

5. Deutscher Reparaturtag 27.04.2016 in Kassel

Verfahrensfragen und Wirkungsweise von Injektionen

Die Tagung beschäftigt sich mit den drei Verfahrensgruppen Ausbesserung, Auskleidung, und Injektionen, wobei es entsprechend der Tagungsüberschrift um Verfahrensgruppen der Reparatur, d.h. nach DIN EN 752 [1] um „Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden“ geht.

Einführung

Unter Injektion (Einpressen) wird nachfolgend nach ATV-M 143-8 [3] in Anlehnung an DIN 4093 [7] das Einbringen von Flüssigkeiten bzw. Injektionsmitteln (Einpressgut nach DIN 4093, Füllgut nach ZTV-ING [9] oder Injektionsgut nach DIN EN 12715 [8]) in Hohlräume unter Druck verstanden.

Hohlraum ist der Oberbegriff für natürliche und künstliche Hohlraumstrukturen aller Art:

1. in Bauwerken für Spalten, Fugen, Risse und Poren,
2. im Felsgestein und in festen Tonböden für Klüfte, Spalten, Risse, Poren und kavernöse Strukturen,
3. im Lockergestein für Poren,
4. zwischen Bauwerk und Untergrund für die Kontaktfugen und kavernöse Strukturen.

Die Injektion ist dabei zu unterscheiden in geotechnische Injektion nach DIN 4093 bzw. DIN EN 12715, die als Spezialfall bei der Sanierung von Leitungen / Schächten von außen, z.B. durch Boden- / Hohlrauminjektion der Leitungszone über Rammlanzen und Bohrlöcher zur Anwendung kommt und die im Vortrag im Mittelpunkt stehenden Bauwerksinjektionen nach DIN EN 15885 [2] bzw. DWA M 143-8. Die Bauwerksinjektionen nach ZTV-Ing [9], vorzugsweise bei begehbaren Querschnitten und Schächten, würde der Verfasser eher der genannten Verfahrensgruppe Ausbesserung zuordnen (vgl. auch Entwurf DIN EN 15885 Bild 25). Hier liegt aber schon eine Problematik in der Setzung der Schwerpunkte der Tagung, weil die zugeordneten Schwerpunkte / Verfahrensgruppen nicht in ihren Bezeichnungen harmonisiert sind. So ist z.B. ein Ausbessern mit mehreren Technologien / Verfahren möglich, z.B. Verspachteln oder auch durch Injektion.

Den Schwerpunkt des Vortrags stellen somit die Bauwerksinjektionen bei Abwasserleitungen / -kanälen mit der Injektion von innen bei nicht begehbaren Querschnitten dar, dazu zählen die typischen Anwendungen nach [2]

- Reparatur einer Muffe im Hauptrohr (Abdichtung mittels Gel) – Bild 22 in [2]
- Reparatur eines Hauptrohres mit Harz- oder Mörtelinjektion – Bild 23 in [2]
- Reparatur eines Anschlussbereiches – Bild 24 in [2]

Dabei gilt eine noch im Weiteren zu betrachtende Besonderheit, dass diese Injektionsverfahren immer im Zusammenhang zu einer geotechnischen Injektion stehen, d.h. die das Rohr umgebende Erdhülle wird durch das Verfahren die Injektion von Innen immer mit injiziert, woraus sich wiederum z.B. auch Anforderungen an die Eignung des Materials nach DIBt-Grundsätzen [11] ergeben.

Bei der Betrachtung der Verfahrensgruppe Injektion von Innen bei nichtbegehbaren Leitungen / Kanälen ist technisch zu unterscheiden, mit welchem Geräteinsatz die Injektion vorgenommen wird, mittels Packersystem oder mittels Robotereinsatz. Dies hat leider auch in Normen zu der nicht exakten Bezeichnung „Roboterverfahren“ geführt, denn es kann auch Verspachteln und Verpressen mittels

Roboter durchgeführt werden, so dass hier im Weiteren eine bessere Eingrenzung erfolgen sollte. Allerdings ist der bildlichen Darstellung in [2] auch nur die Injektionstechnik mit Packersystemen zu entnehmen, obwohl aktuell eine Reihe von Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (AbZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt) die Robotertechnik zum Inhalt haben.

Eignungsnachweise

Es dürfen generell nur Injektionssysteme verwendet werden, für die ein Eignungsnachweis nach den Vorgaben der entsprechenden Normen bzw. DWA-Arbeits- und Merkblättern vorliegt. Der Eignungsnachweis gilt auch durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt als erbracht. Dafür sind z.B. als Mindestanforderung folgende inhaltliche Punkte zu nennen:

- die genaue Rezepturbezeichnung bzw. Unterkategorie der Produktbezeichnung,
- die Beschreibung der Materialzusammensetzung des Produkts,
- die Beschreibung der Herstellung des Endprodukts unter Beschreibung der eingesetzten Technik,
- der zulässige Anwendungsbereich des Produktes (Beschreibung der möglichen zu reparierenden Schadstelle),
- relevante Materialkennwerte des Produktes, z.B. Schrumpfverhalten, Temperaturbeständigkeit, Brandverhalten, Haftzugfestigkeit auf Oberflächen),
- Dichtheitsnachweis,
- Hochdruckspülfestigkeit nach DIN 19523,
- Beständigkeit gegen kommunales Abwasser,
- Umweltverträglichkeit.

In diesem Zusammenhang hat es in den letzten Jahren insbesondere zur Umweltverträglichkeit erhebliche Veränderungen gegeben [11], die auch zeitweise zu Problemen bei der Verlängerung von Zulassungen des DIBt geführt haben.

Speziell in Teil II von [11] wurden für Kanalsanierungsmittel bei Spachtel- und Verpreßverfahren (Verpreßtechnik) spezielle Anforderungen gestellt, die, obwohl nicht exakt genannt, auch für die Injektionen zutreffen.

Nachweis der Umweltverträglichkeit

Für die bei der Injektion zur Anwendung kommenden Materialien, z.B. Methacrylat-, Acryl-, Polyurethan- Epoxidharze, Injektionsmörtel (z.B. nach [10]) werden in einer ersten Stufe die in der Materialzusammensetzung (Stoffdatenblätter) eingesetzten Stoffe einer Überprüfung hinsichtlich geltender Anwendungsverfahren bzw. Beschränkungen für spezielle Stoffe unterzogen (vgl. Teil I in [11]).

In einer zweiten Stufe ist die Ermittlung und Bewertung der mobilisierten Inhaltsstoffe, hier zutreffend während der Aushärtungsphase und am ausgehärteten Produkt, nachzuweisen. Dabei ist noch zu unterscheiden, ob der Einbau über dem Grundwasserpegel oder im Grundwasser (in der gesättigten Zone nach [11]) vorgenommen wird.

Für die im Mittelpunkt stehende Auswertung des Eluates mit dem Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung oder durch einen Technikumsversuch sind die entsprechenden Inhaltsstoffe hinsichtlich vorgegebener Grenzwerte zu prüfen.

Für den Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung mit den nachfolgenden Parametern

Prüfkörperabmessungen:	1 l des zu prüfenden Materials wird im Sand in Säule eingebettet bzw. in den Sand injiziert
Art des Eluenten:	Trinkwasser
Dauer:	ca. 12 Tage (max. 28 Tage)
Bewegungsart:	kontinuierliche Umströmung (von unten nach oben) des im Sand eingebetteten Injektionskörpers, 4 l/h
Temperatur:	Raumtemperatur
Gefäß/Adapter:	Zylinder aus Acrylglas (Durchmesser ca. 28 cm, Höhe 50 cm) gefüllt mit Feinsand

erfolgt anschließend eine Auswertung hinsichtlich

- allgemeiner Parameter, z.B. pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Geruch, Färbung, Trübung, Neigung zur Schaumbildung
- stofflicher Parameter, z.B. TOC
- biologischer Parameter, z.B. biologische Abbaubarkeit.

Bei den biologischen Parametern ist von großem Interesse die Abbaubarkeit, die z.B. mit den höchsten TOC-Werten und mit dem Finden aus Versuchswerten (Abklingphase) hinsichtlich des Abstandes der TOC- bzw. DOC-Werte sowie ausgewählter ökotoxikologischer Untersuchungen, z.B. in Form von Algentest, Daphnientest, Leucht Bakterien – Lumineszenztest, Fischeitertest und umu-Test durchgeführt werden.

Mit diesen Untersuchungen werden letztlich die mit der Bauwerksinjektion (hier schadhafte Leitungen / Kanäle) verbundenen geotechnischen Injektionen mit ihren Auswirkungen auf den umgebenden Boden bzw. das ggf. anstehende Grundwasser hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz nachgewiesen.

Die Entscheidung zur Festlegung der Prüfungen nimmt das DIBt in Absprache mit seinen zugelassenen Prüfstellen (auch der MFPA Leipzig GmbH) vor.

Zu den Anwendungsbereichen

Einen nicht zu unterschätzenden Anwendungsbereich stellt die Injektion von Schadstellen als „Vorsanierung“ für Reparaturverfahren, z.B. auch für Schlauchliner dar. Dazu wird im Folgenden noch gesondert berichtet.

In dem Entwurf der DIN 15885 sind in Tabelle 11 die Anwendungsbereiche festgelegt, hinsichtlich Werkstoffen, Schadstellen, geometrischer Eigenschaften, Einsatzmerkmale und Einbaueigenschaften.

Die auf dem Markt befindlichen Verfahren, deren Eignungsnachweise z.B. über eine AbZ vorliegen, haben ihre grundsätzliche Eignung, so z.B. in Warentests des IKT [14] nachgewiesen. Allerdings zeigt sich auch, dass das angestrebte Ziel einer abdichtenden Wirkung des Verfahrens nur mit einem durchgehenden Qualitätsmanagement erreichbar ist und eine Dichtheitsprüfung nur durch eine optische Kontrolle der Reparatur mittels Injektion eine abschließende (Wasser)Dichtheitsprüfung nicht ersetzt werden kann.

Dabei ist generell nicht zu übersehen, dass in den letzten Jahren erhebliche Verbesserungen bei den auf dem Markt befindliche Verfahren erreicht wurden und die Grenzen der Verfahren auch klarer zu Tage treten. So ist festzuhalten, dass Injektionen mittels Packersystemen für die Reparatur von Muffen bzw. von örtlichen Fehlstellen seit Jahren erfolgreich im Einsatz sind. Ein gewisses Entwicklungspotential steckt noch in der Herstellung von Anschlüssen in nichtbegehbaren Leitungen, sowohl bei der Packertechnik, als auch insbesondere der Robotertechnik.

Wie sich auch in der aktuellen Bearbeitung des DWA A 144 [4] zeigt, ist der Erfolg der Reparatur auch von den Vorarbeiten, z.B. Abflusslenkung, Untergrundvorbereitung bzw. von der fachgerechten Sanierungsausführung, z.B. Zeitabstand der einzelnen Injektionsintervalle in Abhängigkeit vom Reaktionsverhalten des eingesetzten Injektionsmittels, der vorhandenen Fehlstellenausbildung, des anstehenden Grund- und Schichtenwassers sowie des anstehenden Bodens der Leitungszone abhängig. Der Anpressdruck eines Injektionspackers des jeweiligen Injektionssystems muss begrenzt sein, damit eine negative Beeinträchtigung des zu sanierenden Schadensbildes bezogen auf den vorhandenen Werkstoff nicht entsteht. Bezüglich der Wirkungsebene einer Injektion und des jeweiligen gewählten Injektionssystems in der Leitungszone muss auch eine ausreichende Um- und Überdeckung der zu sanierenden Rohrleitung gegeben sein. Auch ist der Materialverbrauch an Injektionsmittel zu dokumentieren, z.B. durch Pumpenhubzähler. Weitere Ausführungsbestimmungen richten sich nach dem jeweiligen Injektionssystem und dessen Verfahrenshandbuch der jeweiligen Marktanbieter.

Verwendete Literatur

- [1] DIN EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement; 10-2015.
- [2] DIN EN 15885: Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen; 03-2011, Entwurf 01-2016.
- [3] DWA M 143-8: Sanierung und Erneuerung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 8: Injektionsverfahren zur Abdichtung von Abwasserleitungen und –kanälen; 08-2004.
- [4] DWA A 144-x: Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für Injektionsverfahren in nicht begehbaren Kanälen; (in Bearbeitung).
- [5] VSB-Empfehlungen Nr. 4: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen Injektionsverfahren mit Isocyanat-Harzen; 08-2009 (wird ersetzt durch [3]).
- [6] VSB-Empfehlungen Nr. 3: : Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen Zulaufanbindung; 08-2009.
- [7] DIN 4093: Bemessung von verfestigten Bodenkörpern - Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren; 11-2015.
- [8] DIN EN 12715: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Injektionen; 10-2000.
- [9] ZTV-Ing: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING); Bundesanstalt für Straßenwesen; 12-2014.
- [10] DIN 19573: Mörtel für Neubau und Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden; 03-2016.

- [11] DIBt-Grundsätze: Grundsätze zur Beurteilung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser; Teil 1: Allgemeines Bewertungskonzept; 05-2009 / Teil 2: Bewertungskonzepte für spezielle Bauprodukte; 09-2011 / Teil 3: Analyseverfahren; 05-2009.
- [12] ZTV-Riss: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen. Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Abteilung Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Deutsche Bundesbahn. Verkehrsblatt-Verlag, 1993.
- [13] DIBt: Hinweise für Prüfstellen zur Durchführung des Säulenversuchs mit umgekehrter Fließrichtung, 09-2013.
- [14] IKT-Warentest: Reparaturverfahren zur Sanierung von Anschlussleitungen; Abschlussbericht vom 30.06.2004.