

Praxiserfahrungen mit der Injektionstechnik

Dipl.-Ing. (FH) Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck und Bad Krozingen

Ausgangssituation

Die Injektionstechnik zur Kanalsanierung von Innen ist eine der ältesten heute am Markt befindlichen Sanierungstechniken.

Die Technikgruppe ist in DIN EN 15885¹ als Reparaturverfahren klassifiziert. Bekannte Vertreter der Injektionstechnik für nichtbegehbare Kanäle sind:

- Injektion mit Gelen (z.B. Penetryn-, Posatryn-Verfahren)
- Injektion mit Mörtel (z.B. Hächler EL 300/600, Strobel-Verfahren)
- Injektion mit Isocyanatharzen (z.B. Janßen Process- und bedingt KASRO-2K-Verfahren)

Die Injektionsverfahren mit Gelen (Acrylharz-Basis) werden heute in der Kanalsanierung nicht mehr als eigenständige Sanierungstechnik angewandt. Die Gel-Injektion findet in Ausnahmefällen primär Anwendung zur temporären Vorabdichtung. Grund hierfür ist das Zeitstandverhalten des Injektionsmaterials. In trockenen und nur feuchten oder zeitweise nassen Bodenbereichen weisen die Gele keine hinreichende Volumenstabilität auf, so dass die Abdichtung nur von vorübergehender Wirkung ist.

Die Injektionsverfahren mit Mörtel sind im Wesentlichen auf die Zulaufeinbindung beschränkt. Vereinzelt firmenspezifische Modifikationen sind auch für die Rohrsanierung am Markt grundsätzlich verfügbar. Hier handelt es allerdings um Sonderverfahren, die nur dem jeweiligen Einzelunternehmen zur Anwendung zur Verfügung stehen.



Bild 1: Injektion mit Mörtel (Strobel-Packer)

Die Injektionsverfahren mit Isocyanatharzen ist für den Kanalsanierungsbereich momentan die hauptgenutzte Injektionstechnik. Sie kann sowohl für die Sanierung von Rohren wie auch zur Anschlusseinbindung genutzt werden.

Marktsituation

Bezogen auf den gesamten Reparaturbereich der Kanalsanierung fristete die Injektion in den zurückliegenden knapp 20 Jahren eher ein Schattendasein. Erst in den letzten fünf Jahren erschloss sich das Verfahren partiell wieder etwas größere Einsatzanteile, was nicht zuletzt mit einem neuen Techniksystem einherging.

Die heute gängigen Injektionstechniken mit Isocyanatharzen sind (gemäß vorliegenden DIBt-Zulassungen):

- Janßen Process Riss- und Scherbensanierung sowie Stützsanierung, SUBTECH GmbH, Goch
- KASRO-2K-Verpresssystem, ProKASRO Mechatronik GmbH, Karlsruhe (bedingt)



Bild 2: Janßen Process Riss- und Scherbensanierung sowie Stützsanierung (Isocyanatharz)



Bild 3: KASRO-2K-Verpresssystem für Kanäle sowie Zulaufeinbindungen (Isocyanatharz)

Der Einsatz und die Wirksamkeit der Injektionstechnik sind für die Janßen Process-Technologie seit Jahrzehnten erfolgreich dokumentiert. Mit der Markteinführung des KASRO-2K-Systems wurde vor wenigen Jahren kurzzeitig eine als ideologisch geführt zu bezeichnende Diskussion entfacht, die zwischenzeitlich indessen wieder abflachte – und dies zu Recht.

Die Injektionsverfahren mit Isocyanatharzen und Mörtel sind die einzigen aus dem Kanal heraus einsetzbaren Sanierungsmöglichkeiten, die lokal vorhandene Bettungsdefizite als Schadensursache, verbessern können. Sie sind den geotechnischen Injektionsverfahren zuzuordnen. Gleichwohl ist eine Kontrolle und Garantie der Injektionswirkung hinsichtlich der realen Verbesserung der Bettungssituation nicht möglich.

Auch wenn die Injektionsverfahren am Markt keine Hauptrolle spielen, so sind sie aus der Kanalsanierung nicht wegzudenken. Es gibt vielfältige Schadenssituationen, die anstelle der Reparatur mit Injektionsverfahren nur aufwendig in offener Baugrube unter Grundwassereinfluss und mit immensen Kosten behoben werden könnten.

Abgrenzung der Techniken zum Injizieren und Verpressen

Insbesondere bis zur Einführung der DIN EN 15885 im Jahr 2011 bestand für viele Nutzer Unklarheit darin, wodurch sich die Injektionstechnik von der Verpresstechnik unterscheidet und abgrenzt.

Zur theoretischen Differenzierung hat sich zwischenzeitlich folgende Meinung im zuständigen Normungsausschuss NA 119-05-37AA² etabliert:

A) Injektionstechnik

- Das Injektionsgut wird über vorhandene oder künstlich vergrößerte Undichtigkeiten planmäßig in die Rohrumgebung unter Druck injiziert, wobei der Packerinnen- und der Injektionsdruck i. d. R. höher als der anstehende Grundwasserdruck einstellbar sind
- Die Abdichtwirkung erfolgt von außen nach innen, primär hinter der Rohrwand
- Vorhandene Hohlräume und zusammenhängende Porenräume im Bettungsbereich können – weitgehend unkontrolliert – verfüllt werden
- Das Schaffen von Klebeflächen in der Rohrwand zum Materialverbund ist i. d. R. nicht erforderlich
- Die Materialzufuhr erfolgt kontinuierlich über Schlauchsysteme, so dass eine ausreichend große Menge an Injektionsgut bis Reaktionsbeginn garantiert ist
- An das Injektionsmaterial werden besondere hygienetechnische Anforderungen gestellt (z.B. bei Beantragung einer DIBt-Zulassung)

B) Verpresstechnik

- Die Schadensbereiche müssen mit Frästechnik generell aufgeweitet und hierdurch hinreichende Klebeflächen hergestellt werden
- Das Injektionsgut wird in die vorbereiteten Schadensbereiche unter Druck verpresst
- Die Abdichtwirkung erfolgt primär in der Rohrwand
- Über Undichtigkeiten stattfindender Materialaustritt hinter die Rohrwand kann nicht verhindert werden, findet aber schon ob der gegebenen Materialviskosität nur extrem begrenzt statt, vorhandene Hohlräume werden nicht oder nur in unmittelbarer Rohrnähe je nach Materialdargebot mehr oder weniger und unkontrolliert teilverfüllt
- Die Materialzufuhr erfolgt systemabhängig mit einmalig befüllten Kartuschen oder ggf. diskontinuierlich über Wechselkartuschen, maximal bis Reaktionsbeginn

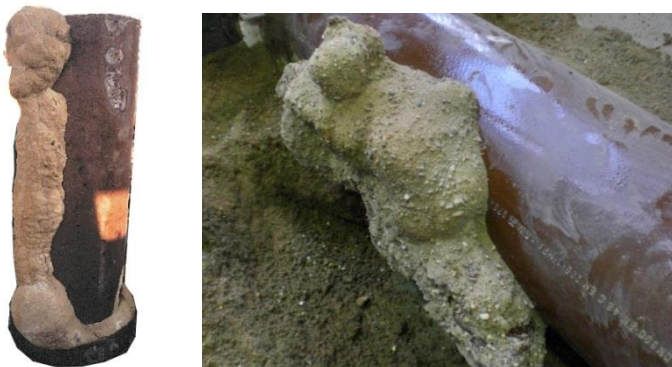


Bild 4: Wirkung der Sanierung in der Rohrbettung (Schaffung eines Boden-Harz-Körpers)

Diese Differenzierung trifft sinngemäß auch auf die Anwendung von Hand bei der Sanierung von begehbaren Profilen und Schächten zu.

Die Marktinteressen einzelner Hersteller und Anbieter trugen und tragen zur Verwirrung bei der Differenzierung grundsätzlich bei. So wird die KASRO-2K-Technik offiziell als Verpressverfahren bezeichnet. Das verwendete Material kann und wird gemäß DIBt-Zulassung planmäßig in das umgebende

Bodenmaterial injiziert. Das Verfahren wird von den Anwendern regelmäßig als Injektionsverfahren in Vergabeverfahren als solches beworben und zum Einsatz vorgesehen.

Die eigenen praktischen Erfahrungen zeigen, dass es sich bei diesem Verfahren um einen Technik-Zwitter handelt. Das KASRO-2K-Verfahren tritt sowohl in Wettbewerb zu den Verpressverfahren mit EP-Harz (Robotersysteme) als auch zu den Injektionsverfahren. In beiden Anwendungsbereichen liegen Schnittmengen vor und können erfolgreiche Anwendungen nachgewiesen werden.

Im Anwendungsbereich der Verpressverfahren weist das KASRO-2K-Verfahren deutliche Vorteile bei zutretendem Grund- oder Schichtenwasser gegenüber EP-Harz-basierten Verfahren auf.

Im Anwendungsbereich der Injektionsverfahren – insbesondere im Vergleich zur Janßen Process Riss- und Scherbenanierung – sind die mechanischen Möglichkeiten auf der Geräteseite (Rohrsanierung) stark eingeschränkt. In Kombination mit den deutlich verkürzten Harzreakationszeiten beim KASRO-2K-Verfahren können bei brachialen Schadensbildern entlang der Rohrwand keine gleichwertigen Ergebnisse erzielt werden. Zudem bestehen zwischen beiden Verfahren relevante Unterschiede bei der Technikeinsatzlänge (Packerlängen).

Bei der Zulaufeinbindung relativieren sich die gegebenen Technikeinsatzgrenzen etwas, so dass eher gleichwertige Ergebnisse erreichbar werden. Gleichwohl sind nicht alle auftretenden Schadensbilder in gleichem Maße sanierbar. Eine Differenzierung nach Schadensbildern und örtlichen Gegebenheiten ist auch hier eine planerische Aufgabe. Hierbei spielen gerade auch die Mörtel-Systeme im Bereich der Reparatur und der Vorsanierung vor Linereinbau eine hervorgehobene Rolle.

Theorie und Praxis in der Einsatzplanung

Der erfolgreiche Einsatz der Injektionsverfahren bei der Kanalsanierung ist von einer Reihe von örtlichen Randbedingungen abhängig. Zuletzt hat sich der Fachartikel „Injektionsverfahren bei der Kanalsanierung“³ kurz vor dem 1. Deutschen Reparaturtag 2012 mit den geologischen Anforderungen an den erfolgreichen Einsatz ausführlich befasst. Es wird deutlich, dass bei der Einsatzplanung ein gerüttelt Maß an Erfahrung und Sachverstand und Grundkenntnisse über die Rohrumgebung erforderlich sind. Gleichwohl bleibt festzuhalten, dass die Praxiserfahrungen regelmäßig so eindeutig positiv sind, dass viele Netzbetreiber und Planer, die sich diese Technik in den entsprechenden Einsatzfällen seit Jahrzehnten zu Nutzen machten, die theoretischen Grundsatzbedenken sowie die als Nachweis des „potenziellen Nichterfolgs“ angeführten Testergebnisse nicht verifizieren konnten.

Dies liegt nach Einschätzung des Verfassers daran, dass die Vielzahl erfolgreicher Einsätze primär unter just den Gegebenheiten erfolgte, die einen Einsatz auch theoretisch als erfolgreich denkbar werden lassen. Die relevanten Vorzugseinsätze der Injektionstechnik bei der Kanalsanierung als eigenständige Reparaturen sind:

- zutretendes Grundwasser, mit und ohne Druck (definitiv bestehende Undichtigkeiten mit dem Effekt, dass regelmäßig Bodenfeinteile der Rohrumgebung mit eingeschwemmt wurden)
- anstehende ungebundene bis teilbindige Mischböden
- ausgeprägte Schadensstrukturen (Undichtigkeiten jeglicher Art, Risse, Scherben, Deformationen)

Neben der geeigneten Einsatzplanung steht und fällt der Sanierungserfolg mit dem vor Ort eingesetzten Operateur. Die Praxiserfahrung zeigt, dass die erfolgreiche Anwendung nicht primär in der Gerätetechnik sondern vielmehr im Fingerspitzengefühl und dem Erfahrungsschatz des Personals begründet liegt; immer

vorausgesetzt, dass die Rohumgebungs- und Schadensbildbedingungen grundsätzlich geeignet sind. Ein Manko im Vergabeverfahren: Nicht jedes Unternehmen am Markt verfügt über gleichermaßen erfahrenes Personal. Dies ist jedoch gerade bei der nicht trivialen Anwendung der Injektionstechnik von besonderer Bedeutung.

Die im Fachartikel³ dargestellte, theoriebasierende Beurteilung kann aus eigener praktischer Anwendungserfahrung, aufsummiert im zwischenzeitlich deutlich 7-stelligen-Euro-Bereich für Injektionen mit Isocyanatharz über 18 Jahre hinweg, letztlich nicht bestätigt werden.

Einsatzzweck Vorsanierung zur Renovierung

Neben dem Einsatz der Injektionsverfahren mit dem Ziel der eigenständigen Reparatur, finden Injektionsverfahren auch Einsatz zur Vorsanierung von Kanalstrecken vor Renovierung. Hierbei kann es nicht darum gehen, einen günstigeren Altrohrzustand zu erhalten. Vielmehr dienen Vorsanierungen mit Injektionsverfahren z.B. dem Rohrwandteilersatz bei fehlenden Wandungsteilen, sofern ein solcher nach DWA-A 143-2⁴ erforderlich wird.

Bei besonders starken und auch streckenförmigen Riss- und Scherbenbildungen mit bereits verschobenen Rohrteilen (z.B. Scherben) oder -segmenten sowie teilweise bei Gelenkringverformungen besteht vor der Linerinstallation regelmäßig die Gefahr, dass durch notwendige Reinigungsvorgänge Teile aus dem Verbund gelöst werden. Dies würde zusätzlichen Rohrwandteilersatz erforderlich werden lassen und die weitere Sanierungsabfolge zeitlich verzögern. Um solchen Störungen im Bauablauf vorausschauend zu begegnen, können bei entsprechendem Gefahrenpotenzial Scherbenbereiche punktuell oder streckenförmig stabilisiert werden. Hierbei geht es weder um eine Abdichtung, noch um eine Verbesserung der Rohrbettung – auch wenn solche dabei entstehen können – sondern wie beschrieben um die Sicherung der Bausubstanz bis zur abschließenden Renovierung.

Durch den Wirkungsbereich der Injektionsverfahren hinter und in der Rohrwand sind zusätzliche Querschnittsreduzierungen grundsätzlich ausgeschlossen.

Besonderheiten und Praxistipps zur Sanierungsplanung

Für die Sanierungsplanung müssen hinreichende Grundkenntnisse zu den einsetzbaren Systemaufbauten vorliegen. Diese unterscheiden sich gegenüber anderen Sanierungsverfahren teilweise signifikant. Nur dann lassen sich ggf. vorliegende Einschränkungen hinsichtlich der sanierbaren Schadensbildern und den Zugänglichkeitsvoraussetzungen bei der Auswahl der geeigneten Injektionsverfahren berücksichtigen.

Zudem sind eine grundlegende Auseinandersetzung mit den im o.g. Fachartikel³ beschriebenen theoretischen Sachverhalten und insbesondere weitreichende Erfahrungen von großer Bedeutung.

Die Praxiserfahrung zeigt, dass gerade bei der Riss- und Scherbensanierung am Rohrschaft nicht in jedem Falle beide genannte Injektionsverfahren erfolgreich und mit dem gleichen Ergebnis einsetzbar sind. Insofern hat der Planer im Blick auf das Vergabeverfahren das Erfordernis zu klären, wo er

- beide Verfahren gleichermaßen zulassen kann,
- auf Grund nur einseitiger Zugänglichkeit und geeignetem Schadensbild nur das KASRO-2K-Verfahren vorsieht (oder punktuelle Baugrube),
- auf Grund des Schadensbildes und der Ausdehnung nur das Janßen Process Riss- und Scherbensanierungsverfahren zulässt.

Diese Entscheidungen müssen in das Vergabeverfahren Eingang finden, damit letztlich die entsprechenden Verfahren vor Ort eingesetzt werden können. Geschieht dies nicht, wird letztlich die Aussage im Raum stehen: „Sanierung technisch nicht möglich.“

Diese Aussage ist real auch bei der Nutzung anderer Sanierungsverfahren immer wieder das Ergebnis. Diese gilt es, unter objektiver Betrachtung indessen regelmäßig einzuschränken. Korrekt wäre meistens die Aussage: „Sanierung mit der auf der Baustelle befindlichen Technik nicht möglich.“

Bei Verwendung von Verfahren mit Isocyanatharz empfiehlt es sich, die Vergütung des Injektionsguts auf Nachweis vorzusehen. Es ist im Vorwege weder für den Planer noch für das Unternehmen zuverlässig kalkulierbar, wieviel Material real verbraucht wird. Grund hierfür ist das nicht bekannte Poren- oder Hohlraumvolumen hinter der Rohrwand. Gleichzeitig sind die zum Einsatz kommenden Isocyanatharze vergleichsweise teuer.

Unter Nutzung der VSB-Empfehlung Nr. 4⁵ in den Bauverträgen wird der Materialverbrauch planmäßig durch die Forderung einer Mehrfachinjektion grundsätzlich limitiert. Ein unkontrolliertes Verfüllen von Hohlraum kann durchaus auch nachteilige Wirkung erzielen und unnötige Kosten verursachen. Gleichwohl kann der Materialverbrauch nur abgeschätzt werden. Die Erfahrungswerte zeigen, dass in Kenntnis der örtlichen Situation (Boden und Grundwasser) der Materialverbrauch nach folgenden Kriterien ansatzweise abgeschätzt werden kann:

- Kanal liegt über dem Grundwasser, bindige Bodenarten: ca. 2 kg/Injektionsstelle
(Einsatz von Injektionsverfahren als eigenständige Reparatur regelmäßig nicht sinnvoll, Einsatz nur bei notwendiger Vorsanierung vor Linerinstallation)
- Kanal liegt in der Grundwasserwechselzone, mäßiger Wasserzutritt: ca. 4-8 kg/Injektionsstelle
- Kanal liegt im Grundwasser, nichtbindige bis bindige Mischböden: ca. 8-15 kg/Injektionsstelle

Was bei der Riss- und Scherbensanierung mit Injektionsverfahren immer wahrgenommen werden muss, ist die Tatsache, dass die Robustheit der Verfahrenstechnik auch die Robustheit der optischen Wahrnehmung im Nachgang prägt. Die Rissstrukturen sind auch im Nachgang deutlich erkennbar. Die durchgeführte Sanierung sollte in der Kanaldatenbank deshalb unmittelbar dokumentiert werden. Einige Jahre oder auch Jahrzehnte später wird die Sanierung nach wie vor ihre Wirkung haben, die Rissstrukturen werden dann aber – ohne die Spuren von Überschussharz an der Oberfläche – für den Inspekteur unmittelbar erkennbar und dokumentationspflichtig bleiben.

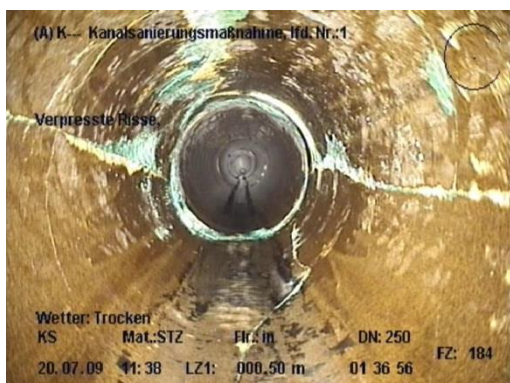


Bild 5: Erfolgreiche Sanierung mit Janßen Process Riss- und Scherbensanierung gegen Grundwasser



Bild 6: Erfolgreiche Sanierung mit Janßen Process Stützsanierung gegen Grundwasser



Bild 7: Erfolgreiche Sanierung mit Hächler EL 300/600



Bild 8: Erfolgreiche Zulaufeinbindung an Liner mit KASRO-2K

¹ DIN EN 15885 „Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen“; 2011; Beuth-Verlag Berlin

² NA 119-05-37 DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) "Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen", Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) Berlin

³ „Injektionsverfahren bei der Kanalsanierung“; Dr.-Ing. Robert Stein, Bochum; bi UmweltBau; Ausgabe 02/2012

⁴ DWA-A 143-2 „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden; Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren“; 2015; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef

⁵ VSB-Empfehlung Nr. 4 „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen: Injektionsverfahren mit Isocyanat-Harzen“; 2009; Verband zertifizierter Sanierungs-Berater für Entwässerungssysteme e.V. (VSB, Hannover)