

Roboterverfahren – großes Potenzial in der grabenlosen Kanalsanierung

Sanierungstechnik ■ Roboter werden heute bei vielfältigen Schadensbildern in der Kanalsanierung eingesetzt. Am Beispiel von umfangreichen Sanierungen in der Stadt Neuss kann gezeigt werden, worauf es bei der technischen Ausstattung der eingesetzten Systeme ankommt, damit Schäden dauerhaft und wirtschaftlich instand gesetzt werden können. Durch ein Verfahren mit Schalungsmanschette und leistungsstarken Fräs- und Spachtelwerkzeugen werden dort auch Extremschäden erfolgreich bearbeitet.

Das Ausheben von Baugruben im innerstädtischen Bereich verursacht hohe Kosten und bringt Verkehrsbehinderungen und Umweltbelastungen durch Lärm und Schmutz mit sich. Dadurch rechtfertigen sich in vielen Fällen grabenlose Reparaturen im Kanalnetz. Mit leistungsstarken Robotersystemen können inzwischen zahlreiche Schadensbilder partiell repariert werden. Eine Umfrage zeigte, dass sie 2004 als Ausbesserungsverfahren 9,3 Prozent der gesamten eingesetzten Verfahren zur Kanalinstandsetzung ausmachten. Dennoch scheuen viele Kanalnetzbetreiber noch davor zurück, komplexe Schäden mit Robotern anzugehen (Tab. 1).

Die Infrastruktur Neuss AöR hingegen setzt im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei der Instandhaltung des Kanalnetzes auf eine genaue Prüfung der Möglichkeiten eines grabenlosen Vorgehens und beauftragt unter anderen grabenlosen Verfahren wie Langrohrrelining bei zahlreichen Schadensbildern auch die partielle Reparatur mit Robotern. Auch Extremschäden werden dort nicht mehr zwangsläufig in offener Bauweise behoben, sondern in einigen Fällen ebenfalls in geschlossener Bauweise mittels Robotertechnik und partiellen Inlinern oder durch die Kombination beider Verfahren grabenlos saniert (Abb. 1).

Strenges Auswahlverfahren zur Sicherung der ausgeführten Qualität

1991 begann die InfraStruktur Neuss AöR, bzw. die damalige Stadtentwässer-



Abb. 1 Roboterfahrzeug im Einsatz: Sanierungsarbeiten werden mit minimaler Belastung für die Anwohner und den Straßenverkehr ausgeführt.

ung Neuss, mit der flächendeckenden Kanalzustandserfassung in der rund 165.000 Einwohner zählenden Stadt. Das 823 Kilometer umfassende Kanalnetz wurde gemäß Süwv Kan (Selbstüberwachungsverordnung Kanal) einmal komplett erfasst. Zurzeit erfolgen die Wiederholungsuntersuchungen. Die Klassifizierung und Bewertung der Zu-

standsdaten erfolgt durch ein externes Ingenieurbüro. Hierbei wird für jede einzelne Haltung ein Sanierungsvorschlag auf Grundlage des vorhandenen Schadensbildes und der technischen Machbarkeit erstellt. Im Nachgang prüfen die Sachbearbeiter der Infrastruktur Neuss die vom Ingenieurbüro ausgearbeiteten Daten und erstellen

Roboterverfahren Schadensbilder

Hauptkanal
Seitenzulauf
Eingesetzte Materialien

Risse, Löcher, Muffenschäden, Ablagerungen, Hindernisse, Lageabweichungen, Rohrbrüche, Einstürze, schadhafte Anschlüsse, Undichtigkeiten, Korrosion
Nennweitenbereich (DN150) DN200 – DN800 (DN70) DN 150 – DN200 (DN300)
EP Epoxydharz, PU Polyurethan-Harz; Silikatharz, zementgebundene Materialien

Table 1 Verteilung der Sanierungsverfahren

unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen für das Untersuchungsgebiet ein Sanierungskonzept. Anschließend erfolgt für relevante Schadensbilder eine Ausführungsplanung, der eine beschränkte Ausschreibung folgt. Eine Beseitigung der punktuellen Sofortmaßnahmen, bei denen eine Gefährdung der Stand- und Betriebssicherheit des Kanals besteht, erfolgt unverzüglich nach Feststellung durch den TV-Operateur.

Für die Auswahl der Systeme und die Ermittlung eines entsprechenden Bieterkreis im Bereich der punktuellen Sanierung mit Roboterverfahren und partiellen Inlinern gilt ein strenges Qualitätsmanagement. Die Vergabe der Sanierungsleistungen erfolgt durch eine beschränkte Ausschreibung mit vorgeschaltetem öffentlichen Teilnehmerwettbewerb, für den der Bewerber umfangreiche Qualifikationsnachweise beibringen muss. Für die Erfüllung der geforderten Nachweise werden Punkte nach einem Gewichtungssystem vergeben. Insgesamt muss eine definierte Mindestpunktzahl erreicht werden. Von den verbliebenen Bewerbern werden Referenzstellen überprüft. Es folgt eine Punktvergabe, wobei die Bewertung der einzelnen Kriterien nach dem Schulnotensystem erfolgt. Die Punktesummen aus Qualifizierungsnachweis und Referenzprüfung entscheiden letztendlich über die Teilnahme an der beschränkten Ausschreibung. Voraussetzung für die Zuschlagserteilung ist die erfolgreiche Absolvierung einer Probebaustelle. Die im Teilnahmewettbewerb geforderten Anforderungen an Personal, Material und technische Ausstattung sowie die Ausführung der Arbeiten werden dabei vor Ort geprüft.

Partielle Reparaturen werden im Einzugsgebiet der Infrastruktur Neuss AöR überwiegend nach dem Spachtel- bzw. Injektionsroboterverfahren und teilweise auch mittels Kurzlinern auf Epoxidharzbasis ausgeführt. Die Erfahrungen aus den bisher durchgeführten Jahresverträgen für partielle Reparaturen bestätigen, dass das eingesetzte Roboterverfahren dem hohen Qualitätsanspruch des Infrastrukturbetriebes gerecht wird.

Bei den Roboterverfahren wird gem. RSV-Merkblatt 5 und DWA M 143 Teil 16 zwischen „Vollsystemen“ und „Teilsystemen“ unterschieden. Als Vollsysteme gelten bislang nur die SIKA-Roboter-Systeme und das KA-TE-Verfahren. Da das SIKA-System nicht mehr produziert wird, ist KA-TE derzeit das einzige bewährte „Vollsystem“. Unter Vollsystem wird hier ein System verstanden, das sowohl zur Stützsanierung als auch als Spachtelssystem eingesetzt werden kann. Die anderen markt-gängigen Systeme sind Teilsysteme, die nur zur Stützsanierung angewendet werden (Stützenverpress-Technik, ZM-Systeme etc.). Zur vollständigen Bearbeitung der hier beschriebenen sehr komplexen Aufgabenstellung bietet sich aber ein „Vollsystem“ an (Tab. 2).

Im Folgenden sollen konkrete Schadensbilder und deren Schadensbehebung mittels Roboterverfahren am Beispiel KA-TE dargestellt werden.

Die Präferenz für das KA-TE Verfahren ergab sich einerseits aus dem Einsatz und der dabei gewonnenen Erfahrungen mit verschiedenen Roboterverfahren in den Jahren 1993-1996 und einer 1998 durchgeführten Marktanalyse. Ergänzend dazu sind auch die Erkenntnisse aus den IKT-Warentests „partielle Reparaturverfahren“ und „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ in die Verfahrensauswahl eingeflossen. Die Infrastruktur Neuss war bei den einschlägigen IKT-Warentestserien als Netzbetreiber als einer der Auftraggeber aktiv beteiligt.

Große Bandbreite an Schadensbildern

In Neuss wird mit Robotertechnik eine Vielzahl unterschiedlicher Schadensbilder bearbeitet. Dazu gehören stark ausgebrochene Zuläufe, komplexe Riss- und Scherbenbildungen oder fehlende Wandungsteile mit Auskolkungen im Erdreich. Mit dem KA-TE Verfahren werden auch fehlende Rohrsohlen über mehrere Rohrlängen und starke Scherbenbildungen mit einragenden Scherbenkanten repariert. In anderen Anwendungsfällen werden Kanalabschnitte durch Vorverpressungen mit Epoxydharz und Fräseinsätze provisorisch soweit ertüchtigt, dass eine anschließende ►

www.kanalbau.com



Vom Güteausschuss beauftragt:
Dipl.-Ing. M. Langner (links)
04626 Nöbdenitz

Einer Ihrer Partner im Gespräch über:

- besondere Erfahrung und Zuverlässigkeit
- Weiterbildung
- Betriebseinrichtungen und Geräte
- Subunternehmer
- Eigenüberwachung

Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961

Güteschutz Kanalbau



Beurteilungsgruppen:

AK3; AK2; AK1
VP; VM; VMD; VO; VOD
S.; I; R; D; G; ABS

Schäden	Komplettsysteme	Teilsysteme		
	Alle Arbeiten	Nur Stutzensanierung		Nur Fräsen
	Fräs-/Spachtelroboter/ Schalungsmanschette	Stutzenverpress-Systeme	Hutprofil-System	Nur Fräsroboter
A: Fräsarbeiten				
Entfernen Ablagerungen	+			+
Muffenversätze	+			+
Öffnen Zuläufe	+			+
Entfernen Hindernisse	+			+
B: Einzelreparaturen				
Längsrisse	+			
Radialrisse	+ ²			
Löcher (Fehlende Wandungsteile)	+ ²			
Schadhafte				
Rohrverbindungen	+ ²			
C: Reparaturen des Einlaufbereiches				
Stutzensanierung (Spachteltechnik)	+			
Stutzensanierung (Verpresstechnik Harz)	+ ¹		+ ³	
Stutzensanierung (Verpresstechnik ZM)	O ¹		+ ³	
Stutzensanierung (Hutprofiltechnik)				

1: mit Schalungsmanschette, 2: alternativ auch mit Schalungsmanschette, 3: je nach technischer Ausrüstung, + = geeignet, O = bedingt geeignet

Tabelle 2 Übersicht über Schadensbilder, die mit Roboterverfahren behoben werden können (gem. DWA 143 T16; RSV M⁵)



Abb. 2 KA-TE-Schalungssetzgerät mit der patentierten Schalungsmanschette, hier beim Ausschalen eines sanierten Zulaufes (Modell)

Kanalbefahrung und Renovation erst ermöglicht wird. 2009 wurden neben verschiedenen Standard-Sanierungsmaßnahmen auch gravierende Deformationen in zwei Steinzeugkanälen erfolgreich behoben. Die in sechs Meter Tiefe liegenden Leitungen wiesen Schadensbilder mit massiver Scherbenbildung beziehungsweise mit fehlenden Scherben auf. In einem Fall musste in einem komplizierten Verfahren ein partieller Inliner vorgesetzt und mit einem Roboter nachträglich verpresst werden.

Verbesserungsbedarf besteht bei Kanalrobotertechniken noch bei der Bearbeitung von Schadstellen mit stark drückendem Wasser. Hier ist insbesondere in großen Rohrdurchmessern eine Verpressung nur eingeschränkt möglich.

Schalungsmanschette für Zuläufe und komplexe Schadensbilder

Die Reparatur solcher schwerer Deformationen ermöglicht das eingesetzte Roboterverfahren mittels einer patentierten Schalungsmanschette (Abb. 2). Damit können auch komplizierte Schadensbilder mit Robotersystemen repariert werden: Dabei wird zunächst der Schaden ausreichend breit und tief mit einem Fräsroboter ausgefräst. Danach wird die reversierbare Schalung in Position gebracht, über die dann das Epoxidharz verpresst wird. So können große Löcher, fehlende Wandungsteile und komplexe Ausbrüche eingeschalt und mit Harz ausgefüllt werden. Auch ist das Verfahren gut dafür geeignet, stark zerstörte Rohrstrecken soweit herzurichten, dass eine Kamerabefahrung erst wieder ermöglicht wird und eine anschließende Renovation erfolgen kann. Gegenüber einem mineralischen Sohlausgleich mittels Einschleppen von Zementen hat das Verfahren den Vorteil, dass fehlende Sohlteile mit Epoxidharz

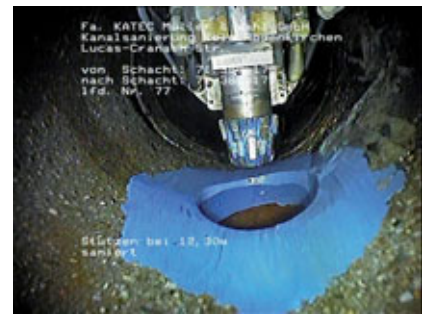


Abb. 3 Stützen in der Kanalsohle, links nach dem Fräsen, rechts nach der Sanierung.

gezielt aufgefüllt werden und der Materialeinbau kontrolliert stattfindet. So besteht auch nicht die Gefahr, dass beispielsweise Hausanschlüsse zugeschlämt werden.

Dauerhafte Sanierung von Zuläufen

Auch bei der Reparatur extrem ausgebrochener Zuläufe kommt die Schalungsmanschette in Neuss zum Einsatz. Bei der Zulaufsanierung wird eine flexible Kunststoffplatte mit einer Öffnung, die dem Durchmesser des zu sanierenden Einlaufs entspricht, vor diesem positioniert. Durch die Öffnung wird ein

Ballon als Formschalung für das fehlende Einlaufrohr gesetzt. So entsteht ein ringförmiger Hohlraum, der durch zwei verschließbare (Rücklaufsicherung) Injektionsöffnungen mit Epoxidharz verpresst und aufgefüllt wird (Abb. 3).

Gegenüber der gegenwärtigen Hutprofiltechnik, bei der häufig durch mangelhafte Verklebung oder zu langsames bzw. zu schnelles Aushärten des verwendeten Kunstharzes (zumeist PU-Harz) die eingesetzten Hutprofile spätestens bei in anschließend durchgeführten Hochdruckspülgängen wieder

WASSER BERLIN INTERNATIONAL
 Fachmesse und Kongress
 Wasser und Abwasser
 02.-05. Mai 2011

KNOW H₂O

Sonderschau für Bohrtechnik, Brunnenbau
 und Geothermie in Halle 4.2

GEO THERMICA

Anmeldung:
 ENERGY MEDIENSERVICE
www.energy-medianservice.de
info@energy-medianservice.de
 Telefon 08152 / 96 97 70

www.wasserberlin.de

Messe Berlin

EWE-Wasserzähler-Schächte

seit über 20 Jahren erfolgreich im Einsatz



Besuchen Sie uns:
Halle A5, Stand 328

EWE-ARMATUREN
 Telefon: 05 31 - 37 00 50 · www.ewe-armaturen.de



...bewährt bis ins Detail!



Abb. 4 Spachtelroboter beim Verspachteln eines zuvor gefrästen Querrisses (Modell)



Abb. 5 Fräsroboter mit Aufbau für Frontalfräsen zum Entfernen von stark einragenden Hindernissen (Modell)

abreißen, ist mit diesem Vorgehen eine dauerhafte Sanierung gewährleistet. So wurden im IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ 2004 alle gängigen Hutprofilverfahren nur schwach bewertet. Die Langzeitbeständigkeit des verwendeten Roboterverfahrens gegenüber Hochdruckreinigungen wurde 2010 durch das IRO-Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg mittels durchgeführter Tests in Anlehnung an DIN 19523 (Ausgabe August 2008) bestätigt. Es wurde nachgewiesen,

dass die Verspachtelungen und Zulaufsverpressungen mittels Schalungsmanschetten in der Praxisprüfung und in den Werkstoffprüfungen die Anforderungen eines neuen Rohres erfüllen.

Beim Vorgehen mit der Schalungsmanschette wird der Schaden nicht überklebt, sondern statisch tragfähig wieder hergestellt. Hutprofile hingegen erzeugen in der Grundstücksanschlussleitung am „Hutende“ oft keinen glatten

Werkstoffübergang, sodass ein Abflusshindernis entsteht. Zudem werden Hutprofile nur bei „standardisierten“ Anschlussstückern DN 125/ 150 eingebaut, nicht bei stark schrägen Stutzen. Mit dem Einsatz einer Schalungsmanschette ist auch die Instandsetzung von Zulaufen DN 70-100 und größer DN 150-300 technisch machbar, auch über den Standardbereich bis 45° Abwinklung hinaus bis zu 80°, sowie von tangential im Scheitel liegenden Zulaufen. Dazu kommt, dass in der Praxis insbesondere im Verkleberegion der Grundstücksleitung keine ausreichende Haftgrundvorbereitung ausgeführt wird, auch ist der Einbau von langen Hutprofilen über die erste Anschlussmuffe technisch oft nicht durchführbar.

Verspachtelung in Radial- und Axialrichtung

Ein wichtiger Faktor dafür, dass in Neuss auch die Reparatur von Muffenversätzen und komplizierten Rissen mit Robotern gelingt, ist die Leistungsfähigkeit der dabei eingesetzten Geräte. Sie erlauben eine hohe Flexibilität und Präzision, sodass auch Versätze, die größer als die Rohrwandstärke sind, bearbeitet werden können. Muffen mit starken Versätzen werden in folgenden Schritten repariert: Mittels Fräsroboter werden die Versätze beigefräst; anschließend wird die Rohrverbindung in einem Arbeitsgang mittels Roboter verspachtelt. Der dabei verwendete Spachtelroboter verfügt über unterschiedliche Werkzeuge: eine Querkelle, die in Radialrichtung arbeitet, und eine Längskelle zur Verspachtelung in Axialrichtung (Abb. 4). Durch diese beiden Kellen kann der Geräteführer komplexe Schadensbilder mit schräg verlaufenden Rissen, beispielsweise bei Scherbenbildung, verspachteln. Auch die Reparatur von Querrissen am Stutzen ist so möglich, ohne dass der Zulauf, wie bei einer Sanierung mit einem Partliner, anschließend geöffnet werden muss. Bei Rohreinbindungen ist eine Verspachtelung ohne händische mineralische Bearbeitung ebenfalls möglich. Zulaufe von PVC Rohren, die normalerweise mit Klebetechniken bearbeitet werden, Liner auf Basis thermoplastischer Materialien sowie PP-Kurzrohrverfahren können mit dem eingesetzten KA-TE Verfahren eingebunden werden.

Hydraulischer Antrieb sorgt für hohes Drehmoment beim Fräsen

Marktgängige Fräsröbter verwenden hydraulische, pneumatische sowie elektrische Antriebe mit unterschiedlichen Leistungen. Der hier eingesetzte Fräsröbter mit hydraulischem Antrieb ist charakterisiert durch ein hohes Drehmoment am Werkzeug, wodurch der Röbter auch bei hohen Fräsanforderungen zeit- und damit kosteneffizient eingesetzt werden kann (Abb. 5). Mit einem hydraulischen Antrieb können auch Fräsarbeiten bearbeitet werden, die über einragende Stutzen oder normal verfestigte Ablagerungen hinaus gehen. So stellen beispielsweise auch Stahlanker mit Volleisenprofil von einem rückwärtig verankerten Vorbau, Armierungsstähe, querende Leitungen, einragende Gussattelstücke oder Kanäle mit 50 bis 80 Prozent Ablagerungen kein Hindernis dar.

Bei der in Neuss eingesetzten Röbtertechnik von KA-TE wird die hohe Fräslleistung aus der Kombination der Drehbewegung und einer geraden Hubrichtung des Fräskopfes generiert. Der Röbter kann für das Frontalfräsen umgebaut werden. Im Unterschied zu Röbtern mit einem Fräsarm mit Knickgelenk wird so der Fräskopf gerade nach oben gegen das Werkstück ausgefahren. So wird die komplette Hubkraft in Druck am Werkstück umgesetzt.

Zusammenfassung

Das Beispiel Neuss zeigt, dass ein Verfahren mit einer flexiblen Spachtel- und Frästechnik und einer Schalungsmanschette vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Röbter ermöglicht. So ist die Reparatur von Rissen, Scherbenbildungen mit einragenden Kanten, Ausbrüchen, fehlenden Wandungsteilen, schadhafte Muffen und Zuläufen möglich sowie die Wiederherstellung fehlender Rohrscheitel und -sohlen, von Zement-Mörtel-Auskleidung im Gussrohr und dem Verschließen von Fehlbohrungen. Darüber hinaus setzt die InfraStruktur Neuss AöR auch im Zuge der Qualitätssicherung Röbter ein: Um die Dichtheit der ausgeführten Reparaturen nachzuweisen, werden in renovierten Kanälen zusätzlich zu den Strangprüfungen alle sanierten Zulaufeinbindungen nochmals mit dem

KA-TE-Schalungssetzgerät unter Verwendung einer Sanierungsblase abgesperrt und einer Vakuumprüfung unterzogen. Mit dem Verfahren kann auch im Eiprofil das komplette Schadensspektrum, inklusive Muffen und Schäden im Bereich des tiefen Eiprofils, bearbeitet werden, zudem sind Fräs- und Spachtelarbeiten bis in den Sohlenbereich möglich. Künftig wird es außerdem Lösungen für kleine Eiprofile ab DN 200-300 geben.

Letztendlich ist neben hochwertiger Technik die Qualifikation des Personals entscheidend, um das volle Potenzial von Fräs- und Spachtelröbtern und Verschaltungstechnik umzusetzen. Hier hat die Ausbildung von Fachpersonal einen hohen Stellenwert. Fachkräfte für Rohr-, Kanal- und Industrieservice können sich auf die Bedienung von Röbtersystemen spezialisieren. Eine zusätzliche innerbetriebliche Ausbildung an der Anlage ist notwendig und sichert die nachgefragte hohe Qualität.

Abbildungen: Abb. 1, 3: KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH, Abb. 2, 4, 5: KA-TE PMO AG, Tab.1: DWA, 2004

Autoren:

Gerd Müller
KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH
Auf der Werth 5
54584 Jünkerath
Tel.: 065 97 9008-0
Fax: 065 97 9008-18

E-Mail: info@katec-kanaltechnik.de
Internet: www.katec-kanaltechnik.de

Andreas Lieb
Geschäftsführer
Dipl.-Kfm. Christian Noll
Geschäftsführer
KA-TE PMO AG
Schwerzistr. 4
CH-8807 Freienbach
Schweiz
Tel.: (+41) 55 41558-58
Fax: (+41) 55 41558-59

E-Mail: info@kate-pmo.ch
Internet: www.kate-pmo.ch

Alles fließt

natürlich durch Beton

Die legendäre Langlebigkeit und Dichtheit von Betonrohren sorgt seit Jahrhunderten für einen nachhaltigen Wasserhaushalt. Beton ist in vielerlei Hinsicht der ökologischste Baustoff beim Einsatz im Kanalbau. Durch die natürlichen Rohstoffe des Betons, aus dem die Rohre und Schächte mit vergleichbarem geringem Energieaufwand hergestellt werden, weisen sie durch ihre Effizienz und Langlebigkeit eine unschlagbare Ökobilanz aus. Dazu sind sie auch zu 100% recyclebar.

Mit Betonrohren, Stahlbetonrohren und Schächten aus Beton bauen Sie für eine saubere Zukunft.



www.fbsrohre.de