

Instandsetzung von Stahlbetonbauten (4) : Füllen von Rissen

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **66 (1998)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153842>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Setzen eines Schraubpackers.
Foto: Sika AG, Zürich

Instandsetzung von Stahlbetonbauten (4): Füllen von Rissen

Risse in Beton- und Stahlbetonbauteilen können durch Injektionen mit Feinstzementsuspensionen bzw. Kunstharzen geschlossen werden.

Risse können die Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit, manchmal sogar die Tragfähigkeit von Beton- und Stahlbetonbauteilen beeinträchtigen. Auf ihre Bedeutung wurde im letzten «Cementbulletin» [1] eingegangen.

Im vorliegenden Artikel werden wichtige Aspekte bei der Instandsetzung von gerissenen Beton- und Stahlbetonbauwerken behandelt. Im Vordergrund stehen dabei Injektionen mit Kunstharzen oder Zement- bzw. Feinstzementsuspensionen. Alternative Möglichkeiten wie Rissüberbrückungen durch Beschichtungen oder Folien (beispielsweise bei Abdichtungen von Wasserbauwerken auf der Seite des Wasserdurchtritts) [2] werden im Mittelpunkt des nächsten «Cementbulletins» stehen.

Richtlinien

Das Verpressen von Rissen wird in zwei deutschen Richtlinien ausführlich behandelt:

- «Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen» (ZTV-Riss 93) [3]
- «Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», herausgegeben in vier Teilen vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) [4–7].

Die folgenden Ausführungen basieren vor allem auf diesen Richtlinien sowie auf Unterlagen zu einer TFB-Veranstaltung mit dem Thema «Instandsetzung von Stahlbetonbauten: Verstärken und Abdichten» [2, 8, 9].

Verfahrenswahl

Beim Füllen von Rissen können verschiedene Ziele verfolgt werden [3]: *Schliessen*. Hemmen oder Verhindern des Eindringens von korrosionsfördernden Wirkstoffen in Bauteile. *Abdichten*. Beseitigung rissbedingter Undichtigkeiten im Bauteil. *Dehnfähiges Verbinden*. Herstellen

einer begrenzt dehnbaren Verbindung beider Rissufer. *Kraftschlüssiges Verbinden*. Herstellen einer zugfesten Verbindung beider Rissufer zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit. Jede dieser Aufgaben stellt andere Anforderungen an die Injektionsmaterialien. Entsprechend gross ist denn auch die Auswahl der auf dem Markt erhältlichen Produkte. Zusammen mit Kunststoffen wie Epoxid-, Polyurethan- und Acrylatharzen sind hier auch Feinstzemente zu nennen. Ein wichtiger Faktor für die Verfahrenswahl ist – neben dem Anwendungsziel – der Feuchtezustand der Risse. Dies wird in *Tabelle 1* berücksichtigt. In ihr sind die Füllmaterialien aufgeführt, mit denen ein vorgegebenes Anwendungsziel erreicht werden kann. In *Tabelle 2* sind die materialspezifischen Anwendungsbedingungen für Rissfüllstoffe und Füllarten gemäss den Richtlinien des DAfStb [5] zusammengefasst.



1-Komponenten-Injektionspumpe.

Foto: Sika AG, Zürich

Die Richtlinien des DAfStb [5–8] sind bezüglich des Einsatzes von Zementsuspensionen nicht auf dem neuesten Stand: Mit Feinstzementen, die heute bereits mit einer maximalen Korngrösse von 0,006 mm (6 µm) angeboten werden, lassen sich sogar Risse unter 0,1 mm Breite fehlerfrei füllen (siehe auch [10]). Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass sich Feinstzementsuspensionen für das kraftschlüssige Verschliessen bei Rissweiten $\geq 0,2$ mm eignen [8].

In der ZTV-Riss 93 [3] wird dem Rechnung getragen, indem Feinstzement-

suspensionen zum Schliessen, Abdichten und kraftschlüssigen Verbinden von Rissen bzw. Rissufern zugelassen werden. Gegenüber Kunststoffinjektionen weisen Zementinjektionen den Vorteil auf, dass sie zu einem vollwertigen Korrosionsschutz der Bewehrung führen (alkalisches Milieu!). Einzig das dehnfähige Verbinden von Rissufern ist aus verständlichen Gründen nicht möglich.

Injektionsmaterialien

Über die Verwendung von Feinstzementsuspensionen für Rissverpressungen wurde bereits in einem

früheren «Cementbulletin» ausführlich informiert [10]. Deshalb wird hier nur auf die wichtigsten Kunstharze eingegangen.

Epoxidharze

sind Zweikomponenten-Injektionsharze mit guten mechanischen Eigenschaften. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften variieren innerhalb weiter Bereiche. Dies zeigt sich beispielsweise an der Viskosität, die je nach Füllergehalt zwischen 100 und 25 000 mPas betragen kann. Nachteilig wirkt sich bei vielen Epoxidharzen aus, dass sie auf

Anwendungsziel	Feuchtezustand der Risse/Rissufer		«drucklos» wasserführend	«unter Druck» wasserführend
	trocken	feucht		
Schliessen durch Tränken mit	EP	EP ¹⁾	–	–
Schliessen durch Injektion mit	EP, PUR, ZL, ZS	EP ¹⁾ , PUR, PMA, ZL, ZS	PUR, ZL, ZS	PUR ²⁾ , ZL ³⁾ , ZS ³⁾
Abdichten durch Injektion mit	EP, PUR, ZL, ZS	EP ¹⁾ , PUR, PMA, ZL, ZS	PUR, PMA, ZL, ZS	PUR ²⁾ , PMA, ZL ³⁾ , ZS ³⁾
Dehnfähiges Verbinden mit	PUR	PUR, PMA	PUR, PMA	PUR ²⁾ , PMA
Kraftschlüssiges Verbinden mit	EP, ZL, ZS	EP ¹⁾ , ZL, ZS	ZL, ZS	ZL ³⁾ , ZS ³⁾

¹⁾ spezielle hierfür ausgewiesene Epoxidharze verwenden

²⁾ Vorabdichten mit schnell-schäumendem PUR, dann Injektion von PUR

³⁾ zusammen mit vorübergehenden Massnahmen zu Druckminderung

EP: Epoxidharz

PUR: Polyurethane

PMA: Polymethacrylate

ZL: Zementleim

ZS: Zementsuspension

Tab. 1 Anwendungsbereiche von Füllmaterialien in Abhängigkeit vom Feuchtezustand nach [3] (modifiziert).



Im Boden-/Sohlenbereich einer Betonkanalisation gesetzte Packer.

Foto: Sika AG, Zürich

nassen Untergründen nicht oder nur beschränkt einsetzbar sind, da sie schlecht haften.

Epoxidharze werden unter anderem dann empfohlen, wenn eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften verlangt werden [9]:

- hohe Haftzugfestigkeit (10–20 N/mm²)
- hohe Zugfestigkeit (20–40 N/mm²)
- hohe Druckfestigkeit (> 100 N/mm²)
- hohe Biegezugfestigkeit (bis zu 30 N/mm²)

Nützlich ist auch ihre gute Chemikalienbeständigkeit; Beständigkeitsprobleme sind nur in Gegenwart starker Säuren zu erwarten.

Die üblichen Epoxidharzsysteme sind wenig oder nicht flexibel. Sie eignen sich deshalb besonders gut für kraftschlüssige Rissüberbrückungen und starre Rissverklebungen. Flexibilisierte Epoxidharze verfügen über grosse Haftzugfestigkeiten. Sie überstehen Erschütterungen oder leichte Bewegungen ohne Ablösung an den Rissflanken.

Polyurethane

Polyurethane sind als ein- und zwei-komponentige Systeme auf dem Markt. Sie werden seit mehr als 20 Jahren eingesetzt. Ihre Lebensdauer dürfte aufgrund von Laboruntersuchungen über 40 Jahre betragen, auch unter stark basischen Bedingungen (pH 13,5) [11].

Für Rissinjektionen eignen sich Polyurethane vor allem wegen den folgenden Eigenschaften [9]:

- hohe Klebkraft (5 und mehr N/mm²), auch bei feuchten Untergründen
- hohe Eindringfähigkeit als Folge der niedrigen Viskosität (200–500 mPa s)
- gute Verformbarkeit bei Rissbewegungen

Die Dehnfähigkeit vieler handelsüblicher Polyurethanharze für dauerhafte Abdichtungen beträgt meist < 10%. Konkret bedeutet dies, dass sie sich bei einer Änderung der Rissbreite von 0,30 auf 0,33 mm bereits erschöpft [12].

Polyurethanschäume erlauben schnelle temporäre Abdichtungen bei drückendem Wasser, die an-

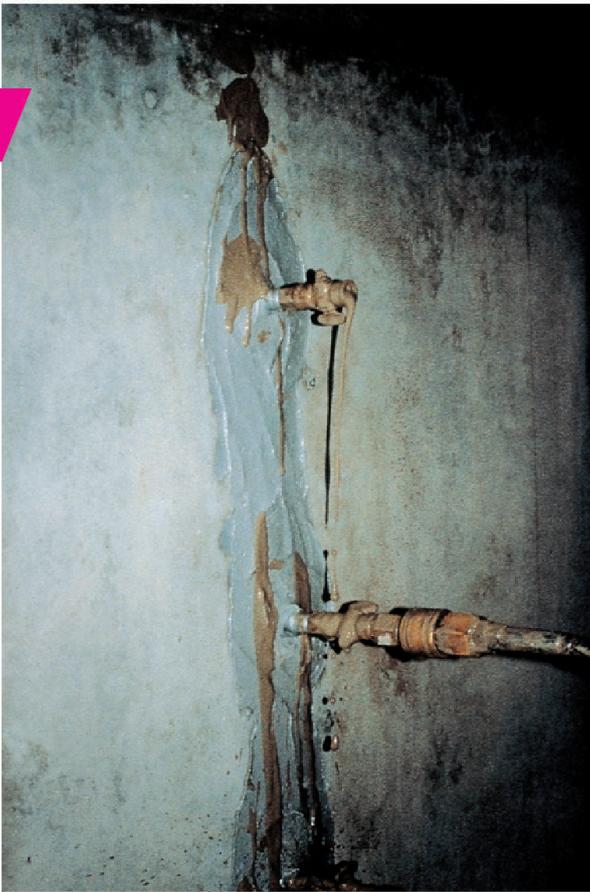
schliessend durch eine dauerhafte Abdichtung ergänzt werden müssen [11].

Polymethacrylate

PMA-Harze für Injektionen sind eine Neuentwicklung. Sie reagieren völlig anders als Epoxid- oder Polyurethanharze. Für Rissverpressungen sind vor allem die folgenden Eigenschaften von Interesse [9]:

- niedrige Viskosität (5–20 mPa s; vergleichbar mit Wasser) und gute Benetzbarkeit; daraus resultiert ein sehr hohes Penetrationsvermögen
- keine Viskositätsänderung bis zum Ende der Topfzeit (je nach Formulierung 10 Sekunden bis 1 Monat!), dann aber rascher Viskositätsanstieg
- keine genaue Dosierung nötig, da nur Moleküle einer Substanz miteinander reagieren (Auslösung durch Initiatoren, Wärme oder Strahlung)

PMA-Harze können sowohl für kraftschlüssige Rissverbindungen (Druckfestigkeiten bis 30 N/mm², Biegezugfestigkeiten etwa 15 N/mm², hohe



Injektion von Feinstzementsuspension.

Foto: TFB-Archiv

Klebekraft um 5 N/mm²) als auch für Abdichtungen von Rissen formuliert werden. Interessant sind PMA-Harze wegen ihrer Elastizität, wodurch sie bei Rissverformungen ihre dichtende Wirkung nicht verlieren; zudem quellen sie bei Kontakt mit Wasser auf; ihre dichtende Wirkung nimmt dadurch sogar zu. Daneben sind aber auch nicht quellende, relativ harte Systeme auf dem Markt.

Injektionspraxis

Das Injektionsmaterial wird über sogenannte Packer in die Risse eingebracht. Dabei wird zwischen Bohr- und Klebepackern unterschieden. *Bohrpacker* werden in Bohrkanälen verwendet, die den Rissbereich kreuzen. Sie bestehen oft aus metallischen Gewinderöhrchen, auf die eine Spreizeinrichtung geschoben werden kann. Diese arretiert den Packer und dichtet gleichzeitig den Bohrkanal ab. Das Verdämmen der Risse ist meist nicht erforderlich, aus praktischen Gründen werden Risse

jedoch häufig mit einem zementösen Spachtel oder einem Stopfmörtel verdämmt.

Klebepacker bestehen aus Metall-

oder Kunststoffplättchen mit einem verschliessbaren Einfüllstutzen. Sie werden direkt auf den gereinigten Riss aufgeklebt; die nicht von Klebepackern bedeckten Rissöffnungen müssen verdämmt werden (zementöse Spachtel oder Kunststoffspachtel).

Für das Injizieren von Kunstharzen werden bevorzugt Bohrpacker eingesetzt. Bei Spannbetonbauteilen, wo die Schädigung der Spannstähle nicht auszuschliessen ist, werden sehr oft Klebepacker verwendet [13].

Für das Injizieren stehen die unterschiedlichsten Apparate und Anlagen zur Verfügung. Das Verpressen erfolgt meist bei relativ niedrigen Drücken. (Bei zu hohen Drücken besteht die Gefahr, dass Risse aufgeweitet werden.) In der Regel wird nachinjiziert.

Nach Abschluss der Injektionsarbei-



Wasserstop durch PUR-Injektion.

Foto: Sika AG, Zürich

Material		Tränkung mit EP	Injektion mit EP	Injektion mit PUR	Injektion mit ZL
Rissweite w		> 0,10 mm	> 0,10 mm ¹⁾	> 0,10 mm	> 3 mm ⁶⁾
Rissbreitenänderung Δw vor Beginn der Massnahme	kurzzeitig	nicht zulässig	< 0,1 w bzw. < 0,03 mm ²⁾	in der Regel < 0,25 w ⁵⁾	nicht zulässig
	täglich	nicht zulässig	abhängig von Festigkeitsentwicklung des EP ³⁾	in der Regel < 0,25 w ⁵⁾	nicht zulässig
	langzeitig	nicht zulässig	unbegrenzt	in der Regel < 0,25 w ⁵⁾	nicht zulässig
Feuchte der Risse/Rissufer		trocken	trocken oder feucht ⁴⁾	feucht oder nass	nass
Vorangegangene Massnahmen		keine Bedingungen	EP-Füllung unzulässig	wiederholte Füllung möglich	Kunstharzbehandlung unzulässig
Rissursache		bekannt nicht wiederkehrend	bekannt nicht wiederkehrend	bekannt	bekannt nicht wiederkehrend

¹⁾ in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes

²⁾ kleinerer Wert massgebend

³⁾ keine Begrenzung, wenn Festigkeit $\geq 3,0$ N/mm² innerhalb von 10 Std. und bei entsprechendem Injektionszeitpunkt

⁴⁾ besondere Anforderungen bei feuchten Rissen

⁵⁾ gemäss Grundprüfung

⁶⁾ bei besonderen Verfahren auch kleiner

EP: Epoxidharz
PUR: Polyurethane
ZL: Zementleim

Tab. 2 Materialspezifische Anwendungsbedingungen für Rissfüllstoffe und Füllarten [5].

ten werden die Packer üblicherweise entfernt. Die Bohrlöcher werden mit einem Kunstharz- oder einem zementösen Mörtel fachgerecht verschlossen. Oft schliesst sich ein weiterer Schutz des Bauteils durch ein Oberflächenschutzsystem an. Der Füllgrad der Risse lässt sich nur mittels Bohrkernen feststellen. Gemäss der Richtlinie des DAfStb [5] müssen bei kraftschlüssigen Verbindungen die an der Mantelfläche sichtbaren Risse mit Breiten > 0,1 mm zu mindestens 80% gefüllt sein.

Kurt Hermann, TFB

Literatur

- [1] Hermann, K., «Instandsetzung von Stahlbetonbauten (3)»: «Risse: Einfluss auf Dichtigkeit und Korrosion», Cementbulletin 66 [10], 3–7(1998).
- [2] Pichler, W., «Abdichtungsmöglichkeiten von Rissen und undichten Fugen – Systeme, praktische Beispiele» in Unterlagen zur TFB-Fachveranstaltung Nr. 974 840 «Verstärken und Abdichten» vom 25. März 1998.
- [3] ZTF-Riss 93: «Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen», herausgegeben vom Deutschen Bundesministerium für Verkehr, Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund (1993).
- [4] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 1: «Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 15 Seiten (1990).
- [5] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 2: «Bauplanung und Bauausführung», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 54 Seiten (1990).
- [6] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 3: «Qualitätssicherung der Bauausführung», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 35 Seiten (1991).
- [7] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 4: «Qualitätssicherung der Bauprodukte», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 63 Seiten (1992).
- [8] Huth, W., «Rissverpressung mit Feinstzementen: Grundlagen und Beispiele» in Unterlagen zur TFB-Fachveranstaltung Nr. 974 840 «Verstärken und Abdichten» vom 25. März 1998.
- [9] Lichtsteiner, F., «Rissverpressungen mit Kunststoffen: Grundlagen und Beispiele» in Unterlagen zur TFB-Fachveranstaltung Nr. 974 840 «Verstärken und Abdichten» vom 25. März 1998.
- [10] Hermann, K., «Rissverpressungen mit Feinstzementsuspensionen», Cementbulletin 64 [4], 3–7 (1996).
- [11] Graeve, H., und Riecks, B., «Abdichtende Injektionen mit neuen Werkstoffen», Strassen- und Tiefbau 50 [10], 12–18 (1996).
- [12] Ruffert, G., «Abdichtungen von Rissen in Wasserbauwerken aus Beton», Strassen- und Tiefbau 49 [1], 14–16 (1995).
- [13] Voegeli, R., «Einsatzmöglichkeiten der abdichtenden Injektion zur Bausanierung» in Wittmann, F. H. (Herausg.), «Injizieren von Rissen», WTA-Schriftenreihe 5, 21–34 (1996).