Zeitschrift: Cementbulletin

Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)

Band: 64 (1996)

Heft: 4

Artikel: Rissverpressungen mit Feinstzementsuspensionen

Autor: Hermann, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153814

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Rissverpressungen mit Feinstzementsuspensionen

Risse in Betonbauteilen können durch die Injektion von Feinstzementsuspensionen kraftschlüssig geschlossen werden.

Risse in Beton sind nicht nur ein ästhetisches Problem: Sie können unter Umständen die Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit, manchmal sogar die Tragfähigkeit von Betonbauteilen erheblich beeinträchtigen. In den meisten Regelwerken wird deshalb die zulässige Rissbreite je nach Umwelteinwirkungen auf ein Bauteil auf 0,1 bis 0,4 mm beschränkt.

Weitere wichtige negative Folgen von Rissen in Beton sind [1]:

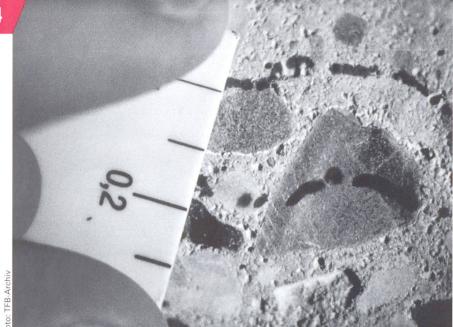
- Der Korrosionsschutz der Bewehrung wird beeinträchtigt.
- Die Dichtigkeit kann ab Rissbreiten von 0,05 mm nicht mehr gewährleistet sein.

Risse müssen deshalb oft verschlossen werden. Ein in den letzten Jahren vermehrt eingesetztes Verfahren ist das Injizieren von Feinstzementsuspensionen.

Verfahren zum Schliessen von Rissen

Das kraftschlüssige Verfüllen von Rissen in Konstruktionsbeton wird schon seit über 30 Jahren erfolgreich mit Epoxidharzen durchgeführt, die eine hohe Eigen- und Haftfestigkeit aufweisen. Auch kleinste

Risse (Rissbreite an Bauteiloberfläche um 0,1 mm) lassen sich damit bis in die feinsten Verästelungen füllen - im Idealfall. Sobald beispielsweise der Beton nass ist oder die Risse dehnfähig verbunden werden sollten, treten mit Epoxidharzen Probleme auf. Diese können meistens unter Verwendung anderer Materialien – Polyurethanharzen oder Zementleimen bzw. Zementsuspensionen - gelöst werden. Einen Überblick über die Anwendungsbereiche der wichtigsten Füllmaterialien (Zementsuspensionen, Zementleime, Polyurethan- und Epoxidharze) und möglichen Füllarten (Tränkung, Injektion) in Abhängigkeit vom Feuchtezustand der Risse gibt Tabelle 1 [2]. Diese stammt aus den «Zusätzlichen tech-



Mit Feinstzementsuspension gefüllter Riss.

nischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen» (ZTV-RISS 93). In der ZTV-RISS 93 wurden in Deutschland erstmals Feinstzementsuspensionen für das Schliessen und Abdichten von Rissen sowie für das kraftschlüssige Verbinden von Rissufern zugelassen.

Zementsuspensionen weisen gegenüber den Epoxid- und Polyurethanharzen einige Vorteile auf:

- Sie sind länger verarbeitbar.
- Sie sind sowohl unter trockenen als auch unter feuchten Bedingungen einsetzbar.

- Sie bieten einen vollwertigen Korrosionsschutz für die Bewehrung.
- Ihre Materialbasis ist die gleiche wie bei Beton.
- Sie lassen sich wie alle mineralischen Baustoffe entsorgen.

Feinstzemente

Feinstzemente, deren wichtigste Kenngrössen in Tabelle 2 mit denjenigen von CEM-I-Zementen (PC und HPC) verglichen werden, zeichnen sich vor allen durch die sehr hohe spezifische Oberfläche (11000 bis 16 000 cm²/g) aus. Entscheidend für ihren Einsatz bei Rissverpressungen ist aber die abgestimmte kontinuier-

liche Korngrössenverteilung (siehe Abbildung 1). Damit Feinstzementsuspensionen ein möglichst hohes Penetrationsvermögen aufweisen, dürfen sie nur wenig sogenanntes «Sperrkorn» (grosse Zementkörner) enthalten. Für Verpressungen von Rissen in Beton lassen sich deshalb nur Produkte verwenden, deren Eigenschaften ungefähr denjenigen des in Tabelle 2 mit Typ B bezeichneten Feinstzements entsprechen. Sie weisen bei 16 µm (0,016 mm) einen Siebdurchgang von 100 % auf. Feinstzemente vom Typ A (95-96 % Korngrössenanteil < 16 µm) eignen sich beispielsweise für die gängigen Verfestigungs- und Abdichtungsinjektionen auf dem Gebiet der Geotechnik.

Anwendungsziel	Feuchtezustand der Risse				
	trocken	feucht	«drucklos» wasserführend	unter Druck wasserführend	
Schliessen durch Tränken mit	EP	EP ¹			
Schliessen durch Injektion mit	ZS, ZL, EP, PUR	ZS, ZL, EP ¹ , PUR	ZS, ZL, PUR	ZS ³ , ZL ³ , PUR ²	
Abdichten durch Injektion mit	ZS, ZL, EP, PUR	ZS, ZL, EP ¹ , PUR	ZS, ZL, PUR	ZS ³ , ZL ³ , PUR ²	
Kraftschlüssig verbinden durch Injektion mit	ZS, ZL, EP	ZS, ZL, EP ¹	ZS, ZL	ZS ³ , ZL ³	
Dehnfähig verbinden durch Injektion mit	PUR	PUR	PUR	PUR ²	
Unter Anwendung spezieller Epoxidharze Unter Anwendung von schnellschäumendem PUR (ZS: ZL: EP: PUR:	Zementsuspension Zementleim Epoxidharz Polyurethanharz			

Tab. 1 Anwendungsbereiche der Füllmaterialien und Füllarten gemäss ZTV-RISS 93 nach [2].

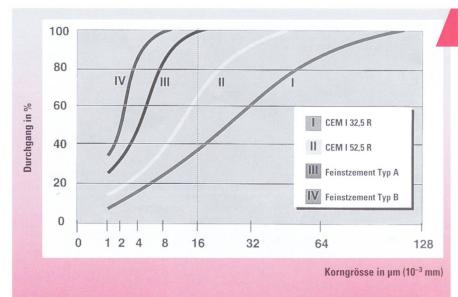


Abb. 1 Vergleich der Kornverteilung von herkömmlichen Zementen und Feinstzementen (nach [4]).

Feinstzementsuspensionen

An Feinstzementsuspensionen werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Eine Auswahl davon umfasst [5]:

- kaum Wasserentzug durch kapillares Saugen von Beton während und nach der Verpressung
- Unempfindlichkeit gegenüber Feuchtezustand des Betons
- gute Verpressbarkeit von Rissen mit Weiten ≤ 0,20 mm
- gute Gleitfähigkeit in Rissen und Hohlräumen, damit hohe Ver-

pressdrücke vermieden werden können

- gleichmässige Festigkeiten
- lange Verarbeitungszeit
 Mit zunehmender Mahlfeinheit
 nimmt der Wasseranspruch des Zements zu. Bei Bodeninjektionen
 wird deshalb beispielsweise mit
 Wasserzementwerten (W/Z-Werten)
 bis 5 gearbeitet. Für Injektionen sind
 dagegen W/Z-Werte um 1,0 oder

darunter gefordert, um einen Zementstein mit niedriger Porosität und hoher Früh- und Endfestigkeit sowie gutem Widerstand gegen chemische und physikalische Angriffe zu erhalten [3].

Feinstzementsuspensionen mit diesen Eigenschaften lassen sich nur unter Verwendung von Injektionshilfen (Zusatzmittel und Zusatzstoffe) herstellen. Diese stabilisieren die

Kenngrössen		PZ 35 F (CEM I 32,5 R)	PZ 55 (CEM I 52,5 R)	Feinstzement Typ A	Feinstzement Typ B
Spezifische Oberfläche	cm²/g	2700-3300	5400-5700	11 000–12 000	15 000-16 000
Korngrössen – Anteil < 2 µm – Anteil < 16 µm – Anteil < 32 µm	Masse %	10–12 41–50 62–75	17–22 75–85 96–99	30–35 95–96 100	45–50 100 100
Schüttdichte	kg/dm ³	ca. 1,30	ca. 1,30	ca. 0,70	ca. 0,70
Dichte	kg/dm ³	ca. 3,10	ca. 3,10	ca. 3,00	ca. 3,16
Wasseranspruch für Normsteife	Masse %	25–31	31–34	ca. 55	ca. 60
Druckfestigkeit – nach 2 Tagen – nach 28 Tagen	N/mm ²	22–30 47–51	35–45 65–70	40–45 60–65	45–50 50–55
Wasserzementwert		0,50	0,50	0,55 1	0,65 ¹

¹ Unter Praxisbedingungen sind W/Z-Werte zwischen 0,8 und 1,0 üblich. Die daraus resultierenden 28-Tage-Druckfestigkeiten liegen zwischen 30 und 35 N/mm².

Tab. 2 Kenngrössen von Zementen und Feinstzementen [3, 4].

Suspensionen, indem sie verhindern, dass die suspendierten Zementteilchen Klumpen bilden, d. h., dass sie agglomerieren. (Untersuchungen zeigen, dass die Teilchengrössenverteilung in Zementsuspensionen annähernd gleich wie in trockenen Feinstzementen ist [6].) Zudem erniedrigen Zusatzmittel die Viskosität von Zementsuspensionen drastisch und erhöhen ihr Wasserrückhaltevermögen. Sie beeinflussen die Erhärtung des injizierten Zementleims nicht nachteilig [3]. Stabile Feinstzementsuspensionen enthalten Zugabewasser, Feinstzement und Zusätze. Auf dem Markt sind Zweikomponentensysteme erhältlich, die aus einer Pulver- und einer flüssigen Komponente bestehen. Die Suspensionen werden mittels hochtouriger Mischgeräte mit Spezialmischköpfen (Kolloidalmischern) hergestellt. Während der Verarbeitung werden sie durch langsam laufende Rührwerke ständig in Bewegung gehalten.

Rissinjektionen

Damit Risse verpresst bzw. injiziert werden können, müssen Packer gesetzt werden. Bewährt bei Zementsuspensionen haben sich sogenannte Klebepacker. Diese bestehen aus Metall- oder Kunststoffplättchen mit einem verschliessbaren Einfüllstutzen (siehe Abbildung). Klebepacker werden direkt auf den gereinigten Riss aufgeklebt. Nicht von Klebepackern bedeckte Rissöffnungen müssen verdämmt werden. Dazu eignen sich zementöse Spachtel oder Kunststoffspachtel.

Bohrpacker sind eine Alternative zu Klebepackern. Sie erfordern das Anlegen von Bohrkanälen, die den Rissbereich kreuzen. Die Bohrpacker bestehen meistens aus metallischen Gewinderöhrchen, auf die eine Spreizeinrichtung geschoben ist. Diese arretiert den Packer und dichtet gleichzeitig den Bohrkanal ab. Bei Bohrpackern kann oft auf eine Verdämmung der Risse verzichtet werden.

Die eigentliche Verpressung erfolgt im Niederdruckverfahren. Die Niederdruckpumpe sollte für Injektionsdrucke von 2 bis 8 bar regulierbar sein. Die Feinstzementsuspension gelangt über einen Hochdruckschlauch zum verschliessbaren Einfüllstutzen des Packers. Nachinjektionen sind möglich.

Klebepacker und Verdämmungsmaterialien werden nach etwa einem Tag entfernt. Bohrpacker können in der Regel etwa 1 Std. nach der



Bei Rissverpressungen mit Klebepackern müssen die Risse vorgängig verdämmt werden.

Rasterinjektion zum Füllen von Hohlräumen im Betongefüge einer Brücke.

Nachinjektion herausgezogen, gereinigt und später wiederverwendet werden.

Anwendungen von Feinstzementinjektionen

Durch Injektionen mit Feinstzementsuspensionen lassen sich auch sehr feine Risse in Betonbauteilen kraftschlüssig verschliessen. Im Labor wurden Risse mit Breiten an der Oberfläche zwischen 0,2 und 0,3 mm über Klebepacker mit Feinstzementsuspensionen behandelt. Sämtliche Risse wurden bis zu einer Breite von 0,05 mm homogen und vollständig gefüllt; der Feuchte-

zustand des Betons spielte dabei keine Rolle [8].

In der Praxis wird davon ausgegangen, dass die maximale Korngrösse des injizierten Materials rund $^{1}/_{5}$ der minimal zu füllenden Rissbreite betragen darf. Mit Suspensionen von Feinstzement, der eine maximale Korngrösse von 16 µm (0,016 mm) aufweist, lassen sich also Rissbreiten ab 0,10 mm fehlstellenfrei füllen [9]. Ursprünglich wurden Feinstzemente für Anwendungen in der Geotechnik entwickelt. Zunehmend werden sie aber auch für Felsinjektionen, Bauwerk- und Kanalsanierungen als umweltverträgliche Alternative zu che-

mischen Injektionsmitteln (Epoxidund Polyurethanharzen) eingesetzt. Grobporiges, schlecht verdichtetes und hohlraumreiches Betongefüge lässt sich beispielsweise durch Rasterinjektionen mit Feinstzementsuspensionen wirksam verfestigen und abdichten; Epoxidharze sind für diese Aufgabe nur sehr bedingt geeignet [10]. Eine interessante Anwendung ist auch die Verpressung von Längs-, Quer- und Radialrissen in nicht begehbaren Abwasserkanälen mittels fahrbarer Packer unter Überwachung mit einer TV-Kamera [11].

Kurt Hermann, TFB

Literatur

- Huth, W., «Betongerechte Rissverpressung mit neuartigen Feinstzementsuspensionen», Zement und Beton 1996 [1], 32–33.
- [2] Perbix, W., «Anwendungen von Injektionen mit Feinstbindemitteln», Felsbau 12 [3], 202–205 (1994).
- [3] Kühling, G., «Rissverpressung mit Feinstzementen», Betonwerk und Fertigteil-Technik **58** [3], 106–110 (1992).
- [4] Kühling, G., und Rothenbühler, H., «Feinstzemente mikrofeine hydraulische Bindemittel», Schweizer Baumarkt 1991 [6], 17–19.
- [5] Rosa, W., «Injektionen mit Zementsuspensionen Konzepte, Verfahrenstechniken und Ausführungsbeispiele bei der Instandsetzung von Betonbauten», schriftliche Unterlagen zum Betontechnologiekurs der TFB, Wildegg (1994/95).
- [6] Tax, M., Kühling, G., und Schulze, B., «Verbesserung der Injizierbarkeit und der chemischen Widerstandsfähigkeit von Feinstzement-Suspensionen», Felsbau 11 [2], 88–96 (1993).
- [7] «Injizieren in Fels und Beton», Berichte der internationalen Konferenz betreffend Injektionen in Fels und Beton, Salzburg, 11.–12. Oktober 1993, herausgegeben von R. Widmann, Verlag A. A. Balkema, Rotterdam (1993).
- [8] Budelmann, H., Brandau, A., und Fromm, K.-H., «Erprobung und Anwendung der Feinstzementinjektion zur kraftschlüssigen Rissschliessung in Beton», Seiten 19–23 in [7].
- [9] Sager, H., und Graeve, H., «Einsatzmöglichkeiten zementgebundener Injektionssysteme – Instandsetzung und Erhaltung gerissener Bauwerke», Beton 44 [1], 12–15 (1994).
- [10] Iványi, G., und Rosa, W., «Füllen von Rissen und Hohlräumen im Konstruktionsbeton mit Zementsuspension», Beton- und Stahlbetonbau 87 [9], 224–229 (1992).
- [11] Kühling, G., und Szucsanyi, A., «Die neue Lösung für undichte Kanäle: Instandsetzung mit mineralischen Bindemitteln», Betonwerk + Fertigteil-Technik 58 [7], 63–67 (1992).