholung von PUR-I zur Erreichung besserer Füllgrade begründet sein; durch eine erneute Injektion mit ZS können schließlich auch bei nochmaligem Aufreißen der gefüllten Risse so geringe Rissbreiten erzielt werden, dass sie den Anforderungen an den Korrosionsschutz der Bewehrung und auch an überwiegender Dichtheit des Bauteils (Selbstteilen der Risse mit geringer Breite) genügen.

- (4) Als wiederkehrende Rissursachen sind solche Einwirkungen auf das Bauteil zu betrachten, die zur

erneuten Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse führen

A 1.4 Messung von Rissbreiten und Rissbreitenänderungen

(1) Rissbreiten sollten mit einer Genauigkeit von 0,10 mm angegeben werden. Hierzu genügt es in der Regel, einen optischen Vergleich der Rissbreite mit der Breite einer kalibrierten Linie, z.B. eines Linienbreitenmaßstabs, durchzuführen. Die Benutzung einer Risslupe setzt bei Betonbauteilen Erfahrung voraus.

(2) Die zu Rissbreitenänderungen gehörenden Wegänderungen lassen sich u.a. mit folgenden Methoden erfassen:

– Risslupe

Auf der gut vorbereiteten Betonoberfläche dünn aufgestrichene Gipsmarken bilden nach dem Reißen sehr glatte Risse, deren Breite mit der Risslupe gut ablesbar ist. Durch mehrfache Ablesungen mit einer Genauigkeit von 0,01 mm lassen sich langsame Rissbreitenänderungen u. U. auch langfristig verfolgen.

– Labormethoden

Diese auf mechanischem oder elektrischem Prinzip beruhenden Methoden können nur von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal angewandt werden. Hierbei können auch sehr kurzzeitig eintretende Änderungen mit einer Genauigkeit von 0,001 mm registriert werden.

(3) Bei Überbauten von Massivbrücken entstehen tägliche Rissbreitenänderungen, u.a. in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung. Größte Änderungen sind bei Sonnenschein in den Sommermonaten zu erwarten, nicht jedoch bei starker Bewölkung und hohen Lufttemperaturen. Bei statisch unbestimmten Systemen tritt das tägliche Minimum der Rissbreite von 7 bis 9 Uhr und das Maximum von 19 bis 21 Uhr auf. Beim Maximum der Rissbreite verursacht auch der Verkehr die Extremwerte der kurzzeitigen Rissbreitenänderungen.

(4) Risse in Bauwerken mit behinderter Verformung (z.B. Tunnelbauwerke) haben ihre maximale Rissbreite in der kalten Jahreszeit bei niedrigen Temperaturen.

A 1.5 Bohrkernentnahmen

An Bohrkernen lassen sich Rissart, Zustand der Risse und der Rissflanken sowie vorangegangene Maßnahmen feststellen. Ihre Entnahme stellt stets eine Störung dar und sollte daher auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Eine Bohrkernentnahme kann häufig durch Betrachtung aller einwirkenden Einflüsse ersetzt werden.

A 1.6 Schadensbeurteilung

(1) Der Einfluss von Rissen in Betonbauteilen auf Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit ist auf der Grundlage von Beobachtungen, Prüfungen, statischen Berechnungen und Erfahrungen zu beurteilen. Aufgrund dieser Beurteilung, zusammen mit den aus den Bauwerksakten und dem Bauwerksbuch hervorgehenden Angaben und Daten, ist über die Ursache der Rissbildungen, die Notwendigkeit, die Ziele und die Art des Füllens von Rissen gemäß Tabelle A 3.5.1 und ggf. über das Risiko des Entstehens neuer Risse eine Aussage zu treffen. Für die Ausführung der Arbeiten sind ggf. besondere Hinweise zu geben.

(2) Eine Bewertung der Risse kann nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) durchgeführt werden.

(3) Für die Beurteilung von Hohlräumen im Beton und deren Bedeutung für das Bauwerk gelten auch die Hinweise in Abschnitt 4.

(4) Bei der Erfassung von Rissmerkmalen ist mit besonderer Sorgfalt zu verfahren, um eine qualifizierte Beurteilung der Notwendigkeit und der Art des Füllens vornehmen zu können.

(5) Die wichtigsten Rissmerkmale (Rissbreite und Rissbreitenänderungen) sind bei Bauwerken im Freien witterungsbedingten Änderungen unterworfen. Die Erfassung dieser Merkmale muss daher mindestens mit der Angabe folgender weiterer Daten verbunden sein:

- Datum, Uhrzeit,
- Witterungsbedingungen, d.h. Lufttemperatur, Bewölkung, Regen, auch an den Vortagen,
- Bauteiltemperatur im maßgebenden, d.h. die Rissmerkmale beeinflussenden Bereich (Die Temperatur ist vor Beginn der Injektionsarbeiten nicht nur auf der Bauteiloberfläche, sondern auch im Bauteilinneren etwa 4 cm unter der Bauteiloberfläche zu messen.).

(6) Bei der Beobachtung von Tagesrissbreitenänderungen müssen die entsprechenden Angaben mehrmals täglich erfasst werden. Bei verkehrsbedingten Rissbreitenänderungen kann eine Charakterisierung des Verkehrs zur besseren Bewertung der Ergebnisse erforderlich sein. Die Messzeiträume sollten so gewählt werden, dass aus den Ergebnissen ausreichende Rückschlüsse auf die kurzzeitigen und täglichen Rissbreitenänderungen zum Zeitpunkt der vorgesehenen Füllung möglich sind.

A 2 Anwendung

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

- Hemmen oder Verhindern des Zutritts von korrosionsfördernden Stoffen in Betonbauteile durch Risse (Schließen).
- Beseitigen von rissebedingten Undichtheiten des Betonbauteils (Abdichten).
- Herstellen einer zug- und druckfesten Verbindung beider Rissflanken (kraftschlüssige Verbindung).
- Herstellen einer begrenzt dehnbaren Verbindung beider Rissflanken (begrenzt dehnbare Verbindung).

(2) Kraftschlüssiges und dehnbares Verbinden der Rissflanken beinhaltet das Schließen und Abdichten der Risse.

(3) Das Herstellen einer kraftschlüssigen Verbindung und einer begrenzt dehnbaren Verbindung schließen sich im allgemeinen gegenseitig aus. Festigkeit und Dehnfähigkeit der Verbindungen sind Rissfüllstoff abhängig.

(4) Das Erreichen eines oder mehrerer Ziele kann durch Beton- oder Rissfüllstoff schädigende oder die Haftfestigkeit mindernde Einlagerungen im Riss, einschließlich selten zu erwartender Aussinterungen an den Rissflanken, teilweise oder vollständig verhindert werden.

(5) Für vergleichbare Anwendungsziele kann das Füllen im Bereich von Hohlräumen vorgesehen werden.

(7) Die Anwendungsbereiche der einzelnen Rissfüllstoffe und Füllarten richten sich nach dem Feuchtezustand der Risse und den Rissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Für die zur Kennzeichnung des Feuchtezustandes verwendeten Begriffe gelten die Merkmale nach Tabelle A 3.5.1.

(8) Die in Tabelle A 3.5.2 definierten Anwendungsbereiche gelten sinngemäß für Injektionen von Hohlräumen im Beton.

(9) Die projektspezifischen füllstoffbezogenen Verwendungsbedingungen gemäß Anhang F sind unter Berücksichtigung entsprechende Expositionsclassen zu beachten.

A 3 Füllen von Rissen

A 3.1 Rissfüllstoff

Hinsichtlich des Rissfüllstoffs ist auf Folgendes zu achten:

- füllartangepasste Viskosität,
- gute Verarbeitbarkeit innerhalb füllartabhängig definierter Grenzen,

- ausreichende Mischungsstabilität,
- geringer reaktionsbedingter Volumen schwind,
- ausreichende Haftfestigkeit am Betongefüge (Rissflanke),
- ausreichende Eigenfestigkeit ,
- hohe Alterungsbeständigkeit,
- nicht korrosionsfördernd,
- Verträglichkeit mit allen Stoffen, mit denen es in Berührung kommt.

A 3.2 Injektionsgerät

(1) Injektionsgeräte für einkomponentige und für zweikomponentige Injektionen sollen folgende Eigenschaften haben:

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

(2) Injektionsgeräte für zweikomponentige Injektionen müssen zusätzlich folgende Eigenschaften haben:

- hohe Dosiergenauigkeit bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen,
- geringe Anfälligkeit gegen fehlerhafte Bedienung (Verstellung des Dosierverhältnisses, Zuschaltung von Reinigungsmitteln usw.).

A 3.3 Injektionsschlauch

Der Injektionsschlauch soll folgende Eigenschaften haben:

- ausreichender Querschnitt und Durchlässigkeit des Injektionskanals und der Austrittsöffnungen nach dem Betonieren,
- Verhinderung des Eindringens von Zementleim beim Betoniervorgang oder von zurückdrückendem Rissfüllstoffes nach der Injektion,
- Austritt des Rissfüllstoffes aus dem Schlauch im einbetonierten Zustand bereits bei geringem Druck,
- Sicherstellung der Nachinjizierbarkeit innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes,
- Robustheit der Schläuche und des Befestigungssystems beim Einbau des Schlauches sowie beim Einbau des Konstruktionsbetons,
- Aufschwimmsicherheit beim Betonieren.

A 4 Füllen von Hohlräumen

Für das Füllen von Hohlräumen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die erreichbaren Anwendungsziele Folgendes zu beachten:

– EP-I mit Füllart F-I(P)

Diese Methode ist nur geeignet zum Füllen von trockenen Hohlräumen mit kleinem Volumen in der Größenordnung von weniger als 100 cm³. Die im Gefüge hergestellte Verbindung wird zwar kraftschlüssig, die Maßnahme dient jedoch wegen des geringen E-Moduls von EP nicht der Verfestigung. In diesem Sinne können mit EP-I auch nur lokale Verbundstörungen behoben werden.

– PUR-I mit Füllart D-I(P)

Falls die Standsicherheit durch die Hohlräume im Beton nicht beeinträchtigt ist, können diese in der Regel durch Rasterinjektion abdichtend mit PUR gefüllt werden.

– ZL-I, ZS-I mit Füllart F-I(H)

Hohlräume und haufwerkporiges Betongefüge können mit ZL und ZS bei beliebigen Feuchte-zuständen verfestigend gefüllt werden. Die Wahl des Rissfüllstoffes richtet sich nach der Struktur der Hohlräume im Betongefüge unter Beachtung des unterschiedlichen Eindringvermögens von ZL und ZS. Für die obere Grenze der zu füllenden Hohlräume sind unter Berücksichtigung der Druckfestigkeit des Rissfüllstoffes die Belange der Standsicherheit maßgebend.

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen - Anhang A

Tabelle A 3.5.1: Feuchtezustand von Rissen, Rissufern und Rissflanken

Begriff	Merkmal
trocken ¹⁾	– Wasserzutritt nicht möglich, – Beeinflussung des Rissbereiches durch Wasser nicht feststellbar, – Wasserzutritt möglich, jedoch seit ausreichend langer Zeit ausschließbar, – Rissufer/-flanken optisch feststellbar trocken. ²⁾
feucht	– Farbtonveränderung im Rissbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt, – Anzeichen von Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen), – Rissufer/-flanken optisch festfeucht oder matt-
nass	– Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar, – Wasser perlt aus dem Riss.
unter Druck wasserführend	– Zusammenhängender Wasserfilm tritt aus dem Riss aus.

1) Beton mit umgebungsbedingter Ausgleichsfeuchte

2) Beurteilung der Rissflanken an Trockenbohrkernen

Tabelle A 3.5.2: Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe und Füllarten

Füllziel	Instandsetzungsziel	Einwirkung auf den Füllbereich			
		trocken ^a DY (dry)	feucht DP (damp)	nass WT (wet)	fließendes Wasser ^b WF (water flow)
Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen / Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)
	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen ^d / Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität ^d	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
Abdichten	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen / Regulierung des Wasserhaushalts des Betons	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- -- D-I (P)
	kraftschlüssiges Verbinden	F-I (P) F-I (H) ^e	F-I (P) ^c F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e

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

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

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

^d Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden.

^e gilt auch für Hohlräume

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

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

I: Injektion,

V: Vergießen

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in
Betonbauteilen - Anhang A**

Tabelle A 3.5.3: Hinweise zu Verwendungsbedingungen für Rissfüllstoffe

Kriterien		Verwendungsbedingungen		
		Kraftschlüssig (F)		Dehnbar (D)
Verbinden von Rissflanken				
Füllstoff-Füllart		F-I (P) / F-V (P)	F-I (H) ^a / F-V (H) ^a	D-I (P)
Rissart,		Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss
Hohlraum		-	ja	ja
Rissursache		bekannt, nicht wiederkehrend		bekannt, wiederkehrend
vorangegangene Maßnahmen		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	zulässig bei vorangegangener Füllung mit P oder H
XSTAT statisch mitwirkend		ja	ja	nein
XBW2 flächige Durchströmung		nein	ja	ja
XDYN		nicht zulässig	nicht zulässig	zulässig
XCR	Feuchtezustand	DY / DP ^b	DY ^c / DP / WT	DY / DP / WT / WF
Niedrigste Bauteiltemperatur ^d		8 °C	5 °C	5 °C
Bei Bauteilen mit Bewehrung oder sonstigen eingebetteten Metallen		ja	ja	ja
Injizierbarkeitsklasse nach DIN EN 1504-5		1 / 2 / 3 / 5 / 8	3 / 5 / 8	1 / 2 / 3 / 5 / 8
XCR	Rissbreite ^g bei Injektion beim Vergießen gemäß DIN EN 1504-5	w [mm] ≥ 0,1 / ≥ 0,2 / ≥ 0,3 ≥ 0,5 / ≥ 0,8 ≥ 0,2	≥ 0,3 / ≥ 0,5 / ≥ 0,8 ≥ 0,5 ^e / ≥ 0,8 ^f	≥ 0,1 / ≥ 0,2 / ≥ 0,3 --
	Rissbreitenänderung während der Erhärtungsphase	Δw HFR	Δw ≤ 0,10·w ≤ 0,03 [mm], der kleinere von beiden Werten ist maßgebend	nicht zulässig zulässig
		Δw LFR	abhängig von der Festigkeitsentwicklung	nicht zulässig zulässig
	während der Nutzungsphase	Δw LFR Δw CON Δw HFR	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit ^c
Erneute Rissbildung während der Nutzungsphase für das Füllziel „Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)“		W _{neu}	Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, den zu erwartenden Rissbreitenänderungen und Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache Neurissbildungen an anderer Stelle des Bauteils möglich sind. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann. Der Sachkundige Planer muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.	
^a Die Leistungsfähigkeit der kraftschlüssigen Verbindung mit hydraulischem Bindemittel ist nur bedingt, siehe Leistungsbeschreibung des Herstellers ^b F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit ^c Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgenässt werden ^d bei explizitem Nachweis ist die Verwendung auch bei niedrigen Bauteiltemperaturen möglich				

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in
Betonbauteilen - Anhang A**

Tabelle A 3.5.4: Erfassung von Rissmerkmalen

	Merkmal		Erfassungs- bzw. Untersuchungsmethode	Dokumentation
1	Rissart		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme ¹⁾	Unterscheidung nach oberflächennahen Trenn- und Biegerissen
2	Rissverlauf		Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, ggf. pauschale Angaben (z.B. Biegerisse in Abständen von , Netzzrisse mit Maschenweite von)
3	Rissbreite w ⁴		Linienstärkenmaßstab, Risslupe (Genauigkeit 0,05 mm)	Angaben mit Datum, ggf. Messort bei Rissbreitenänderungen nach Zeilen 4.1 und 4.2 auch mit Uhrzeit und Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur ³⁾
4.1	Rissbreitenänderung Δw	kurzzeitig (HFR)	Wegänderungen, z.B. mit Wegaufnehmer (mit Datenerfassungssystem) zur langzeitigen Rissbreitenmessung.	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2		täglich (LFR)	Wegänderungen, z.B. mit Messuhr, Setzdehnungsmesser, Wegaufnehmer, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung.	Änderungen zwischen Morgen- und Abendmesswert mit einem Zeitabstand von ca. 12 h, mit Datum, Witterungsbedingungen und Bauteiltemperatur
4.3		langzeitig (z.B. CON)	Setzen von (ggf. kalibrierten) Marken, Setzdehnungsmessung, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung.	Änderungen in großen Zeitabständen (u.U. mehrere Monate) mit Angabe des Datums und der Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur ³⁾
	Hohlraumeigenschaften		Bohrkernentnahme, Endoskopie	Lage und Ausmaße des hohlraumreichen Gefüges, Durchgängigkeit
6	Zustand der Risse		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme ^{1) 2)}	Angaben gemäß Definition in Tabelle A 3.5.1, Verschmutzung, Aussinterung
7	Vorangegangene Maßnahmen		Bauwerks-, Instandhaltungsbuch	Angaben über frühere Maßnahmen, z.B. Füllen der Risse
8	Beurteilung der Rissursache bzw. Hohlraumursache		Inaugenscheinnahme, Erkundungen einschl. Herstellungsbedingungen, Verwertung der Ergebnisse von Zeile 1 bis 4, ggf. Berechnungen	Unterscheidung gemäß Definition, ggf. Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkehrender Rissursachen

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

²⁾ Ermittlung des Feuchtegehaltes durch Inaugenscheinnahme oder mit Labormethoden

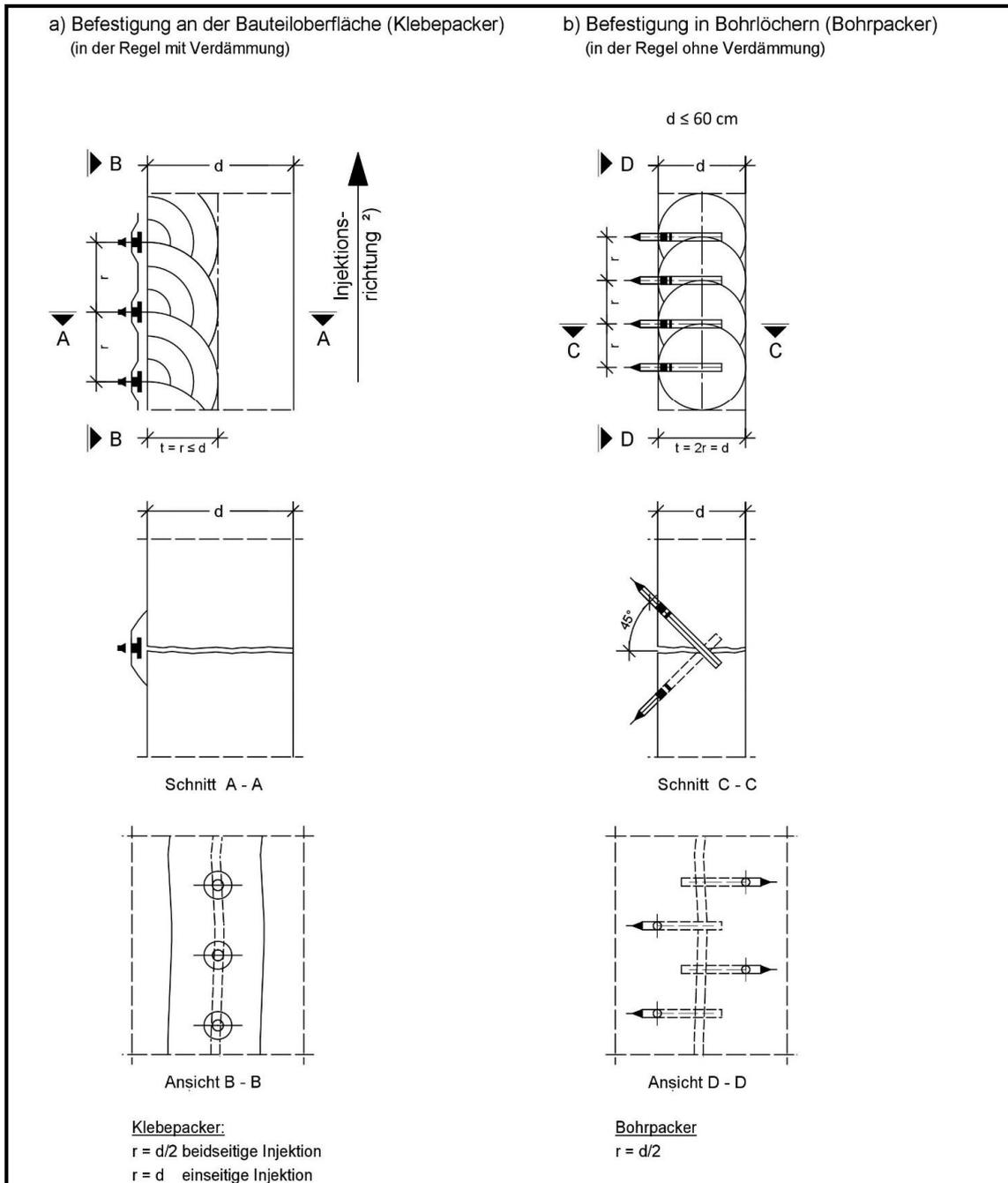
³⁾ Angabe der Bauteiltemperatur ist notwendig, sofern die Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen (z.B. Straßentunnel o. ä.)

⁴⁾ gemessen auf der Bauteiloberfläche

Anhang D

Anordnung von Packern

Anordnung der Packer in Standardfällen bei einer vorgegebenen Fülltiefe bis max. 600 mm



d: Bauteildicke,
r: Abstand der Packer ¹⁾,
t: Wirkzone eines Packers

- 1) Der mittlere Abstand r darf in beiden Fällen nur unwesentlich überschritten werden.
- 2) Injektionsrichtung: von unten nach oben, Nutzung der Packer nacheinander jeweils nach Austritt des Rissfüllstoffes aus dem vorhergehenden Füllvorgang.

Anhang E

Nachweis der Verwendbarkeit

(1) Für die Baustoffe und Baustoffsysteme sowie das Applikationsverhalten sind im Auftrag des Auftragnehmers projektspezifische Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit von einer hierfür anerkannten Konformitätsbewertungsstelle an den angelieferten Ausgangsmaterialien / an der zur Verwendung vorgesehenen Charge durchzuführen, um festzustellen, ob die vertraglichen Anforderungen nach Art und Güte erfüllt werden.

(2) Der Umfang der Prüfungen ergibt sich aus der Überprüfung der erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der sachkundige Planer festlegt. Diese sind vollständig zu überprüfen.

(3) Ebenso ist zu prüfen, inwieweit eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

(4) Im Rahmen des projektspezifischen Nachweises der Verwendbarkeit sind als

Grundlage für einen Übereinstimmungsnachweis Merkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren.

(5) Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit geprüften Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Übereinstimmungsnachweis gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

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

Anhang F

Einwirkungen das auf Bauwerk aus dem Betonuntergrund

Nachstehend sind Hinweise für die Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus dem Betonuntergrund für Rissfüllstoffe aufgeführt.

Tabelle F.1: Einwirkungen auf Bauwerk aus dem Betonuntergrund

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele ¹⁾ (informativ)
Einwirkungen aus dem Betonuntergrund		
XCR (cracks)	Risse	
W (width)	mit Rissbreite w ²⁾ in mm	
Δw LFR HFR CON	mit Rissbreitenänderung Δw in mm – zyklisch niedrigfrequent z. B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung (LFR: low frequent) – zyklisch hochfrequent z. B. aus Verkehr (HFR: high frequent) – kontinuierliche Rissbreitenänderung, z. B. aus Schwinden, Setzungen (CON: continuous)	Brücke; Rissbildung durch Stützensenkung
DY (dry)	mit Feuchtezustand "trocken": – Wasserzutritt nicht möglich. – Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar	Innenbauteil;
DP (damp)	mit Feuchtezustand "feucht": – Farbtonveränderung im Riss- oder Hohlraumbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt. – Anzeichen auf Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen). – Riss oder Hohlraum erkennbar feucht oder matt-feucht (beurteilt an Trockenbohrkernen).	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WT (wet)	mit Feuchtezustand "nass (drucklos gefüllt)": – Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar. – Wasser perlt aus dem Riss.	
WF (waterflow)	mit Feuchtezustand "fließendes Wasser (druckwasserführend)": – Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus.	
<p>¹⁾ Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z.B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden.</p> <p>²⁾ Aufgenommen und ausgewertet nach DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“</p>		