

Robotereinsatz im Grenzbereich

- **Roboterreparatur bei Grundwassereinfluss**
- **Einsatzgrenzen bei Scherbenbildung**
- **Sanierung von Rohrverbindungen im Abgleich mit anderen Verfahren**

Dipl.-Ing. Roland Wacker

von der IHK Region Stuttgart ö.b.u.v. Sachverständiger für
„Instandhaltung und Sanierung von Entwässerungsnetzen“

Zertifizierter Kanalsanierungs-Berater
Sachkundiger für Dichtheitsprüfung

Ingenieurbüro Wacker

Im Höfle 8 - 71549 Auenwald
Tel. 07191/367723-0 - Fax 07191/367723-4
e-mail: info@wacker-ib.de

Einleitung

Roboterverfahren werden zur Sanierung von Einzelschäden eingesetzt, sind aber auch für Vorarbeiten und Nacharbeiten bei Renovierungsverfahren unerlässlich.

Roboterverfahren gehören zu den Reparaturverfahren. Im ehemaligen Merkblatt ATV-M 143-1 [1] wurden die Roboterverfahren früher unter der Gruppe Ausbesserungsverfahren geführt. Heute werden sie nach DIN EN 15885 [2] der Gruppe „Spachtel- und Verpressverfahren“ zugeordnet.

Fräsroboter werden in dieser Norm nicht separat geführt, da sie keine eigenständige Sanierungstechnik sind, gehören aber auch zu Robotern.

Roboterverfahren und Abgrenzung zu anderen Technikgruppen

In DIN EN 15885 [2] werden die Reparaturverfahren in die entsprechend Bild 1 dargestellten Untergruppen unterteilt.



Bild 1: Einteilung Reparaturverfahren nach DIN EN 15885 [2]

Injektionsverfahren zeichnen sich dadurch aus, dass ein Injektionsmaterial (Gel, Harz, Mörtel) über ein Packersystem durch Undichtigkeiten nach außen ins umgebende Erdreich oder in Hohlräume gepresst wird, dort reagiert oder aushärtet und die Undichtigkeit im Kanal auf der Außenseite abdichtet. Fräsroboter sind hier nur für die Vorarbeiten, wie z.B. Fräsarbeiten, erforderlich.

Bei einer Injektion erfolgt die Abdichtung auf der Außenseite des Kanalrohres, d.h. es erfolgt eine Verfüllung der Hohlräume im Bereich der Bettung und damit eine Verbesserung der Bettung des Altrohres. Durch die kontinuierliche Materialzufuhr kann ohne Unterbrechung so viel Material injiziert werden, wie erforderlich. Da die Abdichtung auf der Außenseite des Rohres erfolgt, wird der Querschnitt des Rohres nicht reduziert (Bild 2) und stellt somit auch keine Verstopfungsgefahr dar. Es besteht ein Kostenrisiko für den Auftraggeber, da die erforderliche Materialmenge im Vorfeld nicht bekannt ist und deshalb separat zu vergüten ist. Ein weiteres Risiko von Injektionsverfahren ist das Verfüllen von „ungeplanten“ Hohlräumen, wie z.B. andere Kanäle.

Mit Injektionsverfahren lassen sich undichte Rohrverbindungen, Risse, Scherbenbildungen, bedingt Rohrversätze und nicht fachgerecht angeschlossene Zuläufe sanieren. Der Einsatz ist auch bei stark drückendem Grundwasser möglich.

Injektionsharze sind sehr dünnflüssig und können auch in mehreren Metern Entfernung wieder in den Kanal ein- oder aus dem Boden austreten.

Es sei in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen, dass sich durch eine Vorsanierung mittels Injektionsverfahren der Altrohrzustand, der der statischen Berechnung für ein nachfolgendes Renovierungsverfahren zugrunde zu legen ist, nicht verbessern lässt. Bei Injektionsverfahren besteht zwar eine größere Wahrscheinlichkeit, dass sich Bettungsdefizite des Altrohres verbessern

lassen, diese Verbesserung lässt sich im jeweiligen Fall nicht nachweisen und darf deshalb beim statischen Nachweis des Liners nicht berücksichtigt werden.



Bild 2: mittels Injektionsverfahren sanierte Rissbildung

Vor Ort härtende Materialien (Kurzliner) werden vor Ort aus Trägermaterial und Harz konfektioni-
oniert und imprägniert, auf einen Packer aufgebracht und an die Schadstelle transportiert. Der Pa-
cker wird mit Druckluft expandiert und dadurch der Kurzliner mit der Rohrwand verklebt. Nach der
Aushärtezeit wird der Packer wieder entfernt. Fräsroboter sind auch hier für die Vorarbeiten, wie
z.B. Fräsarbeiten erforderlich. Gegenüber den Injektionsverfahren werden hier wesentlich höhere
Anforderungen an die Vorbereitung gestellt, da eine Verklebung mit dem Altrohr hergestellt werden
muss, was bedeutet, dass die Rohrinnefläche, insbesondere bei Steinzeugrohren, aufgeraut werden
muss.

Mit vor Ort härtenden Materialien lassen sich undichte Rohrverbindungen, Risse, Scherbenbildung,
Rohrversätze und nicht fachgerecht angeschlossene Zuläufe (Hutprofile) sanieren. Der Einsatz bei
Grundwasserzutritt ist nicht möglich.



Bild 3: Kurzliner

Die Abdichtung erfolgt auf der Innenseite des Kanalrohres, d.h. Hohlräume im Bereich der Bettung bleiben bestehen und es erfolgt eine leichte Querschnittsreduzierung. Diese ist zwar hydraulisch nicht relevant, bei nicht fachgerechtem Einbau oder unzureichender Untergrundvorbereitung kann es aber zu einer Beeinträchtigung des Betriebs beim Lösen des Kurzliners bis hin zu einer Verstopfung kommen.

Es besteht kein Kostenrisiko für den Auftragnehmer, da die Materialmengen nicht schwanken. Unbeabsichtigtes Verfüllen von anderen Kanälen ist ausgeschlossen. Bei Beaufschlagung mit Innendruck während der Sanierung kann eine Schadensvergrößerung nicht ausgeschlossen werden.

Innenmanschetten werden mit einem Packer an die Schadstelle transportiert und dort durch Expansion des Packers mit Druckluft entweder mittels Epoxidharz mit dem Altrohr verklebt oder mittels Spannschloss gegen das Altrohr verspannt. Fräsroboter sind auch hier für die Vorarbeiten, wie z.B. Fräsarbeiten erforderlich. Bei verklebten Edelstahlmanschetten gelten dieselben Anforderungen an die Vorbereitung wie bei Kurzlinern. Bei verspannten Edelstahlmanschetten reicht es aus, Ablagerungen abzufräsen. Hier ist kein klebefähiger Untergrund erforderlich.

Mit Innenmanschetten lassen sich undichte Rohrverbindungen, Risse, Scherbenbildung und bedingt Rohrversätze sanieren. Der Einsatz von verspannten Manschetten ist bei Grundwasserzutritt möglich.



Bild 4: mittels Edelstahlmanschetten sanierte Rohrverbindungen
(Quelle: Fa. Uhrig)

Die Abdichtung erfolgt auf der Innenseite des Kanalrohres, d.h. Hohlräume im Bereich der Bettung bleiben bestehen und es erfolgt innen eine leichte Querschnittsreduzierung. Diese ist zwar hydraulisch nicht relevant, beim Lösen der Innenmanschette kann es zu einer Beeinträchtigung des Betriebs bis hin zu einer Verstopfung kommen. Für den Auftraggeber besteht kein Kostenrisiko, da die Kosten von vornherein kalkulierbar sind. Das versehentliche Verfüllen anderer Kanäle ist ausgeschlossen. Bei Beaufschlagung mit Innendruck während der Sanierung kann eine Schadensvergrößerung nicht ausgeschlossen werden.

Nicht vollständig verklebte Innenmanschetten stellen ein Abflusshindernis dar, wenn sich Blechteile nach innen biegen, z.B. wenn die Reinigungsdüse daran hängengeblieben ist, was sich im Lauf der Zeit verstärken und zu einem Problem führen kann. Verspannte Manschetten benötigen ein festes Wiederlager, da sie sich lösen könnten, wenn das Altrohr infolge von Hohlräumen auf der Außenseite nachgeben sollte.

Spachtel- und Verpressverfahren werden mit einem Roboter ausgeführt. Verpressverfahren ähneln sehr den Injektionsverfahren. Auch hier wird ein Material (Harz, Mörtel) über einen Packer nach außen gepresst. Allerdings sind hier die Materialien oft etwas dickflüssiger, so dass z.B. ein Haarriss nicht ausreicht, damit genügend Material nach außen gepresst wird. Deshalb muss hier der Riss zuerst mit einem Fingerfräser (Bild 5) vergrößert werden, damit genügend Material in den Spalt gelangen kann und dort die Schadstelle abdichtet.

Der Einsatzbereich für Spachtel- und Verpressverfahren ist sehr flexibel. Mit Spachtel- und Verpressverfahren lassen sich undichte Rohrverbindungen, Risse, Scherbenbildung, bedingt Rohrversätze

und nicht fachgerecht angeschlossene Zuläufe sanieren. Der Einsatz bei Grundwasserzutritt ist bei Verwendung von Epoxidharzen nicht möglich.

Da die Abdichtung vorwiegend in der Rohrwandung stattfindet, ist eine sehr gute Untergrundvorbereitung (Fräsen) erforderlich. Hohlräume im Bereich der Bettung bleiben, zumindest teilweise, erhalten.



Bild 5: Fräsroboter (Quelle: Fa. Prokasro)

Die Materialmenge ist bei den meisten Spachtel- und Verpressverfahren durch die Größe der Kartusche begrenzt, weshalb bei größeren Ausbrüchen mehrere Arbeitsgänge erforderlich werden. Damit ist auch ein gewisses Kostenrisiko für den Auftraggeber verbunden und die Gefahr, dass bei Verpressverfahren versehentlich unbeabsichtigt andere Kanäle verfüllt werden, kann nicht ausgeschlossen werden.



Bild 6: Spachtelroboter (Quelle: Fa. Prokasro)



Bild 7: mit Spachtelroboter sanierter Riss

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es zwischen Injektions- und Verpressverfahren keine klare, eindeutige Abgrenzung gibt. Bei Injektionsverfahren erfolgt zwar die Abdichtung vorwiegend auf der Außenseite des Rohres, sicher aber teilweise auch in der Rohrwand. Bei einem Verpressverfahren wird die Abdichtung vorwiegend in der Rohrwandung stattfinden (hierzu ist z.B. ein Riss aufzufräsen, um zu gewährleisten, dass eine Haftung erfolgen kann), ein Teil des Materials wird aber auch Hohlräume auf der Außenseite zumindest teilweise verfüllen. Bei einer Ausschreibung sollte der Text sehr genau gewählt werden, um nicht einzelne Verfahren nur aufgrund ihrer Zuordnung nach DIN EN 15885 [2] von vornherein auszuschließen, obwohl sie technisch geeignet wären, den Schaden zu sanieren. Wird z.B. ein Verpressverfahren ausgeschrieben, so darf bei einer VOB-konformen Angebotsprüfung ein angebotenes Injektionsverfahren nicht gewertet werden. Umgekehrt gilt dasselbe.

Flutungsverfahren werden in diesem Zusammenhang hier nicht näher betrachtet, da hiermit nur Undichtigkeiten, aber keine Scherbenbildungen innerhalb der Grenzen der sicheren Anwendung saniert werden können.

Grenzen der sicheren Anwendung für Spachtel- und Verpressverfahren

Da sowohl bei Spachtel- als auch bei Verpressverfahren zur Sanierung von Rissen eine Nut gefräst werden muss, damit eine Verklebung in der Rohrflanke erfolgen kann, muss also der vorhandene Schaden (Riss) zuerst einmal vergrößert werden. Das kann zu einer Instabilität des Altrohr-Bodensystems und als Folge daraus zu einem Einsturz führen. Risse in einem Bauwerk entstehen dort, wo das Material die Zugspannungen nicht mehr übernehmen kann. Ein Riss entsteht im rechten Winkel zu den Zugspannungen. Das ist auch bei einem erdverlegten Rohr nicht anders. Nachdem durch

statische Überlastung (Überschreitung der Zugspannung) ein Riss entstanden ist, hat sich ein neuer statischer Gleichgewichtszustand eingestellt. Quer zum Riss können nur noch Druckspannungen übertragen werden. Wird dieser Riss zurerspachtelung oder Verpressung aufgefräst (vergrößert), können diese Druckspannungen nicht mehr übertragen werden. Das heißt, Risse dürfen ggf. nur in mehreren Arbeitsgängen abschnittsweise mittels Spachtel- und Verpressverfahren saniert werden, um die Standsicherheit nicht zu gefährden. Bei dickwandigen Rohren besteht die Möglichkeit, dass der Riss nicht über die gesamte Wanddicke aufgefräst wird, so dass die Druckspannungen noch übertragen werden können.



Bild 8: Gefahr des Einsturzes bei Durchführung von Fräsarbeiten

Eine Sanierung bei Scherbenbildung mit losen Scherben muss im Einzelfall abgewogen werden.

Ob Spachtel- und Verpressverfahren bei aktuell anstehendem Grundwasser eingesetzt werden können, hängt vom verwendeten Material ab. Für den Einsatz von Epoxidharzen muss der Kanal trocken oder darf maximal feucht sein.

Am Beispiel von undichten Rohrverbindungen sollen die verschiedenen Möglichkeiten zur Reparatur noch einmal miteinander verglichen werden.



Bild 9 Undichte Rohrverbindung mit Versatz

Für die Sanierung einer undichten Rohrverbindungen mittels Injektionsverfahren gibt es wenige technischen Einsatzgrenzen, die durch die Schadstelle selber vorgegeben sind, wie z.B. ein zu großer Muffenversatz. Einsatzgrenzen ergeben sich durch die Erreichbarkeit der Schadstelle mit der Technik. Für die Sanierung mehrerer hintereinander liegender undichter Rohrverbindung ist allerdings das Risiko, dass das Injektionsharz an der nächsten Rohrverbindung wieder in den Kanal eintritt, sehr hoch. Darüber hinaus wird das Verfahren bei mehreren undichten Rohrverbindungen auch unwirtschaftlich.

Die Sanierung einer undichten Rohrverbindung mittels Kurzliner ist nur möglich, wenn entweder aktuell kein Grundwasser ansteht oder eine provisorische Vorabdichtung durchgeführt wurde. Die Sanierung mehrerer hintereinander liegender undichter Rohrverbindungen ist zwar technisch möglich, wird aber je nach Anzahl der zu sanierenden Rohrverbindungen gegenüber einer Renovierung unwirtschaftlich.

Die Sanierung einer undichten Rohrverbindung mittels einer gegen das Altrohr verspannten Edelstahlmanschette ist auch bei anstehendem Grundwasser möglich. Grenzen werden durch Muffenversätze gesetzt. Die Sanierung mehrerer hintereinander liegender Rohrverbindungen ist technisch möglich, wird aber je nach Anzahl der zu sanierenden Rohrverbindungen gegenüber einer Renovierung unwirtschaftlich.

Die Sanierung einer undichten Rohrverbindung mittels Spachtelverfahren ist nur bei nicht drückendem Grundwasser möglich. Jede Rohrverbindung stellt ein Gelenk dar, wodurch verhindert wird,

dass das Biegemoment in Längsrichtung zu groß wird. Deshalb ist es wichtig, dass eine Verspachtelung einer Rohrverbindung (gilt auch für einen Querriss) nicht mit einem Material durchgeführt wird, welches nach der Aushärtung starr ist, da dadurch die Gelenkigkeit in der Rohrverbindung aufgehoben wird. Bei der Sanierung mehrerer hintereinander liegender Rohrverbindungen würde sich der Effekt noch verstärken. In den Bildern 10 und 11 ist eine Möglichkeit der Sanierung undichter Muffen mittels Spachtelverfahren mit einem elastifizierten Epoxidharz dargestellt, mit der die Rohrverbindung abgedichtet wird, die Gelenkigkeit aber erhalten bleibt. Der Muffenspalt wird dazu aufgefräst. Grundwasser darf nicht anstehen, da nach dem Vorfräsen Grundwasser eindringen könnte und die Verspachtelung nicht mehr durchführbar wäre.

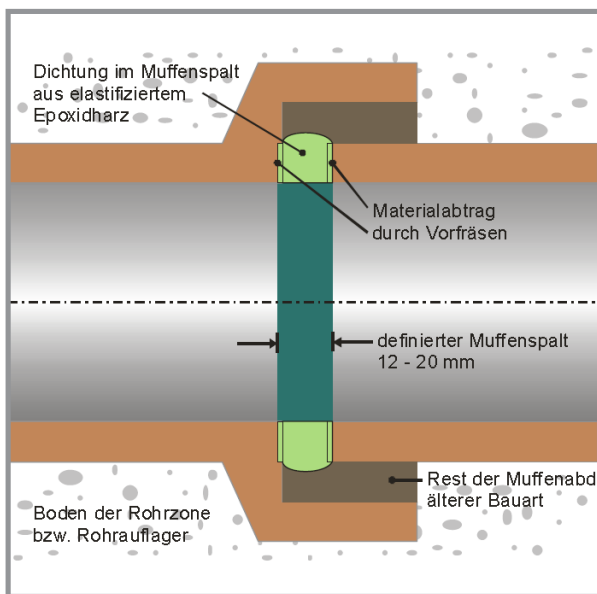


Bild 11: Prinzipskizze der Verspachtelung mit elastifiziertem Epoxidharz



Bild 10: mittels Verspachtelung sanierte Rohrverbindung

Zusammenfassung

Reparaturverfahren stellen eine kostengünstige Möglichkeit, Einzelschäden zu sanieren dar.

Das ideale Reparaturverfahren, welches bei jedem Schadensbild und bei allen Randbedingungen eingesetzt werden kann, gibt es nicht. Jedes Reparaturverfahren hat Ausschlusskriterien, Risiken und Einsatzgrenzen, die durch das Schadensbild selber und die Randbedingungen vorgegeben werden, die es gegeneinander abzuwägen gilt.

Kanalroboter werden zur Vor- und Nachsanierung bei Renovierungsverfahren, aber auch als eigenständige Techniken zur Reparatur von Schäden eingesetzt.

Literatur:

- [1]: Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), Teile A, B, C, Ausgabe 2012, Deutscher Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen herausgegeben vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Vertrieb Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [2]: DIN EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Vertrieb Beuth Verlag GmbH, Berlin, April 2008
- [3]: DIN EN 15885: Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung und Reparatur von Abwasserkanälen und -leitungen; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Vertrieb Beuth Verlag GmbH, Berlin, März 2011
- [4]: Div. Firmenunterlagen