neutral
unabhängig
gemeinnützig

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

2007 Heft 1

ERGEBNISSE

forschen | prüfen | beraten | testen

IKT neutral unabhängig gemeinnützig Geprüft. Auftraggeber: Prüf-Norm: Prüfbericht-Nr.: Datum: www.ikt.de

IKT neutral unabhängig gemeinnützig Warentest SEHR GUT Auftraggeber: Kanalnetzbetreiber und Hersteller Vollständiges Testergebnis abzurufen unter: www.ikt.de

aus dem Inhalt:

- Schächte
- Druckleitungen
- aktuelle Projekte

Investitionsprogramm Abwasser NRW

» Eine funktionstüchtige abwassertechnische Infrastruktur ist eine wesentliche Voraussetzung für einen Industriestandort wie NRW. Dem Erhalt und der Sanierung der zum Teil über 100 Jahre alten Kanalisationsanlagen kommt deshalb in den nächsten Jahren eine hohe Bedeutung zu. Gleichzeitig muss die Abwasserbehandlung an neue Herausforderungen angepasst werden. Hierzu müssen effektivere, kostengünstige und innovative Verfahren weiterentwickelt und eingesetzt werden. Mit dem Investitionsprogramm Abwasser wird die Landesregierung NRW einen entscheidenden Beitrag zur Lösung dieser Zukunftsaufgaben leisten.

Dieses zum 01.01.2007 in Kraft getretene Programm wird die Umsetzung notwendiger Investitionen und den Erhalt der abwassertechnischen Infrastruktur zum Schutz der Gewässer und der Umwelt sicherstellen. Auf diese Weise können Umweltinvestitionen dort gefördert werden, wo es für die Städte und Gemeinden, aber auch für die Industrie- und Gewerbebetriebe drängend ist. Gleichzeitig wird die finanzielle Belastung der Bürgerinnen und Bürger vermindert und ein Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie geleistet.

Durch das Förderprogramm der Landesregierung soll deutlich gemacht werden, dass in eine notwendige Substanzerhaltung sowie -erweiterung von Abwasseranlagen zum Schutz der Gewässer investiert werden muss. Die Investitionen in die abwassertechnische Infrastruktur sollen darüber hinaus einen weiteren Impuls für die Bauwirtschaft geben sowie den Technologiestandort NRW durch die Umsetzung innovativer Maßnahmen stärken. Für einen zukunftorientierten Technologieeinsatz bei wasserwirtschaftlich notwendigen Maßnahmen werden insbesondere folgende Technologien gefördert:

- Verfahren zur Niederschlagswasserbeseitigung,
- innovative Vorhaben im produktionsintegrierten Umweltschutz,
- innovative Reinigungsverfahren kommunaler Kläranlagen zur Hygienisierung oder Elimination gefährlicher Stoffe
- Verfahren zur Fremdwasserbeseitigung und Kanalsanierung

Insbesondere die Fremdwasserbeseitigung stellt eine Aufgabe dar, der zukünftig größere Beachtung geschenkt werden muss. Fremdwasser verursacht unnötige Kosten und erhöht die Schadstoffeinträge in die Gewässer. Häufigste Ursache für Fremdwassereintritte in die Kanalisation sind schadhafte Kanäle, die dauerhaft oder zeitweise innerhalb des Grundwassers liegen. Hierdurch kommt es zu einer Infiltration von Grundwasser in die Kanalisation. Weitere häufig vorzufindende Quellen für Fremdwasser sind an die Kanalisation angeschlossene Haus- und Grundstücksdrainagen oder auch Bachläufe, die direkt an die Kanalisation angeschlossen sind und die ganz besonders nach längeren Regenereignissen zu einem erheblichen Eintrag von Fremdwasser führen. Das in die Kanalisation gelangte Fremdwasser behindert dann auf vielfältige Weise einen optimierten Betrieb der Anlagen zur Abwasserableitung und -behandlung. Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung des Fremdwasseranfalls wirken sich folglich in jedem Fall günstig auf die Abwasserbehandlung und -ableitung aus.

Die Abwicklung des „Investitionsprogramms Abwasser" erfolgt zentral über die NRW.BANK unter fachtechnischer Begleitung der staatlichen Wasserbehörden. Die Förderrichtlinien sowie weitere Informationen finden sich auf der Internet-Seite des MUNLV unter http://www.munlv.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/foerderung/index.php «

Dr. Alexander Schink
Staatssekretär
Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

Inhalt

Seite 3 **Investitionsprogramm Abwasser NRW**
Staatssekretär Dr. Alexander Schink

Seite 5 **IKT-Forschungsschwerpunkte**
Forschung: Stand Frühjahr 2007

Seite 9 **Druckleitungen**
Rohre unter Druck

Seite 15 **IKT-LinerReport 2006**
IKT-LinerReport 2006: Glas klar im Vorteil?

Seite 21 **Profilierte Großrohre aus Kunststoff**
Belastbarkeit und Qualität prüfen! Aber wie?

Seite 27 **Simulation von Rohrvortrieben**
Simulation von Rohrvortrieben im Maßstab 1:1

Seite 35 **IKT-Marktumfrage**
Kanalinvestitionen steigen 2007 um 10%

Seite 39 **Abwasserdüker**
Abwasserdüker: Das unbekannte Bauwerk

Seite 41 **Fließfähige Bettungsmittel**
Gut gebettet liegt länger

Seite 45 **Geophysik**
Dem Unsichtbaren auf der Spur

Seite 51 **Kanalreinigung**
Kanäle intelligent reinigen in Bergkamen

Seite 53 **Praxistag Kanalreinigung**
Was leisten Düsen und Reinigungsfahrzeuge?

Seite 55 **Kanalreinigung**
Ärger mit Toilettenausblasungen

Seite 57 **Fremdwasser**
Abwasser: NRW setzt neue Förderschwerpunkte

Seite 59 **Qualitätssicherung**
Schachtbeschichtung ist geeignetes Sanierungsverfahren

Seite 61 **Schachtsanierung**
Schachtkopfmörtel: Belastungsproben praxisnah

Seite 63 **Neuerscheinung**
IKT-Handbuch Schacht 2007

Seite 65 **Goldener Kanaldeckel 2006**
Ausgezeichnetes Engagement

Seite 68 **Ausbildung und Lehre**
Universität Hannover startet mit „Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung"

Forschung: Stand Frühjahr 2007

Blick in einen Abwasserschacht

Im vergangenen Jahr haben die Mitglieder des IKT-Fördervereins der Netzbetreiber e.V. folgende Handlungsschwerpunkte für künftige Forschungsaktivitäten festgelegt:

- **Abwasserschächte**
- **Kanalsanierung: Schlauchlining**
- **Grundstücksentwässerung**
- **Kanalbetrieb, SüwV Kan**
- **Offene Bauweise**
- **Rohrvortrieb**
- **Übergänge und Materialwechsel**

Seitdem ist viel geschehen. Laufende Projekte wurden erfolgreich fortgeführt und neue Aufgabenstellungen auf die Bedürfnisse der Netzbetreiber ausgerichtet und vorangetrieben. Nachfolgend wird ein Überblick über den derzeitigen Stand der Bearbeitung gegeben.

Abwasserschächte

Das Thema Abwasserschächte wurde seit Gründung des IKT im Rahmen zahlreicher Forschungs- und Prüfvorhaben behandelt (siehe www.ikt.de ➲ Download). Abwasserschächte besitzen als Schnittstelle zwischen Verkehrsraum und Abwasserkanalisation sowie als Zugangs-, Rückstau- und Entlüftungsbauwerke eine wesentliche Bedeutung für Bau, Betrieb und Sanierung von Entwässerungssystemen. Vor diesem Hintergrund haben 38 Netzbetreiber als Mitglieder des IKT-Lenkungskreises „Abwasserschächte" die praxisrelevanten Problem- und Fragestellungen in der baulichen und betrieblichen Überwachung sowie der Sanierung von Abwasserschächten ermittelt und ein Versuchsprogramm zur Klärung eben dieser offenen Fragestellungen erarbeitet. Eine weitere Forschungsförderung wurde durch das Umweltministerium NRW bereits in Aussicht gestellt. Die Schwerpunkte liegen ab dem Jahr 2007 in der vertieften Untersuchung polymerer und mineralischer Beschichtungssysteme, dem Test von Sanierungsverfahren für die Zu- und Abläufe zum Schachtbauwerk sowie einer kritischen Bewertung von Injektions- und Abdichtungsverfahren, zum Beispiel zur Sanierungsvorbereitung. Zwischenergebnisse der ersten Phase, wie technische Hintergründe, typische Schadensbilder und Marktübersichten, wurden in dem IKT-Handbuch SCHACHT 2007 bereits veröffentlicht.

Kanalsanierung: Schlauchlining

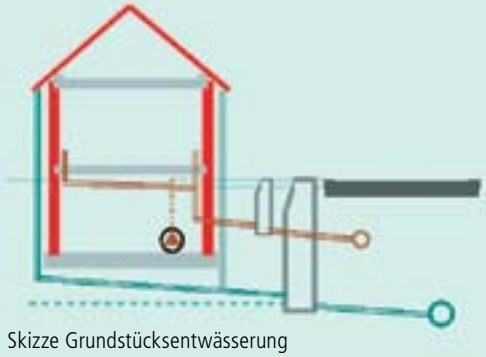
Mit einer Einsatzhäufigkeit von 15 % ist das Schlauchliningverfahren das am häufigsten verwendete Sanierungsverfahren für Abwasserkanäle. Für die gesamte Betriebsdauer muss sichergestellt sein, dass der eingebaute Liner die auftretenden Beanspruchungen des Kanalbetriebs schadlos übersteht. Dies betrifft neben der Gewährleistung der Standsicherheit ebenso die Funktionsfähigkeit und Hydraulik sowie die Werkstoffbeständigkeit und Dichtheit des sanierten Abwasserkanals. Ergebnisse aus abgeschlossenen IKT-Forschungsvorhaben lassen die Bandbreite der Einflussfaktoren auf die Liner-Qualität bereits erkennen. Den Abnahmekriterien für Lining-Maßnahmen kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Gemeinsam mit den beteiligten Netzbetreibern wurden die entsprechenden Forschungs- und Prüfaktivitäten des IKT in den letzten Jahren verstärkt hierauf ausgerichtet (vgl. IKT-LinerReport S. 15) und ein Forschungsprogramm zum Thema „Abnahme von Lining-Maßnahmen" entwickelt und abgestimmt. Noch in diesem Jahr sollen diese Untersuchungen starten, insbesondere mit Blick auf:

- die Bewertung der Linerqualität und den Nachweis der eingesetzten Materialien,
- die Wahl von Probenentnahmestellen und die Reparatur der durch die Probenahme entstehenden Fehlstellen,
- die Abdichtung der Übergänge zwischen Liner und Anschlussleitung sowie zwischen Liner und Schacht.

Erste Ergebnisse zum Einsatz von Kurzlinern als Reparaturverfahren für Hauptkanäle werden als IKT-Warentest für Anfang 2008 erwartet. Ein IKT-Warentest „Schlauchlining" wird auf Basis dieser Ergebnisse und der Erfahrungen aus dem oben genannten Forschungsvorhaben formuliert und ab 2008 gestartet.

Grundstücksentwässerung

Insbesondere in NRW hat das Thema Grundstücksentwässerung mit der geplanten Überführung des §45 aus der Landesbauordnung als §61a in das Landeswassergesetz an Aktualität gewonnen. Das im Jahr 2007 eingeführte Investitionsprogramm Abwasser des Landes NRW und die damit mögliche Förderung von Maßnahmen auf Privatgrundstücken in Fremdwassergebieten bieten darüber hinaus Perspektiven für Netzbetreiber und Bürger, dieses Thema verstärkt anzugehen.



Skizze Grundstücksentwässerung

Das IKT bereitet entsprechend ein Aktionsprogramm „Grundstücksentwässerung" vor, das die identifizierten Frage- und Problemstellungen im Bereich der Personalqualifikation, Durchführung von Pilotmaßnahmen, Erstellung von Leitfäden und der Klärung technischer Fragestellungen aufgreift und geeignete Lösungen aufzeigen will.

Dabei soll auch die Frage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Inspektion und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen näher beleuchtet werden. Eine Fortführung des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner" ist für das Jahr 2008 ebenfalls geplant.

Als Pionier begleitet das IKT die Stadt Billerbeck im Münsterland bereits bei der Umsetzung eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes. Die umweltgerechte Dränagewasserableitung unter Einbeziehung der privaten Grundstücke steht dabei im Vordergrund. Darüber hinaus unterstützt das IKT gemeinsam mit lokalen Ingenieurbüros auch weitere Netzbetreiber bei der Ausarbeitung von Fremdwasser-Sanierungskonzepten und Förderanträgen im Rahmen des Investitionsprogramms Abwasser NRW.

Kanalbetrieb

Die Anforderungen an den Betrieb und die Selbstüberwachung der Kanalisationen wachsen stetig. So müssten in NRW die Kanäle laut Selbstüberwachungsverordnung Kanal seit Ende 2005 vollständig erfasst sein. Die Anforderungen aus dem Runderlass zum Betrieb der Kanalisation gelten entsprechend. Das IKT hat hierzu schon in der Vergangenheit zahlreiche technische und organisatorische Fragestellungen bearbeitet, wie die Optimierung von Spülverfahren und -plänen, die Kalibrierung von Drosseleinrichtungen und den Einsatz innovativer Inspektionsverfahren. Aktuell werden insbesondere Fragen zur bedarfsorientierten Kanalreinigung, dem Betrieb von Druckleitungen und der Inspektion ständig teilgefüllter Sammler bearbeitet. Vorbereitet werden gegenwärtig folgende Aktivitäten:

Aufbau einer Kontroll-Messstelle

SüwV Kan-Überarbeitung und -Intervalle: Inspektions- und Reinigungsintervalle sowie die Durchführung einzelner Betriebsprozesse nach den Anforderungen der SüwV Kan stehen gegenwärtig in der Diskussion der Betreiber. Im laufenden Jahr 2007 soll ein IKT-Lenkungskreis „SüwV Kan" ins Leben gerufen werden, um gemeinsam mit interessierten Netzbetreibern entsprechende Argumentationen für die Festlegung von Reinigungs- und Inspektionsintervallen zu entwickeln und so die Freiheitsgrade der aktuellen und künftigen Regelungen nutzen zu können.

Drossel- und Messeinrichtungen an Regenbecken: Drossel- und Messeinrichtungen kommen als Steuer- und Regelwerkzeug eine hohe wasserwirtschaftliche Bedeutung zu. Forschungsergebnisse des IKT zeigten darüber hinaus auf, wie aus vorliegenden Messdaten auch Fremdwasserschwerpunkte identifiziert werden können. An die technische Überprüfung und Kalibrierung werden dabei besondere Anforderungen gestellt. Die IKT-Prüfstelle für Durchflussmessungen bietet hier neben Standardprüfungen auch Fehleranalysen und weitergehende statistische Auswertungen zur systematischen Qualitätsbewertung an. Darauf aufbauend werden vergleichende IKT-Warentests, zum Beispiel von Drosseleinrichtungen, vorbereitet.

Druckleitungen und Abwasserpumpwerke: Im Dezember 2006 wurde das Forschungsvorhaben „Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung" erfolgreich abgeschlossen. Die Ergebnisse sind im Internet (www.ikt.de) und auch in diesem Heft (s. S. 9) veröffentlicht. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sollen künftig Fragen der Inspektion von Druckleitungen sowie der Instandhaltung von Pumpwerken betrachtet werden. Ein Schwerpunkt liegt dabei auch auf Fragen des Korrosionsschutzes.

Druckrohrleitung aus Plexiglas auf dem IKT-Außengelände

Bedarfsorientierte Kanalreinigung: Wege zur optimierten Spülplanung, zum Beispiel auf Basis vorhandener Netz- und Betriebsdaten, werden gegenwärtig in einem Forschungsvorhaben gemeinsam mit der Ruhr-Universität Bochum und rund 60 Kanalnetzbetreibern untersucht. Weitergehende Ergebnisse werden Ende 2007 vorgestellt und anschließend veröffentlicht. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei auch der Analyse der betrieblichen Prozessabläufe, der Nutzung von Synergien, zum Beispiel mit der Schachtinspektion, und dem Einsatz moderner technischer Hard- und Software.

Offene Bauweise

Die offene Bauweise als „klassisches" Bauverfahren ist auch künftig von großer Bedeutung für den Kanal- und Rohrleitungsbau. Das IKT begleitet insbesondere die Qualitätssicherung bei Neubau- und Erneuerungsmaßnahmen. Gemeinsam mit Netzbetreibern werden Anforderungsprofile für Rohre erarbeitet und zum Beispiel Ausschreibungsstandards für den Einbau innovativer Bettungsmittel, wie so genannte Flüssigböden und Bettungskissen, entwickelt. Diese bilden die Basis für die Planung und Abwicklung der konkreten Baumaßnahmen durch Netzbetreiber und Ingenieurbüros vor Ort.

Rohrvortrieb

IKT-Vortriebssimulator DN 1600

Die Vortriebsversuche im Maßstab 1:1 (DN 1600) im weltweit einzigartigen IKT-Vortriebssimulator wurden im Frühjahr 2007 erfolgreich abgeschlossen. Die vielfältigen Messergebnisse werden derzeit vollständig ausgewertet. Die beobachteten Phänomene und Gesetzmäßigkeiten wurden bereits im Rahmen eines internationalen Workshops diskutiert. Schlussfolgerungen werden erwartet hinsichtlich:

Belastungsmodelle: Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, dass die gängigen Annahmen zur Rohrstrang-Kinematik in der Vergangenheit zu allzu optimistischen Beanspruchungsansätzen führten. Sofern hier Anpassungen der gegenwärtigen Modellvorstellungen notwendig erscheinen, werden entsprechende Vorschläge erarbeitet und mit den zuständigen Fachgremien diskutiert.

Druckübertragungsmittel: Für die Spannungsverteilung im Rohrquerschnitt und damit das Risiko von Überbeanspruchungen sind die mechanischen Eigenschaften des Druckübertragungsmittels von entscheidender Bedeutung. Praxisnahe Auswahlkriterien und Qualitätssicherungsmaßnahmen leiten sich aus den Versuchsergebnissen ab.

Trassierung und Steuerung: Kritischen Belastungssituationen sollte durch entsprechende Trassierungs- und Steuerregeln vorgebeugt werden. Schlussfolgerungen aus den Versuchen werden mit Praxisbeobachtungen abgeglichen und Optimierungspotenziale erschlossen.

Messtechnik: In den Versuchen wurden vielfältige Messmethoden zur Überwachung von Rohrvortrieben eingesetzt und auch neue Messmethoden weiterentwickelt, wie zum Beipsiel Foliendruck- und Abwinklungsmessungen in der Rohrverbindung. Künftig stehen diese Methoden für In-situ-Einsätze zur Verfügung.

Vortriebsrohre: Die oben angesprochenen Ergebnisse können die Bewertung der am Markt angebotenen Vortriebsrohre und deren Verbindungstechnik nachhaltig beeinflussen. Mit Blick auf die Bemessung, Fertigung und Abnahme der Rohre sind entsprechende Schlussfolgerungen zu formulieren.

IKT-Vortriebssimulator: Die im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Versuchseinrichtung hat sich als zuverlässiges Instrument zur Untersuchung von Vortriebszuständen und Beschreibung bisher unsichtbarer Phänomene bewährt. Aus Sicherheitsgründen wurde die Entwicklung im Schutze des IKT-Großversuchstandes ausgeführt. Die nun funktionsfähige und sichere Anlage wird nach Abschluss der laufenden Untersuchungen ausgebaut und steht künftig auch für alternative Fragestellungen der Vortriebstechnik zur Verfügung.

Übergänge und Werkstoffwechsel

Verwurzelter Abzweig

Die Ausrichtung dieses durch die Betreiber benannten Forschungsschwerpunktes ist derzeit noch nicht abgeschlossen. Übergangsstücke zur Verbindung von Anschlussstutzen und Anschlussleitungen unterschiedlicher Werkstoffe werden in einem neuen IKT-Warentest untersucht. Weitere Fragestellungen werden im Zuge der Bearbeitung der vorgenannten Forschungsschwerpunkte aufgegriffen, so zum Beispiel hinsichtlich der Verbindungstechnik beim Rohrvortrieb und der Schachtsanierung. Eine besondere Bedeutung kommt sicherlich dem IKT-Handlungsschwerpunkt „Wurzelwuchs, Bäume und Leitungen" zu, der gerade mit Blick auf die Ausbildung von Systemschnittstellen, Übergängen und Werkstoffwechseln an Brisanz gewinnt.

Ausblick

Sämtliche Forschungsschwerpunkte werden durch Lenkungskreise, bestehend aus Mitarbeitern interessierter Netzbetreiber, begleitet. Fachverbände, Ingenieurbüros und Dienstleister werden in Abhängigkeit der jeweiligen Fragestellung einbezogen. Den Mitgliedern der beiden IKT-Fördervereine kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Anregungen und Beiträge aus der Praxis sind in hohem Maße erwünscht. Die dargestellten Forschungsschwerpunkte sollen sich stets an aktuellen Erfordernissen ausrichten, gegebenenfalls werden die Schwerpunkte auch um neue Themen erweitert. Im Vordergrund steht der Nutzen für die Netzbetreiber.

Wenn auch Sie als Netzbetreiber einen der oben angesprochenen Forschungsschwerpunkte aktiv mitgestalten wollen, die Ergebnisse für die eigene Arbeit nutzen oder auch als Mitglied eines IKT-Lenkungskreises die Arbeitsziele mitbestimmen wollen, sprechen Sie uns an.

Dipl.-Ing. Bianca Diburg
Projektleiterin
Forschungsschwerpunkte
Tel.: +49 (0) 209 17806 - 48
diburg@ikt.de

Dr.-Ing. Bert Bosseler
Wissenschaftlicher Leiter
Tel.: +49 (0) 209 17806 - 0
bosseler@ikt.de

Rohre unter Druck

Teststrecke auf dem IKT-Außengelände

Ein wenig kann man Abwasserdruckleitungen als „die Vernachlässigten" bezeichnen. In Bezug auf Reinigung und Wartung geraten sie häufig ins Hintertreffen. Viele Netzbetreiber fühlen sich unsicher, wenn es um den notwendigen Zeitpunkt der Reinigung und die Auswahl eines einsetzbaren Verfahrens geht. Dies wollte das IKT ändern: Gemeinsam mit 16 Netzbetreibern untersuchte es die Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung von Abwasserdruckleitungen.

Die Ergebnisse des kürzlich abgeschlossenen Forschungsvorhabens „Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung" [1] liegen nun vor.

Besonderheiten von Druckleitungen

Die Notwendigkeit für den Bau von Druckleitungen ergibt sich insbesondere in Gebieten mit geringer Siedlungsdichte oder unzureichender Gefällesituation. Rund 90 Prozent der Netzbetreiber in NRW betreiben Druckleitungen. Ihr Anteil an der Gesamtlänge des öffentlichen Abwassernetzes in NRW beträgt allerdings nur rund vier Prozent (3491 km Druckleitungen). Nach Angaben der Betreiber liegen ihnen nur wenige Erfahrungen mit der Reinigung solcher Leitungen vor.

Fehlende Wartungs- und Kontrollöffnungen sowie Gefällewechsel, Hoch- und Tiefpunkte, Bögen und die weitgehende Vollfüllung der Leitungen erschweren die Reinigungsarbeiten. Da bei vielen Netzbetreibern Unsicherheiten bestehen, wann eine Reinigung der Leitungen erforderlich ist und welche Verfahren sie einsetzen können, beschränkt sich die Reinigung und Wartung der Anlagen meist auf die Pumpstationen und die Be- und Entlüftungsventile.

So können Probleme und Störungen beim Betrieb der Druckleitungen auftreten:

- Ablagerungen, zum Beispiel Fette, die zu Querschnittsverminderungen mit verringerten Pumpenförderleistungen und steigenden Energiekosten führen können,
- Verfettungen der Be- und Entlüftungsventile mit mangelnder Funktion der Ventile oder
- Verstopfungen, die zu einem Komplettausfall der Leitung führen können.

Eine geborgene Vestopfung [2]

Ungewollte Schwefelwasserstoffbildung kann ein Problem mit öffentlichwirksamer Note nach sich ziehen. Schwefelwasserstoff entsteht durch Faulung des Abwassers bei langen Aufenthaltszeiten in der Leitung. Ein Ausgasen in die Umgebungsluft kann bereits in geringen Konzentrationen einen unangenehmen Geruch nach faulen Eiern verursachen. Naserümpfende Bürger greifen schnell zum Telefon, um sich beim Netzbetreiber zu beschweren. Viele Bürger verbinden mit Gerüchen aus der Kanalisation eine mangelnde Reinigung der Leitungen. Allerdings war die Frage, inwieweit eine mangelnde Reinigung tatsächlich als Ursache für Schwefelwasserstoffbildung zu sehen ist.

In der Sielhaut laufen viele geruchsbildende Prozesse ab

Vorgehensweise

Die IKT-Forscher hatten sich um Ziel gesetzt, möglichst praxisorientiert die Einsatzmöglichkeiten und –grenzen der Verfahren zu erfassen und ihre Reinigungsleistung abzuschätzen. Ebenso sollten Anhaltswerte für die entstehenden Kosten ermittelt und letztendlich auch Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren abgeleitet werden. Im Mittelpunkt des Projektes standen daher Testeinsätze verschiedener Verfahren, die in Zusammenarbeit mit 16 Netzbetreibern beobachtet und bewertet wurden.

Ausgewählte Reinigungsverfahren konnten an unterschiedlichen Einsatzorten getestet werden:

- Druckleitungen der beteiligten Netzbetreiber
- Teststrecke auf dem IKT-Gelände und
- Teststrecke auf der Kläranlage Porta Westfalica.

Aus den Praxiseinsätzen bei den Netzbetreibern konnten die IKT-Forscher in erster Linie Informationen zur Handhabung der Verfahren und den notwendigen technischen Voraussetzungen gewinnen.

Die speziell für dieses Projekt entwickelte IKT-Teststrecke wurde genutzt, um unterschiedliche Ablagerungssituationen zu simulieren und die Verfahren in Reinigungsversuchen mit identischen Randbedingungen zu testen. So konnten vergleichende Aussagen, zum Beispiel zur Reinigungsleistung und zum Stofftransport getroffen werden. Fragestellungen, die während der Praxiseinsätze noch offen blieben, konnten die IKT-Forscher hier nachstellen und näher untersuchen. Für ergänzende Reinigungsversuche konnte in der Teststrecke auf der Kläranlage Sielhaut angesiedelt werden. Durch diese Teststrecke wird im Vergleich zur IKT-Teststrecke, die mit Frischwasser betreiben wird, Abwasser aus dem Zulauf der Kläranlage gefördert.

Untersuchte Verfahren

Die beteiligten Netzbetreiber entschieden sich dafür, die fünf folgenden Reinigungsverfahren in das Untersuchungsprogramm aufzunehmen:

- Impuls-Spül-Verfahren,
- Molchen,
- Hochdruckreinigung mittels Kanalspüldüse,
- Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000" und
- Erzeugung erhöhter Fließgeschwindigkeiten mittels Ejektor und Hydrant.

Schwerpunktmäßig wurden das Impuls-Spül-Verfahren und die Molchtechnik als speziell für Druckleitungen konzipierte Verfahren und die im Bereich der Freispiegelkanäle gängige Hochdruckspüldüse getestet. Alle Verfahren wurden an Druckleitungen der Netzbetreiber und in Teststrecken begutachtet. Ergänzend dazu kamen ein Hydrant sowie ein Ejektor zu Spülversuchen an der IKT-Teststrecke zum Einsatz.

Der ausschlaggebende Punkt dafür, auch ein biologische Verfahren in bestehenden Druckleitungen zu testen, lag in seinem Anwendungsgebiet: Neben der Verminderung und Vermeidung organischer Ablagerungen soll es die Bildung von Schwefelwasserstoff unterdrücken und somit der Geruchsbekämpfung dienen.

Druckluftzugabe während der Impuls-Spülung

Impuls-Spül-Verfahren: Beim patentierten Impuls-Spül-Verfahren werden impulsartig große Druckluftvolumina in die Leitung gegeben. An der Teststrecke konnte beobachtet werden, dass turbulente Luft-Wasser-Gemische von mehreren Metern Länge entstanden, die den gesamten Rohrquerschnitt ausfüllten und mit hohen Fließgeschwindigkeiten durch die Leitung gefördert wurden.

Molchen: Beim Molchen wird ein Reinigungsmolch in die Druckleitung eingesetzt und mit einem Transportmedium (in der Regel Wasser) durch die Leitung gedrückt. Dabei werden Ablagerungen von der Rohrwandung gelöst und aus der Leitung transportiert. Je nach Verschmutzungssituation werden mehrere Reinigungsdurchgänge mit unterschiedlichen Molchtypen gefahren. Dabei können die Molche hinsichtlich Material, Durchmesser, Härtegrad und Oberflächenbeschaffenheit variiert werden.

Einbringen eines Schaumstoffmolches

Hochdruckreinigung: Wird eine Hochdruckspüldüse eingesetzt, ist es erforderlich, die Druckleitung außer Betrieb zu nehmen und in einem Schacht zu öffnen. Über die Öffnung wird der Spülschlauch in die Leitung eingebracht. Übliche Schlauchlängen von Kanalspülfahrzeugen liegen meist zwischen 80 und 120 Metern. Die tatsächliche Reichweite ist aufgrund von Reibungswiderständen durch Spülstutzen, Rohrwandung und Ablagerungen meist erheblich geringer. Aufgrund der begrenzten Reichweite der Spülschläuche sind Wartungs- und Kontrollschächte in kurzen, regelmäßigen Abständen notwendig.

Hochdruckspüldüse

Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000": Nach Herstellerangaben enthält das Produkt Mikroorganismen, Enzyme und Trägermaterial. Zum einen sollen die Mikroorganismen organische Ablagerungen abbauen und lösen. Zum anderen sollen die Mikroorganismen die Sulfidproduzenten verdrängen und somit die Entstehung von Schwefelwasserstoff vermeiden. Sämtliche Sulfid-Entstehungspunkte, also alle Pumpenschächte und Hebeanlagen, werden mit dem Präparat geimpft.

Zugabe des „Lipolyt 2000" in einen Pumpenschacht

Spülung mittels Ejektor und Hydrant: In Einzelversuchen an der IKT-Teststrecke wurde ein Hydrant und ein Ejektor genutzt, um erhöhte Fließgeschwindigkeiten zu erzeugen. Bei der Ejektortechnik wird in einem Speicher befindliches Wasser (oder der Abfluss in einer Leitung) durch Erzeugung eines Unterdrucks beschleunigt. Über den Saugwasseranschluss wird dem Ejektor das zu befördernde Wasser zugeleitet. An den Treibwasseranschluss wird der Hochdruckschlauch eines Spülfahrzeugs angeschlossen, über den das unter Druck stehende Wasser in Düseneinsatz innerhalb des Ejektors gefördert wird. Das über die Düseneinsätze beschleunigte Treibwasser führt zu einem Unterdruck und reißt das über den Sauganschluss zugeführte Wasser mit sich.

Ejektor

IKT-Teststrecke

Die IKT-Teststrecke besteht aus einem rund 30 Meter langen, nahezu waagerechten „Standardbereich" und einem rund 30 Meter langen „Extrembereich". Der Extrembereich besitzt Hoch- und Tiefpunkte sowie Bögen zwischen 45° und 90° (als PVC-Winkelformstücke).

In den Standardbereich wurden verschiedene Ablagerungen eingebracht, um das Lösen und Mobilisieren der Ablagerungen zu beobachten. Im Extrembereich konnte der Weitertransport gelöster Ablagerungen aufgenommen werden.

Die nachgebildeten Ablagerungssituationen sollten zum einen ein breites Feld an möglichen Ablagerungssituationen abdecken und zum anderen Extrembedingungen schaffen, um die Leistungsgrenzen der Verfahren näherungsweise zu erfassen. So wurden haftende Ablagerungen aus Fett und Fett-Sand-Gemischen, stark verfestigte Ablagerungen in Form von Flüssigboden und Estrichbeton sowie lockere, unverfestigte Ablagerungen von Kiessand über Kies bis hin zu einzelnen Steinen in die Teststrecke eingebracht. Zusätzlich wurde eine Verstopfung durch sandige, kiesige Bestandteile in Verbindung mit faserigen, bindigen Anteilen simuliert.

Ergebnisse

Impuls-Spül-Verfahren

Das Impuls-Spül-Verfahren zeigte an der Teststrecke die höchste Transportleistung, jedoch war die Lösekraft gegenüber dem Molchen und der Hochdruckspüldüse eingeschränkt. So konnte es lockere Ablagerungen wie Sand und Kies sowie einzelne Steine befördern, jedoch stark haftende Ablagerungen wie Fett nicht vollständig entfernen.

Die an der Teststrecke aufgenommenen Transportleistungen des Impuls-Spül-Verfahrens könnten sich mit zunehmender Spüllänge, anderen Leitungsmaterialien und -verläufen verringern. Grundvoraussetzung für die Effektivität der Impuls-Spülung ist daher, dass ausreichend Spülstationen eingerichtet werden und die Impulse mit ausreichendem Druck und Volumen erzeugt werden können.

Ein Vorteil des Impuls-Spülens ist, dass die Pumpstation in der Regel nicht außer Betrieb genommen werden muss.

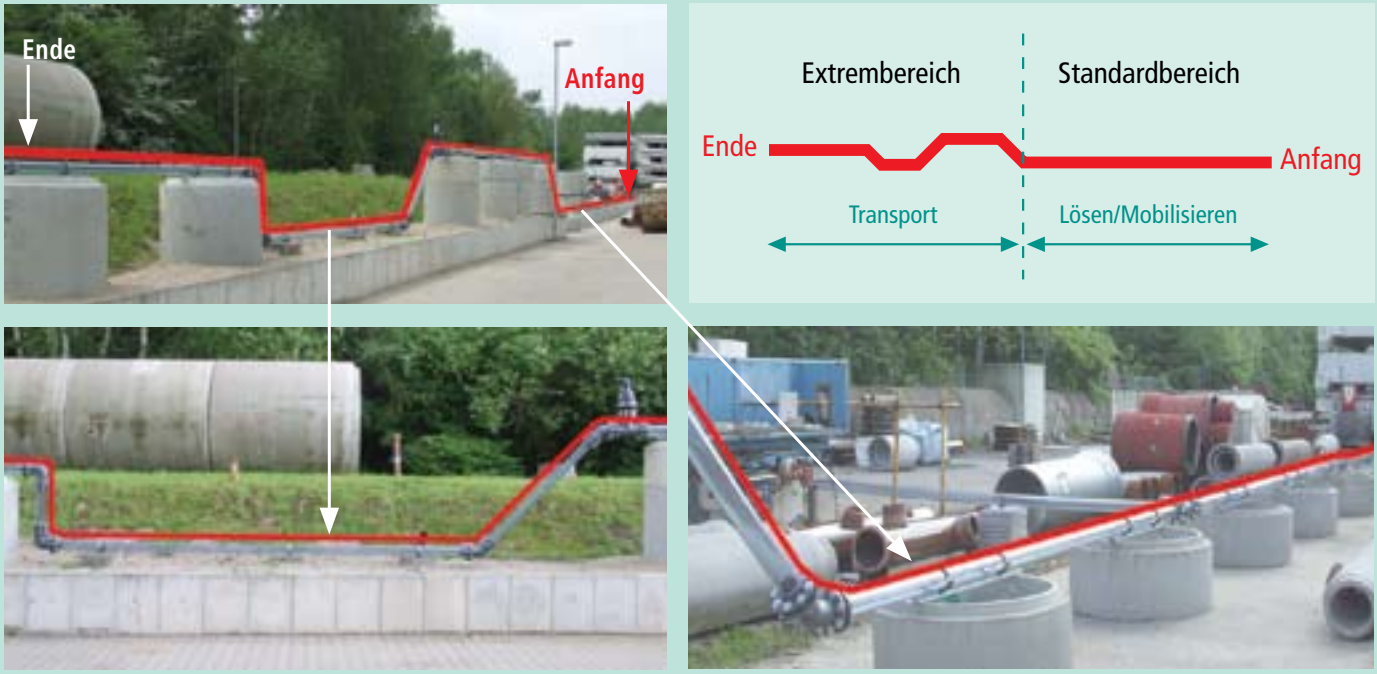
Molchen

Das Molchen wies zusammen mit der Hochdruckspüldüse die höchste Lösekraft auf. So konnte es in der Teststrecke auch stark haftende Fettablagerungen vollständig entfernen. Vorraussetzung für eine optimale Reinigungsleistung ist allerdings der Einsatz eines den Ablagerungsbedingungen angepassten Molches. Die Transportleistung lag deutlich über der Leistung der Hochdruckspüldüse, sodass Molche auch massige Sandablagerungen leicht entfernen konnten. Transportschwierigkeiten können bei Extrembedingungen mit engen Bögen in Verbindung mit massigen oder voluminösen Ablagerungen entstehen.

Ein Vorteil des Molchens liegt in der hohen Lösekraft und darin, dass oft mehrere Kilometer Leitungslänge an einem Stück gereinigt werden können.

Hochdruckspüldüse

Die Hochdruckspüldüse zeigte an der Teststrecke ebenfalls eine gute Lösekraft, jedoch war die Transportleistung der Düse aufgrund des sich in der Leitung anstauenden Spülwassers stark eingeschränkt. Darüber hinaus zeigten sowohl die Versuche an der Teststrecke als auch die Praxiseinsätze, dass die Reinigung mit Hochdruckspüldüsen mit hohem Aufwand verbunden ist und zudem deutliche Einsatzgrenzen bestehen. Beispielsweise ist die Reichweite des Spülschlauches begrenzt, sodass Wartungs- und Kontrollschächte in



IKT-Teststrecke: durchsichtige Plexiglasrohre, DN 100; rund 60 m lang

Ablagerungssituation		Reinigungsleistung			
		Impuls-Spül-Verfahren	Molchen	HD-Düse	Ejektor/Hydrant
locker, unverfestigt	Kiessand (0/8)	+ [2]	+ [2]	+ [2]	+ [2]
	Kies (20/40)	+ [2]	~ [2]	– [2]	– [2]
	Steine	+ [1|2]	~ [2]	Keine Prüfung	Keine Prüfung
haftend	Sielhaut	o [1|2|3]	+ [3]	+ [1]	Keine Prüfung
	Fett/Sand	o [2]	+ [2]	o [2]	– [2]
	Fett	– [1|2]	+ [2]	+ [2]	– [2]
verfestigt	Flüssigboden*	+ [2]	+ [2]	Keine Prüfung	Keine Prüfung
	Estrich*	+ [2]	~ [2]	– [2]	– [2]
verfestigt, abdichtend	Verstopfung	– [2]	– [2]	+ [2]	– [2]

* aufgrund geringer Rauhigkeit nicht als Inkrustierung anzusehen

\+ Lösen und Transport möglich, (nahezu) vollständige Entfernung

o Lösen und Transport größtenteils möglich

– Lösen nicht bzw. nur in sehr geringen Teilen möglich und/oder Transport nicht bzw. nur in sehr geringen Teilen möglich

~ Lösen möglich, Transportproblem an Winkelstücken

1 Ergebnisse aus Praxiseinsatz

2 Ergebnisse aus IKT-Teststrecke, PVC DN 100, L=60 m

3 Ergebnisse aus Teststrecke Porta Westfalica, PE-HD DN 100, L=100 m

Reinigungsleistungen der unterschiedlichen Verfahren aus den Reinigungsversuchen in situ, im IKT und in Porta Westfalica

geringen Abständen erforderlich sind.
Als ein grundlegender Vorteil der Hochdruckspüldüse im Vergleich zur Impuls-Spülung und dem Molchen ist zu nennen, dass auch die simulierten Verstopfungen gelöst werden konnten. Vorraussetzung in der Praxis ist allerdings, dass die Düse auch tatsächlich bis zum Ort der Verstopfung eingespült werden kann.

Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000"

Die Wirkung des biologischen Produktes „Lipolyt 2000" konnte im Rahmen von vier Praxiseinsätzen nicht eindeutig nachgewiesen werden. Bei drei Einsätzen traten die vom Anbieter angegebenen Effekte

- Abbau von Ablagerungen und Schwimmdecken im Schacht,
- Verminderung der Sielhaut in der Leitung und
- Vermeidung der Schwefelwasserstoff-Bildung

nicht eindeutig ein.

Bei einem vierten Einsatz sollten noch fortführende Schwefelwasserstoff-Messungen zu einer wärmeren Jahreszeit ergänzt werden.

Allerdings liegen Informationen von Netzbetreibern vor, bei denen durch Einsatz des Produktes Ablagerungen in den Pumpstationen sowie Geruchsprobleme durch Schwefelwasserstoff gemindert wurden.

Auf dem Markt werden zahlreiche biologische Verfahren zur Geruchsbekämpfung und/oder zum Abbau von organischen Ablagerungen angeboten. Aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzungen können die Ergebnisse des untersuchten Produktes Lipolyt 2000 nicht auf andere Produkte oder Verfahren übertragen werden.

Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten mittels Ejektor und Hydrant

Durch Anschluss eines Ejektors und eines Hydranten an die Teststrecke konnten nur in geringem Maße erhöhte Fließgeschwindigkeiten erzeugt werden. Lockere Sandablagerungen konnten problemlos ausgespült werden, während kiesige oder haftende Ablagerungen aus Fett oder Sand-Fett-Gemischen unverändert blieben. Aufgrund eingeschränkter Förderhöhen und -mengen von Ejektoren und Hydranten liegen die Einsatzbereiche bei geringen Höhendifferenzen der Druckleitungen und geringen Leitungsdurchmessern.

Bewertung

Grundlage der Bewertung sind insbesondere die Erfahrungen aus dem Einsatz in der IKT-Teststrecke. Bezüglich der dargestellten Reinigungsleistungen ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den in der Teststrecke nachgebildeten Ablagerungssituationen teilweise um Extrembedingungen handelte. Während Sielhaut und Fette nach Erfahrungen von Netzbetreibern eher als häufig auftretende Ablagerungssituationen eingeschätzt werden können und auch Verstopfungen teilweise auftreten, sind starke Sandablagerungen oder Kiese als seltener anzunehmen.

Fett

Kiessand 0/8 mm

Verstopfung[1]

Ablagerungsbeispiele aus der IKT-Teststrecke

Die Verfahren Impuls-Spülen, Molchen, Reinigung mittels Hochdruckspüldüsen sowie die Spülung über einen Ejektor können bei der Bewertung einander direkt gegenüber gestellt werden. Hierbei handelt es sich um Verfahren, die bei

bestehenden Ablagerungen mineralischen und/oder organischen Ursprungs eingesetzt werden und an der IKT-Teststrecke geprüft wurden. Das untersuchte biologische Verfahren dagegen ist aufgrund seines Einsatzgebietes, das vorwiegend in der Vermeidung organischer Ablagerungen und der Schwefelwasserstoffentwicklung liegt, separat zu betrachten.

Zusammenfassend kann aus den Untersuchungen abgeleitet werden, dass sowohl das Impuls-Spül-Verfahren als auch das Molchen geeignete Techniken zur Reinigung von Abwasserdruckleitungen darstellen, jedes Verfahren jedoch seine speziellen Vor- und Nachteile besitzt.

Spülungen mittels Hochdruckspüldüsen zeigten ein sehr gutes Löseverhalten, allerdings sind sie mit Blick auf die Reichweite stark begrenzt. Ejektoren und Hydranten zeigten nur bei leicht lösbaren Ablagerungen einen nennenswerten Reinigungserfolg.

Die Geruchsproblematik durch Schwefelwasserstoffbildung kann durch die mechanischen Reinigungsmaßnahmen allenfalls kurzzeitig behoben oder gemindert werden. Als Ursache für die Geruchsbildung durch Schwefelwasserstoff sind weniger fehlende Reinigungsmaßnahmen, sondern eher zu lange Aufenthaltszeiten des Abwassers in der Druckleitung zu nennen.

Ergebnisse im Internet

Dieser Artikel stellt die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung" nur auszugsweise dar. Die Kurz- und Langfassung mit näheren Erläuterungen und den gesamten Ergebnissen stehen im Internet zum Download bereit: **www.ikt.de**

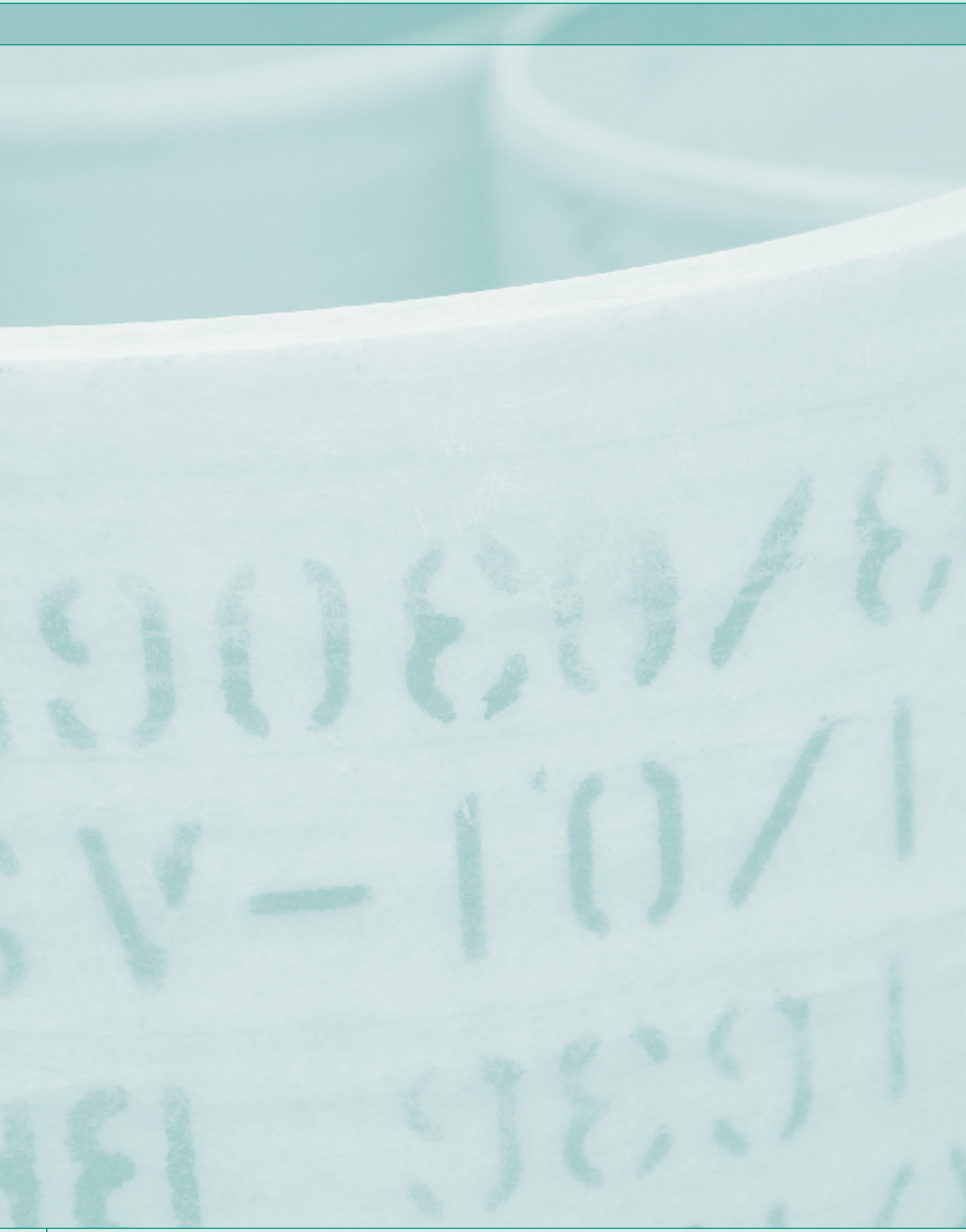
Quelle: IKT-eNewsletter
März 2007

[1] Gemisch bestehend aus Kiessand, Laub, Faserstoffen (Bast, Hanf, Toilettenpapier), Bentonit-Körnern und Wasser

Literatur/Quellen

[1] Bosseler, B.; Harting, K.: Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung; IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), 2006

[2] Bildmaterial der Stadt Billerbeck, 2006



IKT-LinerReport 2006: Glas klar im Vorteil?

Kommt es beim Schlauchlining nur auf das Material an? Welche Qualitäten erzielen Sanierer mit welchem Linertyp? Zum dritten Mal legt die neutrale und unabhängige IKT-Prüfstelle für Schlauchliner ihren IKT-LinerReport vor. Er zeichnet für 2006 ein differenziertes Bild anhand der Prüfergebnisse von mehr als 1.000 Baustellenproben.

In der Fachwelt wird verstärkt die Frage nach den besten Linertypen und Verfahrenstechniken für Schlauchlining diskutiert. Zwei Technikfamilien buhlen um die Gunst der Auftraggeber: Schlauchliner mit Glasfasern und Schlauchliner mit Nadelfilz als Trägermaterial.

Daß die jeweiligen Hersteller nur die Vorteile ihrer Systeme in den Vordergrund stellen, verwundert niemanden. Aber wie sehen die Fakten wirklich aus? Welche Qualitäten werden auf Baustellen tatsächlich erzielt?

Der IKT-LinerReport 2006 gibt Antworten anhand der Laborergebnisse der neutralen und unabhängigen IKT-Prüfstelle für Schlauchliner.

Dichtheitsprüfung nach APS-Prüfrichtlinie im IKT-Labor

Material und Mannschaft

Schlauchliner sind im Grunde genommen neue Rohre aus hochmodernen Verbundwerkstoffen. Sie werden jedoch auf der Baustelle hergestellt. Anders als in einer Rohrfabrik herrschen hier oft schwierige Verhältnisse, die von Ort zu Ort erheblich variieren und die es in den Griff zu bekommen gilt.

Dies erfordert beste Qualitäten der eingesetzten Trägermaterialien und Harze. Aber nur eine eingespielte Baumannschaft, die den komplexen Einbau- und Aushärtungsprozeß beherrscht, macht aus den Vorprodukten einen tragfähigen und dichten Liner, der dann zuverlässig mehrere Jahrzehnte in Betrieb bleibt.

Datenbasis

In den LinerReport 2006 fließen die Daten aller Sanierungsfirmen ein, für die das IKT mindestens 25 Linerproben von fünf verschiedenen Baustellen geprüft hat (Jan. - Dez. 2006). Bei Wiederholungsprüfungen gilt das zuletzt festgestellte Ergebnis, sofern auch diese Prüfungen im IKT stattfanden. Der aktuelle Bericht beruht auf insgesamt 1.084 Baustellenproben. Sie wurden auf Baustellen in ganz Deutschland entnommen und im IKT-Labor gründlich untersucht.

Der hiermit vorgelegte IKT-LinerReport gibt ein Gesamtbild der Schlauchliner-Qualitäten wieder, nach Sanierungsfirmen und -verfahren aufgeschlüsselt. Es ist der dritte derartige Bericht des Instituts nach den LinerReports 2003/2004 und 2004/2005 (vgl. IKT-eNewsletter September 2004 und Januar 2006, www.ikt.de).

Grenzen der Aussagekraft

Laborergebnisse von Baustellenproben können nicht die alleinigen Kriterien zur Bewertung konkreter Sanierungsmaßnahmen sein, weil Baustellenproben immer nur Stichproben sind. Sie werden üblicherweise im Schacht entnommen, in Ausnahmefällen auch direkt aus der Haltung.

Der Gesamtzustand einer sanierten Haltung ist nur bewertbar, wenn weitere Abnahmeuntersuchungen hinzugezogen werden, wie Kamerabefahrung oder Begehung. Erst dadurch werden z.B. Falten, unsachgemäß eingebundene Hausanschlüsse oder partielle Fehlstellen in der Haltung erkannt.

Demzufolge kann der IKT-LinerReport auch nicht alleiniger Maßstab zum Vergleich der Sanierungsfirmen und ihrer Linersysteme sein. Vielmehr vermittelt er ein Bild anhand lediglich eines – wenn auch sehr wichtigen – Aspekts der Qualitätssicherung: der Laborprüfung.

Soll-Ist-Analyse

Mindestens vier Kennwerte werden üblicherweise zur Bewertung von Baustellenproben herangezogen:

- Elastizitätsmodul (Kurzzeit-Biegemodul),
- Biegefestigkeit (Kurzzeit-σ_{fb}),
- Wanddicke und
- Wasserdichtheit.

Für die ersten drei, die mechanischen Kennwerte, werden die geforderten mit den tatsächlich erzielten Ergebnissen verglichen (Soll-Ist-Analyse). Das vierte Kriterium, die Wasserdichtheit, wird nach der APS-Prüfrichtlinie bestimmt. Dabei lautet das Resultat entweder „dicht" oder „undicht".

Bauherren müssen prüfen

Auftraggeber von Prüfungen waren in 2006 sowohl Bauherren als auch Sanierungsunternehmen. Das IKT empfiehlt jedoch seit jeher nachdrücklich, daß nicht die Sanierungsfirmen,

sondern die Bauherren (oder ihre Ingenieurbüros) das Prüfinstitut bestimmen und selber beauftragen sollen. Dies darf nicht denjenigen überlassen werden, die geprüft werden. So lassen sich mögliche firmenseitige Einflußversuche von vornherein klar ausschließen. Der Großteil der im IKT durchgeführten Prüfungen wurde von der Bauherrenseite beauftragt, nämlich 82% (Tab. 1).

E-Modul

Schlauchliner müssen örtlich verschiedene Lasten tragen (Grundwasser, Straßenverkehr, Erddruck). Dafür müssen sie jeweils ausgelegt sein und über eine adäquate Tragfähigkeit verfügen. Ein zentraler mechanischer Kennwert dafür ist der Elastizitätsmodul. Prüfmethode für Baustellenproben ist der Dreipunkt-Biegeversuch, den das IKT in Anlehnung an DIN EN ISO 178 und DIN EN 13566-4 als Kurzzeitversuch durchführt. (siehe Tab. 2)

Biegefestigkeit

Die Biegefestigkeit kennzeichnet den Punkt, an dem ein Liner aufgrund zu hoher Spannung versagt. Ist sie zu gering, so ist ein Liner nicht ausreichend tragfähig und kann noch vor Erreichen der zulässigen Last brechen. Prüfmethode: Im Dreipunkt-Biegeversuch wird die Last bei konstanter Verformungsgeschwindigkeit bis zum ersten Lastabfall gesteigert. Dieser kennzeichnet den Beginn des Linerbruchs (Kurzzeitversuch). (siehe Tab. 3)

Tab. 1: Sanierer und Linersysteme

Sanierungsfirmen	Linersystem	Liner-typ	Anzahl Proben	IKT-Prüfung beauftragt durch	
				Sanierungs-firma %	Bauherr %
ARKIL INPIPE GmbH	Berolina Liner	GFK	213	40	60
Boger Kanalsanierung GmbH	iMPREG-Liner	GFK	40	0	100
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	Brandenburger Schlauchliner	GFK	57	14	86
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Uniliner (NordiTube)	NF	36	6	94
	CityLiner (RS Technik AG)	NF	69	0	100
	Saertex-Liner	GFK	33	100	0
FLEER-TECH GmbH	CityLiner (RS Technik AG)	NF	42	17	83
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	Saertex-Liner	GFK	180	0	100
Hans Brochier GmbH & Co. KG	Saertex-Liner	GFK	35	66	34
Insituform Rohrsanierungs-techniken GmbH	Insituform Schlauchliner	NF	215	3	97
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	Brandenburger Schlauchliner	GFK	83	37	63
Linertec GmbH	Euroliner	GFK	43	28	72
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	Berolina-Liner	GFK	38	0	100
Gesamt			**1.084**	**18**	**82**

GFK: Glasfaser-Trägermaterial | NF: Nadelfilz-Trägermaterial

Tab. 2: Prüfkriterium Elastizitätsmodul (Kurzzeit-Biegemodul)

Sanierungsfirmen	2006		2004/2005	Tendenz
	Anz. Proben	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	97,6	↑
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	100,0	99,1	↑
Linertec GmbH	43	100,0	97,1	↑
ARKIL INPIPE GmbH	210	99,5	97,3	↑
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	98,8	97,1	↑
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	96,2	–
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	93,9	–	–
Mittelwert		**89,9**		
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38	89,5	–	–
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	88,3	–	–
Boger Kanalsanierung GmbH	40	87,5	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	84,2	87,8	↓
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	75,4	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	63,4	77,8**	↓

* Sollwerte laut Statik oder Auftraggeber-Angaben im Probenbegleitschein | ** Angabe bezieht sich auf RS RoboLiner | – nicht gewertet, da zu wenig Linerproben

Tab. 3: Prüfkriterium Biegefestigkeit (Kurzzeit-σ_{fb})

Sanierungsfirmen	2006		2004/2005	Tendenz
	Anz. Proben	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	
Boger Kanalsanierung GmbH	40	100,0	–	–
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	100,0	98,5	↑
Linertec GmbH	41	100,0	91,2	↑
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	98,5	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	210	92,4	97,3	↓
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	91,4	96,4	↓
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	87,9	–	–
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	36	86,1	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	85,4	100,0**	↓
Mittelwert		**83,5**		
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	78,9	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	56,3	74,0	↓
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	50,0	–

* Sollwerte laut Statik oder Auftraggeber-Angaben im Probenbegleitschein
** Angabe bezieht sich auf RS RoboLiner
– nicht gewertet, da zu wenig Linerproben

Linerprobe im Dreipunkt-Biegeversuch

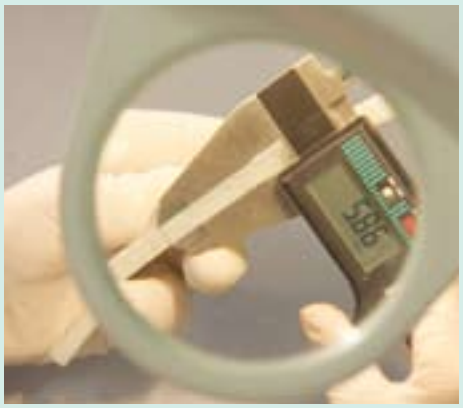
Wanddicke

Das dritte für die Beurteilung der Liner-Tragfähigkeit relevante Kriterium ist die Wanddicke (mittlere Verbunddicke e_m nach DIN EN 13566-4). Für sie wird eine Vorgabe gemacht (z.B. für die statische Berechnung), die dann bei der Herstellung des Liners auf der Baustelle erreicht werden muß. Prüfmethode: Mit einer Präzisionsschieblehre wird die statisch tragfähige Wanddicke an sechs Stellen gemessen. Innen- und Außenfolien sowie nicht-strukturierte Reinharzschichten (Überschußharz) werden dabei nicht berücksichtigt. (siehe Tab. 4)

Tab. 4: Prüfkriterium Wanddicke (mittlere Verbunddicke e_m nach DIN EN 13566-4)

Sanierungsfirmen	2006		2004/2005	Tendenz
	Anz. Proben	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	Sollwert* erreicht in % der Prüfungen	
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	100,0	–	–
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	100,0	–	–
Hans Brochier GmbH & Co. KG	34	100,0	96,9	↑
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	100,0	–
Linertec GmbH	43	97,7	97,1	↑
FLEER-TECH GmbH	40	95,0	90,5**	↑
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	89,5	67,9	↑
Diringer & Scheidel – Uniliner	26	88,5	–	–
Diringer & Scheidel – CityLiner	48	85,4	–	–
Mittelwert		**82,7**		
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	193	80,8	92,0	↓
Boger Kanalsanierung GmbH	38	73,7	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	210	68,6	90,0	↓
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38	63,2	–	–
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	62,5	47,3	↑

* Sollwerte laut Statik oder Auftraggeber-Angaben im Probenbegleitschein
** Angabe bezieht sich auf RS RoboLiner
– nicht gewertet, da zu wenig Linerproben



Vermessung der Liner-Wanddicke

Wasser-Dichtheit nach APS

Prüfmethode: Falls vorhanden, wird zuerst die Außenfolie der Probe entfernt und die Innenfolie nach einem festgelegten Muster eingeschnitten. Dann wird rot gefärbtes Wasser auf die Innenseite aufgetragen und auf die Außenseite 0,5 bar Unterdruck aufgebracht. Bilden sich Tropfen, Schaum oder Feuchtigkeit auf der Außenseite, so ist der Liner undicht. (siehe Tab. 5)

Prüfingenieur erläutert Prüfung:
Dipl.-Ing. Jens Fuchs im IKT-Labor

Tab. 5: Prüfkriterium Wasser-Dichtheit (nach APS-Prüfrichtlinie)

Sanierungsfirmen	2006		2004/2005	Tendenz
	Anz. Proben	wasserdicht in % der Prüfungen	wasserdicht in % der Prüfungen	
Boger Kanalsanierung GmbH	38	100,0	–	–
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	100,0	–	–
Linertec GmbH	43	100,0	100,0	↔
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	33	100,0	–	–
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	83	98,8	100,0	↓
ARKIL INPIPE GmbH	184	97,8	98,6	↓
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	97,1	98,2	↓
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	93,3	–	–
Diringer & Scheidel – CityLiner	53	92,5	–	–
Mittelwert		**88,8**		
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	75,0	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	192	68,8	62,6	↑
FLEER-TECH GmbH	42	61,9	81,8**	↓
Diringer & Scheidel – Uniliner	27	48,1	–	–

** Angabe bezieht sich auf RS RoboLiner
– nicht gewertet, da zu wenig Linerproben

Linertypen und Linersysteme

Eine Analyse in Hinblick auf die eingesetzten Linertypen und -systeme zeigt (vgl. Tab. 6):

- Bei den Kriterien Wasserdichtheit und E-Modul erzielen GFK-Liner systematisch bessere Prüfergebnisse als Nadelfilzliner. Etwas schwächer ist diese Beziehung beim Biegezug ausgeprägt. Bei der Wanddicke ist kein systematischer Zusammenhang zwischen Linertyp und Prüfergebnissen erkennbar.

- Innerhalb der beiden Gruppen GFK und Nadelfilz offenbaren sich allerdings z.T. große Qualitätsunterschiede: So variieren die Nadelfilz-Ergebnisse bei den Kriterien Wasserdichtheit und Biegefestigkeit sehr stark. Lediglich bei der Wanddicke liegen sie recht dicht beieinander. Hingegen variieren die GFK-Ergebnisse weitaus weniger. Einzige Ausnahme ist die Wanddicke, bei der eine erhebliche Spannweite vorliegt.

Tab. 6: Ergebnisse nach Linertypen

		Wasser-Dichtheit		E-Modul		Biegefestigkeit		Wanddicke	
Linertyp	Linersystem	Anz. Proben	wasserdicht in % der Prüfungen	Anz. Proben	Sollwerte erreicht in % der Prüfungen	Anz. Proben	Sollwerte erreicht in % der Prüfungen	Anz. Proben	Sollwerte erreicht in % der Prüfungen
GFK	Euroliner	43	100,0	43	100,0	41	100,0	43	97,7
	Brandenburger Schlauchliner	140	99,3	137	99,3	137	100,0	137	73,7
	Berolina Liner	217	98,2	248	98, 0	246	91,5	248	67,7
	Saertex-Liner	248	94,8	248	90,7	248	81,9	247	100,0
	iMPREG-Liner	38	100,0	40	87,5	40	100,0	38	73,7
NF	CityLiner (RS Technik)	95	78,9	106	70,8	106	93,4	88	89,8
	Uniliner (NordiTube)	27	48,1	36	75,0	36	75,0	26	88,5
	Insituform Schlauchliner	192	68,8	215	84,2	215	56,3	193	80,8
Mittelwerte									
• aller Proben			88,8		89,9		83,5		82,7
• GFK-Proben			97,4		95,3		90,7		82,2
• NF-Proben			70,1		79,3		69,2		84,0

oberhalb Gesamt-Mittelwert
unterhalb Gesamt-Mittelwert
GFK: Glasfaser-Trägermaterial
NF: Nadelfilz-Trägermaterial

Sanierungsfirmen

Allerdings sind auch die Ausführungsqualitäten der Sanierungsfirmen kritische Erfolgsfaktoren. Dies zeigt sich insbesondere bei Linersystemen, die von mehr als einer Firma eingesetzt werden, nämlich Berolina Liner, Brandenburger Schlauchliner, CityLiner und Saertex-Liner. Die Bandbreite der Erfolgsquoten (Anteil bestandener Prüfungen) je Linersystem ist bei einigen Prüfkriterien erheblich (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Bandbreite der Prüfergebnisse (bei mehr als einer Sanierungsfirma je Linersystem)

Linersystem	Wasser-Dichtheit dicht in % der Prüfungen	E-Modul Sollwert erreicht in % der Prüfungen	Biegefestigkeit Sollwert erreicht in % der Prüfungen	Wanddicke Sollwert erreicht in % der Prüfungen
Berolina Liner	97,8 – 100,0	89,5 – 99,5	86,1 – 92,4	63,2 – 68,6
Brandenburger Schlauchliner	98,8 – 100,0	98,8 – 100,0	100,0 – 100,0	62,5 – 89,5
CityLiner	61,9 – 92,5	63,4 – 75,4	85,4 – 98,5	85,4 – 95,0
Saertex-Liner	93,3 – 100,0	88,3 – 100,0	78,9 – 91,4	100,0 – 100,0

Fazit

Mit dem Schlauchlining können Bauherren nach wie vor auf ein geeignetes und zuverlässiges Sanierungsverfahren zurückgreifen. Die Mehrzahl der Sanierungsfirmen lieferte im Jahr 2006 gute bis sehr gute Arbeit ab. Dies dokumentieren hohe Erfolgsquoten von bis zu 100%.

Der Vergleich zum LinerReport 2004/2005 zeigt, daß es vielen Firmen gelungen ist, ihre Leistungen sogar zu verbessern oder auf konstant hohem Niveau zu halten. Dies ist im Sinne einer technisch guten, wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Kanalsanierung sehr erfreulich.

Allerdings wird auch sehr klar, daß einige Sanierungsfirmen noch ausreichend Raum nach oben haben, um ihre Schlauchliner-Qualitäten zu verbessern. Dies gilt insbesondere für Firmen, die Nadelfilz-Liner einsetzen. Diese Technikfamilie muß vor allem bei Wasserdichtheit, E-Modul und Biegefestigkeit gegenüber den GFK-Linern deutlich aufholen.

Aber auch bei GFK-Firmen ist noch lange nicht alles perfekt, denn hier zeigen die Ergebnisbandbreiten, daß nicht immer nur gute Baustellen-Qualitäten abgeliefert werden.

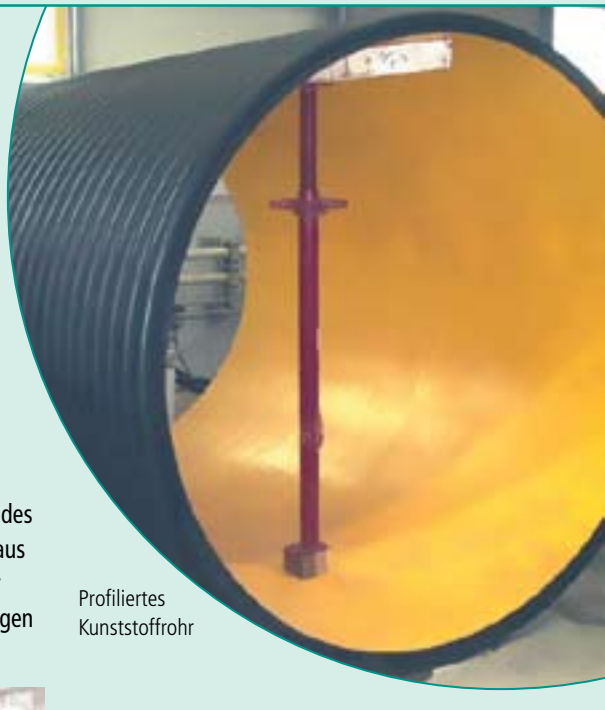
Verstärkte Anstrengungen bei Produktentwicklung und Qualitätssicherung stehen nun ganz oben auf der Tagesordnung, wenn die Schlauchlining-Familie in einem anziehenden Sanierungsmarkt nicht gegenüber konkurrierenden Sanierungsverfahren zurückfallen will.

Dipl.-Ök. Roland W. Waniek
Dipl.-Ing. Dieter Homann

Quelle: IKT-eNewsletter April 2007

Wasser (rot) tropft durch: Liner undicht!

Belastbarkeit und Qualität prüfen! Aber wie?



Profiliertes Kunststoffrohr

Fortsetzung von IKT-Ergebnisse 2006 Heft 2, S. 13-19

Ganz unterschiedliche Rohrwerkstoffe können in der Kanalisation zum Einsatz kommen: Beton, Stahlbeton, Steinzeug, Guss und zahlreiche Kunststoffe. Um Unsicherheiten gegenüber Kunststoffrohren auf Seiten von kommunalen Netzbetreibern entgegenzuwirken, entwickelte das IKT in einem Forschungsprojekt [1] praxisorientierte Prüfkonzepte für diese Bauteile.

Versuchsstand für Beulversuch unter Wasseraußendruck

An profilierte Kunststoffrohre mit großen Durchmessern werden besondere Anforderungen hinsichtlich der Standsicherheit gestellt. Ein Einsturz des Rohr-Boden-Systems kann hier weitreichende Konsequenzen haben, wie Bodeneinbrüche und Setzungen an der Bodenoberfläche mit möglichen Gefährdungen für Verkehr und angrenzende Bauwerke. Besondere Unsicherheiten bestehen bei Netzbetreibern hinsichtlich eines allmählichen Versagens durch Kriecherscheinungen, wie es zum Beispiel unter Wasseraußendruck als Stabilitätsversagen bekannt ist.

Grundsätzlich lassen sich diese Einflüsse durch Berechnungsmodelle kaum beschreiben, insbesondere mit Blick auf die Dichtfunktion von Anschlüssen und Verbindungen. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Profilierte Großrohre aus Kunststoff" [1] erarbeiteten die IKT-Forscher Prüfkonzepte, um Aussagen über Auswirkungen globaler Verformungen treffen zu können.

Seitenansicht des Versuchsstandes

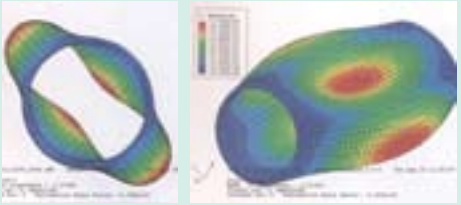
Grundsätzlich lässt sich das Tragverhalten von Großrohren auch durch großtechnische Versuche im Maßstab 1:1 erfassen. Allerdings ist dies mit besonderem Aufwand verbunden, der im vorliegenden Fall kaum gerechtfertigt erscheint. Auf entsprechende Versuche an profilierten Großrohren aus Kunststoff, wurde daher verzichtet. Stattdessen wird vorgeschlagen, den Stabilitätsnachweis für Großrohre grundsätzlich rechnerisch zu erbringen. Zur Verifizierung des Berechnungsmodells wurden kleinmaßstäbliche Prüfkonzepte entwickelt:

- Wasseraußendruckprüfung,
- Profilbelastung durch Normalkraft und
- Profilbelastung durch lokalen Außendruck

Kleinmaßstäbliche Prüfkonzepte
Das globale Stabilitätsversagen wird unter Berücksichtigung des speziellen Werkstoffverhaltens durch Scheiteldruckversuche und Beulversuche an ungebetteten, profilierten Kunststoffrohren der Nennweite DN 300 im Maßstab 1:1 untersucht. Auf dieser Basis können die Berechnungsgrundlagen eines für den rechnerischen Stabilitätsnachweis entwickelten FEM-Modells kalibriert sowie die Anwendbarkeit bestehender Berechnungskonzepte untersucht werden.

Unverformter Rohrquerschnitt vor dem Versuch (links) und verformter Rohrquerschnitt nach dem Versuch

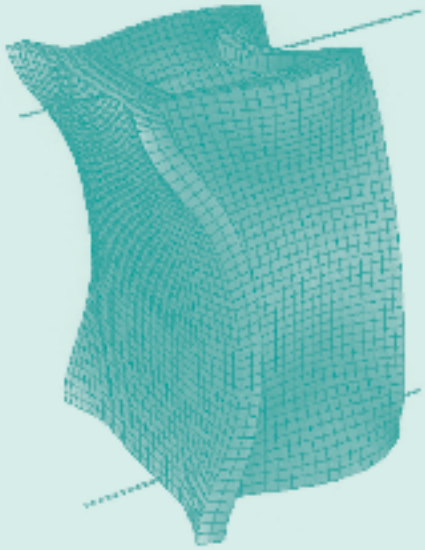
Mit Wasseraußendruckversuchen wurde das Beulverhalten von Kunststoffrohren untersucht. Der Versuchsstand besteht aus einem 2,0 m langen Gussrohr der Nennweite DN 600. An beiden Enden sind über Flanschverbindungen Dichtscheiben montiert. Die Durchgänge der Dichtscheiben ermöglichen sowohl die Inaugenscheinnahme als auch die Zugänglichkeit des Prüfrohrinnenraumes während der Prüfung. Das Prüfrohr wird in den Behälter eingeschoben. Anschließend wird der Prüfraum mit Wasser gefüllt. Der geforderte, hydrostatische Wasserdruck wird in kurzer Zeit stufenweise aufgebracht und danach konstant gehalten.



Beulform einer orthotropen Schale (Ultra Rib 2, DN 300), aus [2], Ansicht von vorne (links) und isometrische Ansicht (rechts)

Verformung der Profilprobe unter vertikaler Belastung

Offen bleibt beim Wasseraußendruckversuch jedoch der Einfluss bei komplexen Profilgeometrien und hohen Normalkraftbeanspruchungen, die bei gebetteten Rohren entstehen können. So ist nicht auszuschließen, dass vor oder mit dem globalen Versagen auch ein Profilversagen eintritt oder das Werkstoffverhalten nur unzureichend erfasst wird. Auch zeigten die untersuchten Großrohre produktionsbedingt zum Teil deutliche Abweichungen von der Sollgeometrie (Maße des Wandaufbaus und Nennweite), so dass hier eine Schwächung des Profilquerschnitts und – ohne weitere Sicherheitsbetrachtungen und Schwachstellenanalysen – entsprechende Risiken bei rechnerischer Ausnutzung der theoretischen Profilform zu erwarten sind.



Ergebnis der FEM-Berechnung, aus [2]

Aus diesem Grund wurde das Prüfkonzept „Profilbelastung durch Normalkraft" entwickelt, mit dem eine ausgeprägte Verformung von Profilproben (Druckkassette) unter hoher Normalkraftbeanspruchung provoziert und auf dieser Basis die Aussagekraft des FEM-Modells überprüft werden kann. Für die Versuche werden kleinformatige Wandausschnitte verwendet. Das Ergebnis beispielhaft durchgeführter Versuche zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen den Verformungsbildern im Versuch und den mittels FEM-Berechnung simulierten Verformungszuständen.

Um Imperfektionen der Profilgeometrie mit dem FEM-Modell abzugleichen, die durch lokale Lasteinleitung entstehen können, wurde das Prüfkonzept „Profilbelastung durch lokalen Außendruck" entwickelt.

Versuchsaufbau Prüfkonzept „Profilbelastung durch lokalen Außendruck"

Prüfkonzept Kanalreinigung

Sohlenreiniger Super-Bully, Ehle - HD Entwicklungs- und Vertriebsgesellschaft mbH

Zur Kanalreinigung setzen rund 95 % aller Netzbetreiber in Deutschland das Hochdruckspülverfahren ein [3]. Da jedoch Hochdruckstrahlen die Rohrleitung in besonderem Maße beanspruchen, bestehen seitens der Netzbetreiber Unsicherheiten, ob die vor Ort eingesetzten Materialien den üblichen Drücken und Durchzugsgeschwindigkeiten tatsächlich standhalten. Schwachstellen in nicht-begehbaren Rohren können insbesondere Verbindungen und Anschlüsse darstellen (vgl. [4]). Dass durch den Einsatz des Hochdruckspülverfahrens auch Auswirkungen auf profilierte Kunststoff-Großrohre nicht auszuschließen sind, lassen Beobachtungen im Rahmen von Kanalbegehungen und die Inaugenscheinnahme von Inspektionsvideos vermuten. Festgestellt wurden unter anderem Ablösungen der gelben Innenbeschichtung, Materialabtrag an der Rohrinnenwand und Versätze bis zu einer Höhe von rund 3 cm.

Sohlenreiniger Baggermax, USB Düsen [5]

Die Technik zur Hochdruck-Reinigung von Großrohren unterscheidet sich von derjenigen, die bei Rohren kleinerer Nennweite eingesetzt wird, durch die Art der verwendeten Düsen. Es kommen vorwiegend flachstrahlende Düsen – sogenannte Sohlenreiniger – zum Einsatz. Diese Geräte sind im Vergleich zu anderen Düsen größer, massiger und unterscheiden sich auch durch die Ausrichtung der Wasserstrahlen.

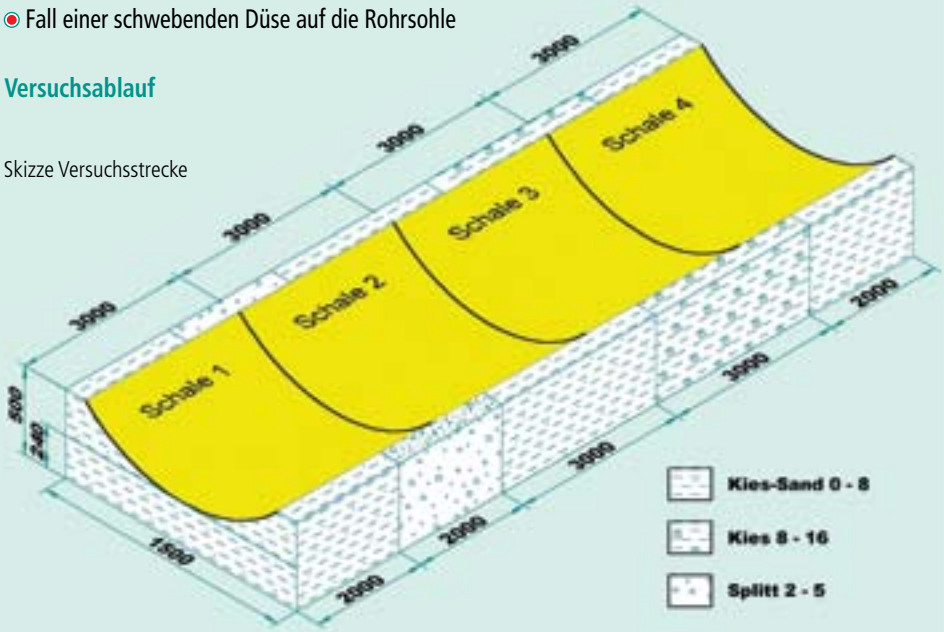
Ziel des Prüfkonzeptes „Kanalreinigung" ist die Untersuchung der Widerstandsfähigkeit der Innenwand profilierter Großrohre und deren Verbindungsbereiche gegen Beanspruchungen infolge Hochdruckreinigung mit Sohlenreinigern.

In [4] werden unter anderem die folgenden Belastungsarten genannt, die beim Einsatz der HD-Reinigung auftreten können:

- Schleifen von Düse und Schlauch über die Rohroberfläche
- Auftreffen des HD-Strahls auf die Rohroberfläche
- Auftreffen von Feststoffpartikeln aus Ablagerungen auf die Rohroberfläche
- Fall einer schwebenden Düse auf die Rohrsohle

Versuchsablauf

Skizze Versuchsstrecke



In Großrohren kommen überwiegend Sohlenreiniger zum Einsatz. Deren Einzeldüsen sind auf die Rohrsohle gerichtet, so dass vorwiegend in diesem Bereich Belastungen auftreten. In der Regel treffen die Strahlen nicht auf die seitlichen Anschlüsse, die in der oberen Hälfte des Rohrumfangs anzuordnen sind. Lediglich durch HD-Strahlen beschleunigte Feststoffpartikel können auf seitliche Anschlüsse treffen. Jedoch ist die daraus resultierende Beanspruchung bei Großrohren im Vergleich zu Rohren kleiner Nennweite als geringer einzuschätzen.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des vorliegenden Prüfkonzeptes eine nach oben offene Prüfstrecke mit variierenden Versatzhöhen aufgebaut, die keine seitlichen Anschlüsse beinhaltet. Auf diese Weise wird der Sohlbereich eines Kanalabschnittes aus profilierten Kunststoff-Großrohren nachgestellt.

Der Versuchsablauf sieht die Hochdruckreinigung der Prüfstrecke unter Einsatz eines Sohlenreinigers in Anlehnung an den HD-Systemversuch nach [4] vor. Anschließend werden Rohrinnenwand und Schweißnähte auf Veränderungen hin untersucht.

Entsprechend der zuvor genannten Belastungsarten aus [4] definierten die IKT-Forscher vier nacheinander durchzuführende Prüfmethoden.

Methode 1 „Düsen-Schleif-Versuch":

Bei dieser Prüfmethode wird ein Sohlenreiniger ohne Wasserdruck an der Düse in 50 Zyklen entlang der Prüfstrecke geführt. Ein Zyklus umfasst dabei einen Vorlauf (1,0 m/s) und einen Rücklauf (0,1 m/s) der Düse. Ziel des Versuches ist die Simulation des Schleifens der Düse und des Schlauches.

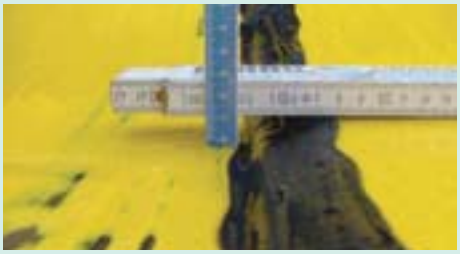
Düsen-Schleif-Versuch

Methode 2 „Düsen-Strahl-Versuch":

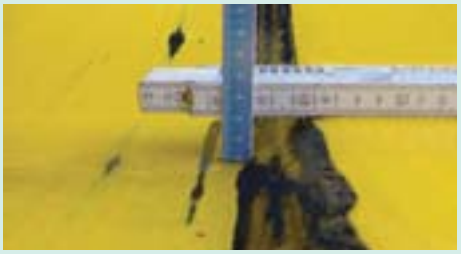
Düsen-Strahl-Versuch

Die Prüfmethode beinhaltet 50 Spülvorgänge mit einem Sohlenreiniger entlang der Prüfstrecke bei einem Druck von 120 bar und einem Durchfluss von rund 320 l/min, Geschwindigkeiten von Vor- und Rücklauf wie in Methode 1. Ziel des Versuches ist die Simulation der Belastung durch den HD-Strahl sowie durch das Schleifen von Düse und Schlauch. Um die Ergebnisse unterschiedlicher Versuche vergleichen zu können, werden vor jeder Prüfung Druck und Durchfluss mit einem Durchflussmessgerät und einem digitalen Manometer unmittelbar vor der Düse gemessen.

Versatzhöhe = 0 cm



Versatzhöhe = 1 cm



Versatzhöhe = 2 cm

Methode 3 „HD-Systemversuch“:

HD-Systemversuch

Diese Prüfmethode beinhaltet zwei Teilprüfungen.

Bei der instationären Prüfung werden bei einem Druck von 120 bar und einem Durchfluss von rund 320 l/min an der Düse 50 Spülvorgänge mit einem Sohlenreiniger entlang der Prüfstrecke unter Zugabe von Splitt durchgeführt, Geschwindigkeiten von Vor- und Rücklauf wie in Methode 1. Ziel des Versuches ist die Simulation der Belastung durch den HD-Strahl, durch Feststoffpartikel und durch das Schleifen von Düse und Schlauch.

Bei der stationären Prüfung werden eine Stelle der Rohrinnenwand und drei Schweißnähte bei stillstehender Düse über einen Zeitraum von drei Minuten durch den HD-Strahl belastet.

Methode 4: „Fallende Düse“:

Fallende Düse

Bei dieser Prüfung wird der Sohlenreiniger aus einer Höhe von 30 cm auf die Rohrsohle fallen gelassen. Da als Auftrefforte sowohl die Rohrinnenwand als auch der Verbindungsbereich in Betracht kommen, wird der Versuch in jedem dieser Bereiche jeweils ein Mal durchgeführt.

Inaugenscheinnahme und Dichtheitsprüfung

Riefen in der Prüfstrecke

Nach Abschluss jeder Methode wird die Prüfstrecke unter besonderer Beachtung der Verbindungsbereiche in Augenschein genommen. Eventuell aufgetretene Veränderungen, wie zum Beispiel Materialabtrag, werden dokumentiert sowie in Abhängigkeit ihrer Qualität lagemäßig erfasst und vermessen (Ausdehnung, Tiefe).

Materialabtrag an der Schweißnaht, Versatzhöhe = 0 cm

Bestehen nach der Inaugenscheinnahme Zweifel an der Dichtheit eines Prüfstreckenbereichs, so sind gegebenenfalls nach Abschluss des vollständigen Prüfprogramms Probestücke zu entnehmen und weiteren Untersuchungen zu unterziehen. Denkbar wäre zum Beispiel ein Prüfaufbau, bei dem der Probekörper mit der Rohraußenfläche nach unten unverschieblich gelagert wird. Anschließend wird auf der Prüffläche (Rohrinnenfläche) eine Dichtung mit umlaufendem Rand positioniert. Während der Beaufschlagung des Prüfraumes mit Luft- oder Wasserüberdruck, wird die Dichtung mit Hilfe eines Dichtungswiderlagers und einer Anpresskonstruktion an den Probekörper gedrückt.

Fazit und Ausblick

Vor dem Hintergrund der im Rahmen des IKT-Forschungsprojektes „Profilierte Großrohre aus Kunststoff“ [1] erfassten Praxiserfahrungen sowie der durchgeführten Laboruntersuchungen und rechnerischen Analysen lässt sich folgendes Fazit für die Praxis ziehen:

Die Einbauqualität im Einzelfall ist maßgebend für die Sicherheit des Gesamtsystems aus Rohrleitung, Bettung und Schachtbauwerken. In situ wurden neben Querschnittsverformungen vielfach auch Lageabweichungen und in wenigen Fällen lokale Verformungen beobachtet. Im Rahmen der Bauausführung sollte verstärkt auf eine ausreichende Lagesicherung der Rohre ohne Verbleib von Störkörpern (wie Kanthölzer), eine gleichmäßige Verdichtung und die Minimierung von Vorverformungen (zum Beispiel durch Sonneneinstrahlung) geachtet werden. Punktbelastungen stellen einen im Rahmen der Prüfung nur schwer beschreibbaren Sonderfall dar. Dies betrifft beispielsweise Angaben zur Größe der Einzugsfläche möglicher Störkörper und der Anzahl ihrer Kontaktpunkte zum Rohr.

Die Analyse der statischen Berechnungen von zwölf abgeschlossenen Baumaßnahmen zeigte, dass die Einbaubedingungen, wie zum Beispiel Bodengruppen und Verdichtungsgrad, in der Vergangenheit sehr optimistisch angesetzt, die Nachweisgrenzen – insbesondere Verformungs- und Stabilitätsnachweis – in der Regel ausgenutzt und die Möglichkeit eines Profilversagens in keinem Fall berücksichtigt wurden.

Undichtigkeiten innerhalb des Rohrschaftes wurden kaum beobachtet. Nur in zwei Einzelfällen zeigte sich im Scheitelbereich von nicht-begehbaren Haltungen eintropfendes Wasser. Materialübergänge von PE auf Beton oder Mauerwerk stellen für die Dichtheit des Gesamtsystems besondere Schwachstellen dar. Hier sollten die am Markt angebotenen Lösungen zur Herstellung dichter Materialübergänge im Rahmen von Systemtests auf ihre grundsätzliche Eignung untersucht werden. Für die Bauabnahme stellt sich die Frage nach handhabbaren Methoden zur Dichtheitsprüfung dieser Übergangsbereiche. Schachteinbindungen und Materialwechsel in Schachtaufbauten sollten schon bei der Planung, Bauausführung und Produktentwicklung stärker hinterfragt werden.

Eine detaillierte Inspektion von Großrohren aus Kunststoff findet kaum statt. Verformungen an profilierten Großrohren aus Kunststoff werden im Rahmen der Bauabnahme nur selten und während der Betriebsphase nahezu gar nicht vermessen. Kanalbegehungen werden aufgrund der betrieblichen Situation, zum Beispiel hohe Teilfüllung, sowie der glatten Rohroberfläche (Rutschgefahr) nur vereinzelt durchgeführt. Kritische Verformungszustände, beispielsweise große Vertikalverformungen, lassen sich letztlich nur zuverlässig bewerten, wenn auch Informationen zur Lieferqualität, dem Einbau und dem zeitlichen Verformungsverlauf vorliegen. Eine besondere Bedeutung kommt daher der Abnahme bei Anlieferung, der Bauabnahme sowie - bei erkennbar großen Verformungen - der regelmäßigen Inspektion und Querschnittsvermessung zu. Um bei vertretbarem Aufwand in situ aussagekräftige Inspektionsergebnisse zu erzielen, empfiehlt sich eine Kombination aus optischer Inspektion und Verformungsmessung. Auf dieser Basis lassen sich dann kritische Bereiche für weitere detailliertere Beobachtungen identifizieren.

Besondere Unsicherheiten bestehen bei den Netzbetreibern hinsichtlich der Anforderungen an die Werkstoffqualität (zum Beispiel PE-HD und PE 80/100) an die Verbindungstechnik (zum Beispiel Schweißverfahren oder Anschlüsse) und an die spezielle Qualifikation der Baufirmen.

Ergebnisse im Internet

Dieser Artikel stellt die Forschungsergebnisse nur auszugsweise dar. Der vollständige Bericht steht im Internet zum Download bereit: www.ikt.de

Literatur

[1] Bosseler, B.; Sokoll. O.: Profilierte Großrohre aus Kunststoff – Praxiserfahrungen und Prüfkonzepte; IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), 2005, Download unter **www.ikt.de**

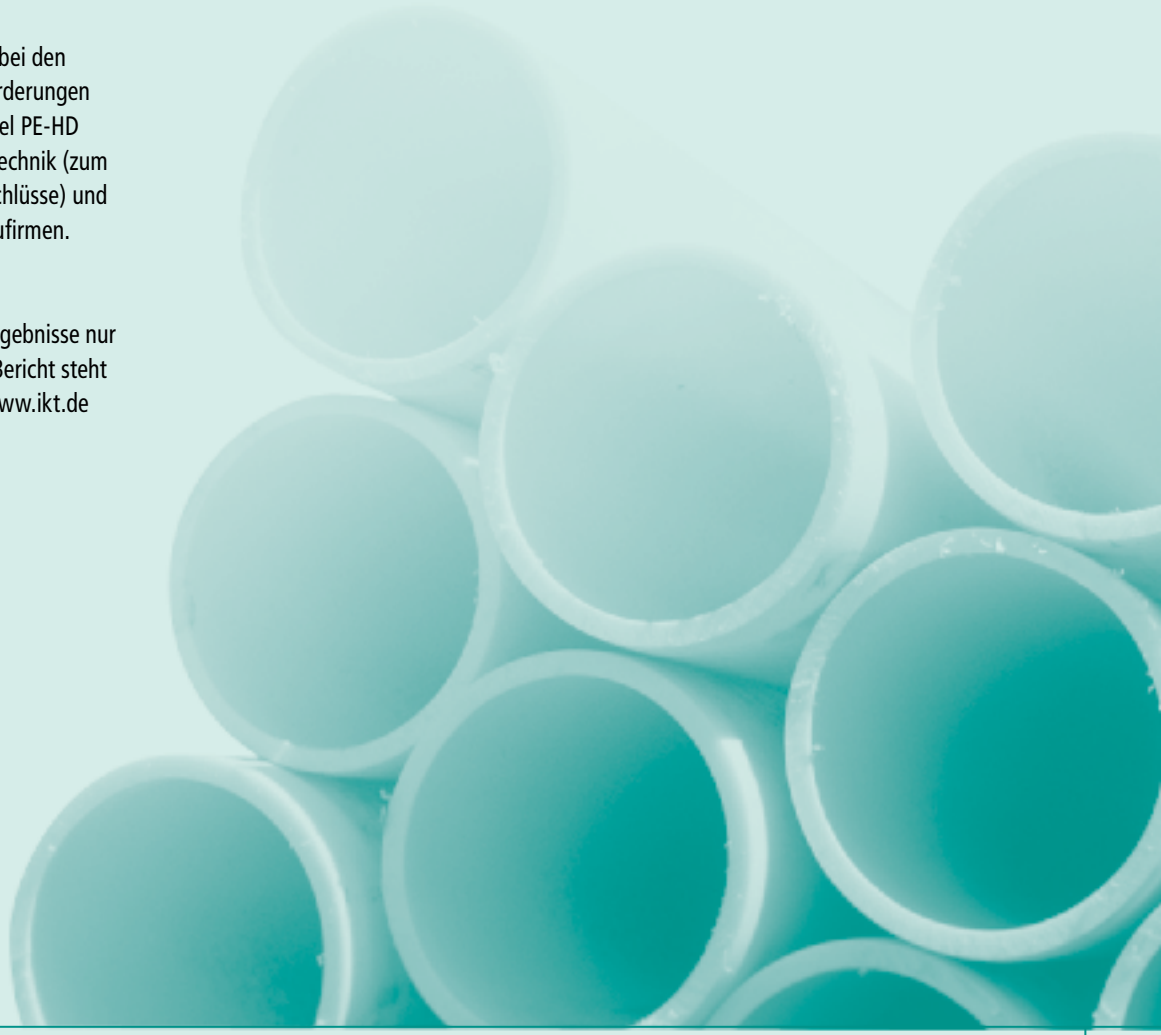
[2] Falter, B.; Holthoff, F.: FEM-Berechnungen zum Beulverhalten von außen profilierten Rohren der Nennweite DN 300; Bericht der Fachhochschule Münster / Fachbereich Bauingenieurwesen im Auftrag des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Münster (September 2004, unveröffentlicht).

[3] Stein, D.: Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage, Ernst & Sohn (1998).

[4] Bosseler, B.; Schlüter, M.: Kanalreinigung - Düsen, Drücke, Hochdruckstrahlen; Endbericht des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (Dezember 2004).

[5] Preiskatalog, Fa. USB Düsen, Bretzfeld-Schwabbach (Stand 06/2002).

Quellen: IKT-eNewsletter August bis September 2006



Simulation von Rohrvortrieben im Maßstab 1:1

Seitliche Hydraulik-Zylinder

Rohrvortrieb hat sich als wirtschaftlich sinnvolle und umweltschonende Alternative zur Neuverlegung in offener Bauweise bewährt. Allerdings unterliegen die Rohre insbesondere bei nicht geradliniger Trasse und schwierigen Baugrundbedingungen während des Bauvorganges besonderen Belastungen. Bisherige Prüfkonzepte beschränken sich hier nur auf die Prüfung einzelner Rohre und Verbindungen und vernachlässigen die Bettung und Krümmung des Rohrstranges. Hier setzt ein Forschungsvorhaben des IKT an, das durch das NRW-Umweltministerium sowie die Emschergenossenschaft gefördert wird.

Es wurde eine Versuchseinrichtung entwickelt, mit der Vortriebsbelastungen an Rohren und Rohrverbindungen einschließlich der resultierenden Bettungsspannungen im Maßstab 1:1 nachempfunden werden können. Aus den Versuchsergebnissen lassen sich künftig Empfehlungen zur Optimierung von Rohrverbindungen, zur Planung und Steuerung von Rohrvortrieben sowie zur messtechnischen Baustellenbegleitung ableiten. Ein Schwerpunkt liegt in der statischen Analyse, auch mit Blick auf Modellvorstellungen zur Rohrbelastung beim Vortrieb.

Veranlassung

Allein in Nordrhein-Westfalen sind Investitionen von rund 500 Millionen Euro jährlich für den Neubau von Kanalisationsnetzen geplant [1]. Einen wesentlichen Anteil hieran hat der Umbau des Emscher-Systems mit rund 150 Millionen Euro pro Jahr. Weite Kanalstrecken des Emscher-Systems werden im Rohrvortrieb mit Großrohren bis DN 2800 gebaut. Die Qualität der Vortriebsrohre und Verbindungstechnik gewinnt damit an Bedeutung. Schadensrisiken, zum Beispiel Rissbildungen oder Abplatzungen (Bild 1), sind durch geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen zu verringern.

Bild 1: Schadensrisiken beim Rohrvortrieb: a) Rissbildung, b) Abplatzung innen, c) Abplatzung außen

Das NRW-Umweltministerium und die Emschergenossenschaft nahmen dies zum Anlass, ein entsprechendes Forschungsvorhaben des IKT zu fördern [2]. Unter Beteiligung von Fachleuten aus der Modellierung, Betontechnik und Baugrundbewertung wurde im IKT eine Prüfeinrichtung entwickelt, mit der Vortriebsbelastungen an Rohren und Rohrverbindungen sowie die hieraus resultierenden Bettungsspannungen im Maßstab 1:1 nachempfunden werden können. Aus den Versuchsergebnissen lassen sich künftig Empfehlungen zur Optimierung von Rohrverbindungen, zur Planung und Steuerung von Rohrvortrieben sowie zur messtechnischen Baustellenbegleitung ableiten. Ein Schwerpunkt liegt in der statischen Analyse. Ausgangspunkt sind Erfahrungen mit typischen und auch extremen Belastungen aus Einzelbaumaßnahmen der Emschergenossenschaft und weiterer Netzbetreiber.

Der grundsätzliche Versuchsablauf, die Prozesssteuerung und die messtechnische Ausrüstung wurden zunächst in Modellversuchen an einem Rohrstrang aus fünf Betonprobekörpern DN 400 erprobt und anschließend auf Großversuche der Nennweite DN 1600 (d_a = 2100 mm, L = 16 m) übertragen. Im Folgenden werden die Aufgabenstellung, das Versuchskonzept sowie die eingesetzte Versuchstechnik und erste Ergebnisse dargestellt.

Aufgabenstellung

Die Idee zur Entwicklung des IKT-Vortriebssimulators entstand vor dem Hintergrund bestehender Unsicherheiten in der Beurteilung von Schäden und Schadensrisiken beim Rohrvortrieb sowie der derzeitigen, breitgefächerten Fachdiskussion über geeignete Bemessungsansätze. Durch gezielte Untersuchungen der Rohrstrangreaktionen unter Vortriebslasten sollten Erkenntnisse zu den Leistungen von Rohren und Rohrverbin-

dungstechnik, zu möglichen kritischen Vortriebssituationen sowie der Aussagekraft statischer Modellvorstellungen gewonnen werden. Bild 2 stellt die unterschiedlichen Denkansätze einander gegenüber.

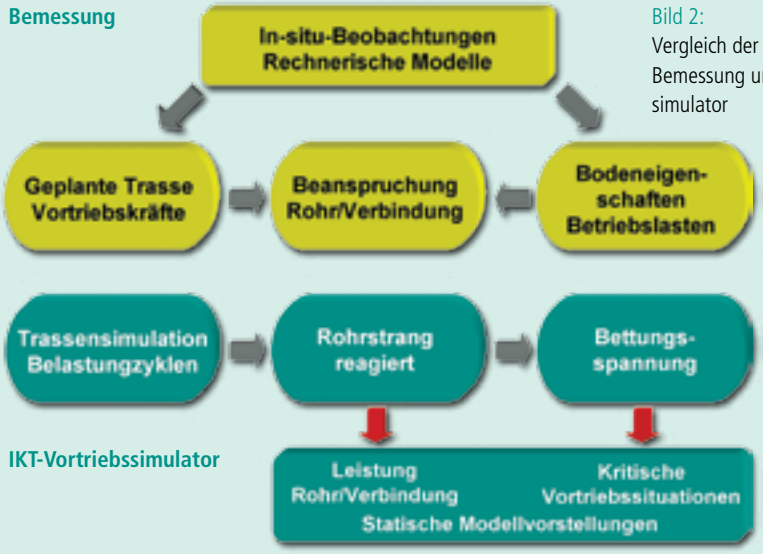


Bild 2: Vergleich der Aufgabenstellungen: Bemessung und IKT-Vortriebssimulator

Bemessung

Die Bemessung von Rohren und Rohrverbindungen für den Rohrvortrieb fußt im Wesentlichen auf In-situ-Erfahrungen und rechentechnischen Modellen. So entwickeln sich aus den Erfahrungen mit früheren Rohrvortrieben fortlaufend Planungsgrundsätze, Techniken zur Bauausführung und Qualitätssicherungsstrategien. Ingenieurtechnische Modellvorstellungen, meist analytisch, empirisch oder mittels numerischer Berechnungsmethoden untermauert, stellen wiederum Zusammenhänge zwischen Baustellenbedingungen und -belastungen und den Beanspruchungen der Bauteile her.

Zur vollständigen Beschreibung einzelner Baumaßnahmen greifen diese Erklärungsansätze dann auf entsprechende Annahmen zu den örtlichen Randbedingungen zurück. Dies betrifft die Wahl der geplanten Trasse, Vortriebskräfte und zu erwartenden Betriebslasten sowie die anzusetzenden Bodeneigenschaften, zum Beispiel auf Basis eines Baugrundgutachtens. Im Ergebnis lassen sich dann die Beanspruchungen der einzelnen Rohre und Rohrverbindungen rechnerisch ermitteln und als Eingangswerte für die Bauteilbemessung nutzen. Ob die Bemessungsmodelle und -annahmen mit der tatsächlichen Situation der einzelnen Baumaßnahme übereinstimmen, bleibt im Falle eines schadensfreien Vortriebs letztlich offen. Lediglich im Schadensfall werden Widersprüche offenkundig und geben dann Anlass, die bisherigen In-situ-Beobachtungen um weitere Erfahrungen zu ergänzen und ggf. auch einzelne Modellvorstellungen zu hinterfragen.

IKT-Vortriebssimulator

Das Konzept des IKT-Vortriebssimulators ergänzt die Bemessungsvorstellung eines „passiven" Rohres", das heißt das unter äußeren Lasten stehende Rohr wird für die Reaktionen auf von außen induzierte Beanspruchungen bemessen, um einen weiteren, „aktiven" Betrachtungsansatz. Aus In-situ-Beobachtungen von Vortriebsmaßnahmen (zum Beispiel [3]) ist bekannt, dass der gesamte Rohrstrang in zyklischen Belastungsschritten der vom Schild aufgefahrenen Vortriebstrasse folgt. Ein „Abschleifen" bei Kurvenfahrten wurde nicht festgestellt, so dass die Vortriebstrasse einschließlich planmäßiger Kurvenfahrten und Steuerkorrekturen als maßgebend für alle passierenden Rohre angesehen werden kann. Bei vorgegebener Trassengeometrie erfährt der Rohrstrang je Belastungszyklus (Vorschub eines Rohres) die zum Vortrieb notwendige Längsbelastung. Je nach Rohr- oder Rohrverbindungseigenschaften und Trassensituation reagiert ein freier Rohrstrang im Belastungszyklus mit Verschiebungen senkrecht zur Trasse. Werden diese Verschiebungen vollständig unterbunden, entstehen entsprechende Bettungsreaktionen. An diesem „aktiven" Verhalten des Rohrstranges unter axialer Belastung setzt das Konzept des IKT-Vortriebssimulators an:

Ein Rohrstrang aus fünf Rohren wird bei simulierter Trassengeometrie einer axialen Belastung ausgesetzt und die in dieser Lage notwendigen Bettungsreaktionen ermittelt. Diese Bettungsreaktionen können dann als erster Hinweis für die insitu maximal möglichen Bodenreaktionen bei vorgegebenen Rohr- und Verbindungseigenschaften angesehen werden. Die 1:1-Simulation mit tatsächlichen Rohren, Druckübertragungsmitteln und Dichtelementen berücksichtigt dabei auch die rechnerisch kaum zu erfassenden - aber vielfach maßgeblichen - geometrischen Imperfektionen (zum Beispiel Betonoberfläche) und nichtlinearen elasto-visko-plastischen Werkstoffeigenschaften (zum Beispiel Hölzer, Kunststoffe) auch unter großen Verformungen und längeren Verformungshistorien.

In der versuchstechnischen Vortriebssimulation kommt der Wahl der zu simulierenden Vortriebstrasse eine besondere Bedeutung zu. Dabei gilt es, nicht nur planmäßige Trassenelemente in die Simulation einzubeziehen, sondern auch weitere insitu zulässige Trassenverläufe, wie zum Beispiel Abweichungen und Steuerkurven.

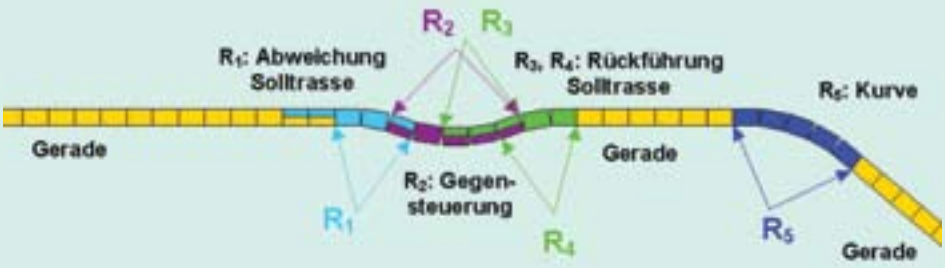


Bild 3: Trassenelemente im Beispiel

Bild 3 zeigt beispielhaft eine entsprechende Trasse, die neben der planmäßigen Geraden und Kurve auch die Elemente „Abweichung von der Solltrasse", „Gegensteuerung" und „Rückführung auf die Solltrasse" berücksichtigt (vgl. [4]).

Als Hauptziel des Forschungsvohabens ist somit eine Versuchseinrichtung zu entwickeln, mit der die Reaktionen der Vortriebsrohre einschließlich ihrer Verbindungssysteme während eines simulierten Vortriebs unter vorgegebener Trasse beobachtet und die maximal zu erwartenden Bettungsreaktionen als Eingangswerte für die Baugrundbetrachtung und statische Analyse bewertet werden können. Nicht Gegenstand der Untersuchung ist die Frage der Interaktion zwischen Vortriebsschild und Baugrund sowie der Schmierung innerhalb des entstandenen Ringraums.

Ergebnisse für die praktische Anwendung sollen darüber hinaus folgenden Punkten erarbeitet werden:

Rohrverbindungstechnik

Die Wahl der Rohrverbindungstechnik beeinflusst in hohem Maße die Kraftübertragung und Dichtfunktion des Rohrstrangs. Eine besondere Bedeutung kommt dem eingesetzten Druckübertragungsmittel zu. Einflüsse der Werkstoffeigenschaften auf das Verhalten des Rohrstrangs unter Last sollen erkannt und Emfehlungen zur Werkstoffauswahl und -prüfung abgeleitet werden.

Vortriebsplanung und Steuerung

Aus der Simulation von Kurvenfahrten und Steuerbewegungen sollen Hinweise zu möglichen Auswirkungen von Steuereinflüssen und gegebenenfalls Empfehlungen für zulässige Toleranzen abgeleitet werden.

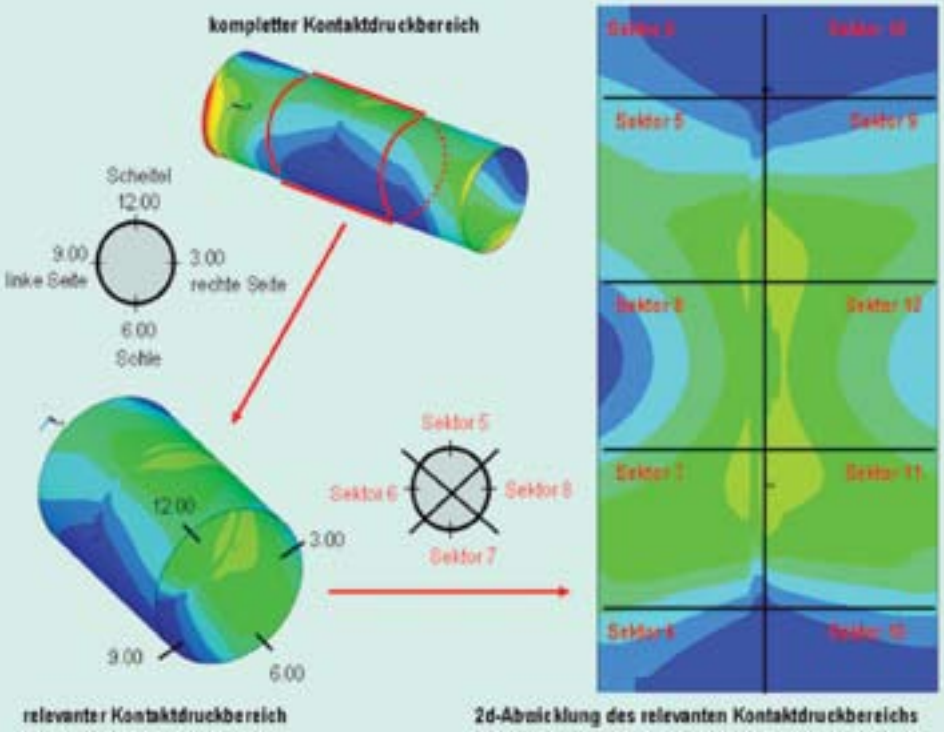
Baustellenbegleitende Messtechnik

In den Versuchen wird erstmals ein breites Spektrum heutiger Messtechnik (wie zum Besipiel Druckfolien) zur Erfassung von Vortriebsbewegungen und -beanspruchungen unter 1:1-Bedingungen eingesetzt. Deren messtechnische Eignung für den Einsatz unter praktischen Bedingungen des Rohrvortriebs wird untersucht und bewertet.

IKT-Vortriebssimulator

Zur Beantwortung der vorgenannten Aufgabenstellungen wurde eine Versuchseinrichtung im Maßstab 1:1, der IKT-Vortriebssimulator, entwickelt und in den Großversuchsstand des IKT integriert. Dieser Großversuchsstand dient während des Projektes als Widerlagerkonstruktion zur Lastaufnahme sowie als Schutzraum für unvorhersehbare Lastreaktionen in der Einfahrphase. Nach Abschluss des Projektes ist ein Aufbau an anderer Stelle grundsätzlich möglich und angestrebt.

Im Versuch wird ein Rohrstrang aus fünf messtechnisch ausgerüsteten Stahlbeton-Vortriebsrohren der Nennweite DN 1600 realitätsnahen Vortriebskräften ausgesetzt. Für unterschiedliche Druckübertragungsmittel und Trassensituationen werden die Rohrstrang- und Bettungsreaktionen messtechnisch aufgenommen und mögliche Einflüsse auf die Rohrverbindungstechnik abgeschätzt.



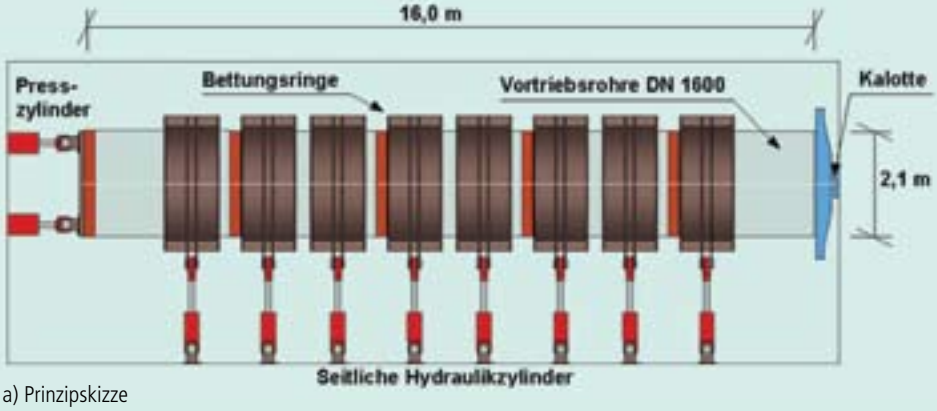
a) FEM-Berechnungen [6],

b) Modellversuche DN 400

d) 1:1-Vorpress-Station DN 1600 (4 x 2 MN)

c) 1:1-Rohrstrang DN 1600 (d_a = 2.100 mm, L = 16,0 m)

Bild 4: Voruntersuchungen und IKT-Vortriebssimulator im Maßstab 1:1



a) Prinzipskizze

b) Vorpressstation

c) Rohrauflager

d) Rohr-Kissen-Stahlring

Bild 5: Vortriebssimulator DN 1600 (d_a=2,1m) Krafteinleitung und Bettung

Die Dimensionierung des Versuchsstandes einschließlich der zur Rohrbettung gewählten Hydraulikkissen basiert auf baugrundtechnischen Betrachtungen bisheriger Baumaßnahmen [5] sowie Vorberechnungen mit der Finite-Element-Methode [6]. Die neu entwickelte Mess- und Steuertechnik für die Versuchsdurchführung sowie der grundsätzliche Versuchsablauf wurden in Modellversuchen an einem Rohrstrang aus fünf Betonprobekörpern DN 400 erprobt. Das Gesamtkonzept für die Versuche im Maßstab 1:1 (Stahlbetonrohre DN 1600) wurde im Frühjahr 2006 vollständig umgesetzt. (Bild 4 und Bild 5).

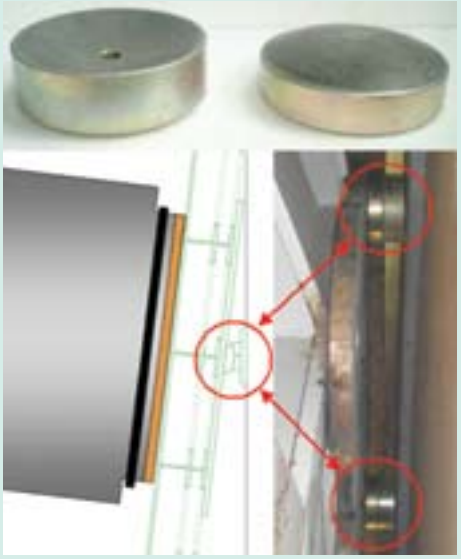
Der Simulator besteht im Wesentlichen aus den Komponenten Vorpressstation, Rohrauflager, Rohrführung, seitliche Steuereinheit, Widerlagerkonstruktion und fünf Vortriebsrohren (Bild 5a). Die Vorpressstation besteht aus vier 2-MN-Hydraulikzylindern, die sowohl weg- als auch kraftgesteuert angesprochen werden können und eine maximale Vorpresskraft von 8 MN ermöglichen. Dies entspricht maximalen Kräften, wie sie auch für größere Vortriebslängen aufgebracht werden müssen. Die Maximalkraft wurde im Versuch begrenzt, da auch in der Praxis größere Kräfte durch Einsatz von Zwischenpressstationen vermieden werden.

Die Einleitung der Vorpresskraft in den Rohrstrang erfolgt über einen stählernen Druckring. Der Anschluss der Hydraulikzylinder an den Druckring wurde sowohl horizontal als auch vertikal gelenkig ausgeführt (Bild 5b).

Die Rohre werden durch wassergefüllte Mantelsegmentdruckkissen gestützt. Diese sind zur messtechnischen Aufnahme der Bettungsreaktionen insbesondere im Kämpferbereich (Kissengröße 1,2m x 1,2 m) platziert. Die Sohlkissen dienen lediglich zur Rohrlagerung und die kleineren Scheitelkissen (Bild 5e) als Sicherung gegen unvorhergesehene Auftriebslasten. Je Rohr bilden zwei umlaufende Stahlringe mit Innendurchmesser 2170 mm die Widerlager für die Hydraulikkissen, welche im 35-mm-Ringspalt zwischen Vortriebsrohr und Stahlring angeordnet sind (Bild 5d). Zur Vereinfachung der Montage der Vortriebsrohre, wurden die Stahlringe als Halbschalen ausgeführt. Die untere Halbschale ist jeweils auf einem Stahltisch mit PTFE-Zwischenlage („Teflon") aufgelegt, so dass die Rohre in horizontaler Richtung nahezu

e) Mantelsegmentdruckkissen

f) Seitliche Hydraulikzylinder



g) Widerlager

reibungsfrei positioniert werden können (Bild 5c). Zum Befüllen und Entleeren der Hydraulikkissen werden elektrische Steuerventile am Zu- sowie Ablauf der Kissen und zur Druckmessung elektronische Drucksensoren eingesetzt.

Unterschiedliche Vortriebszustände werden durch horizontale Verschiebung der Rohrführung mittels acht 1000-kN-Hydraulikzylinder eingestellt. Diese sind über Laschen und Bolzen gelenkig an die Stahlringe angeschlossen und mit der Seitenwand des Großversuchsstandes verbunden (Bild 5f). Ventile, Wegaufnehmer und Drucksensoren dienen der Steuerung der Zylinder; eine speziell programmierte Prozesstechnik erlaubt das gemeinsame, koordinierte Ansteuern aller Pressen.

Die Widerlagerkonstruktion besteht aus einer rückseitig ausgesteiften Stahlplatte, die über zwei Kugelkalotten gegen die Rückwand des IKT-Großversuchstandes abgestützt ist. Die Kalottenlagerung gestattet das Drehen der Widerlagerkonstruktion um die Hochachse (Bild 5g), so dass die im Bild 3 dargestellten Trassenelemente „Gerade", „Abweichung von der Solltrasse", „Gegensteuerung", „Rückführung auf die Solltrasse" und „Kurve" entsprechend Bild 6 als aufeinander folgende Vortriebssituationen simuliert werden können.

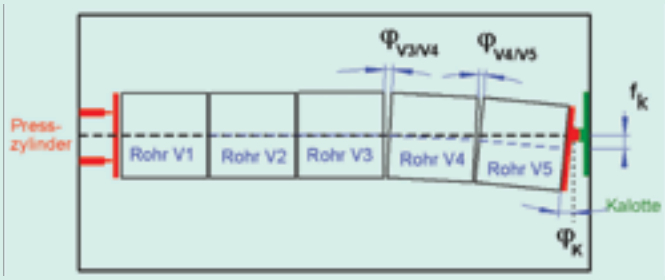
Sämtliche Versuche werden unter Nutzung vielfältiger Messtechnik gesteuert und detailliert beobachtet. Eingesetzt werden zum Beispiel Wegaufnehmer, Seilwegaufnehmer, Druckmesssensoren, Druckmessfolien und Dehnungsmessstreifen (Bild 7). Die fünf Stahlbeton-Vortriebsrohre DN 1600 mit einer Baulänge von 3,2 m fungieren damit im Wesentlichen als Messsysteme und sind Teil des Versuchsaufbaus.

Zur Messung der Dehnungen am Rohrumfang wurden insgesamt 144 Dehnungsmessstreifen als 0°/45°/90° - Rosetten auf den Rohren appliziert. An der Rohrinnenseite werden die Dehnungen jeweils an den Achtels- und Viertelspunkten, an der Außenseite an den Achtelspunkten der Messrohre aufgenommen (Bild 7a).

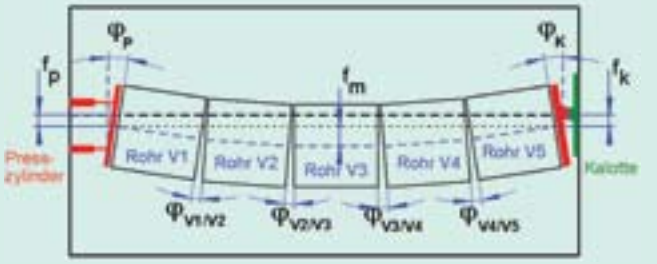
Zur Aufnahme der Abwinklung zwischen den Rohren wurden in jeder Rohrfuge drei Wegaufnehmer im 120°-Abstand angebracht. Die Wegaufnehmer sind am Spitzende der Rohre verschraubt und erfassen den Abstand zu einem in der gegenüberliegenden Rohrmuffe fixierten Stahlwinkel (Bild 7b).

Zur Messung des Kontaktdruckes in den Rohrfugen wurden in die Druckübertragungsflächen des mittleren Rohres jeweils 10 Tekscan-Foliendrucksensoren eingelegt. Mittels dieser Druckfolien wird die Druckverteilung zwischen Drucküberragungsmittel und Rohrmuffe qualitativ aufgenommen (Bild 7c+d).

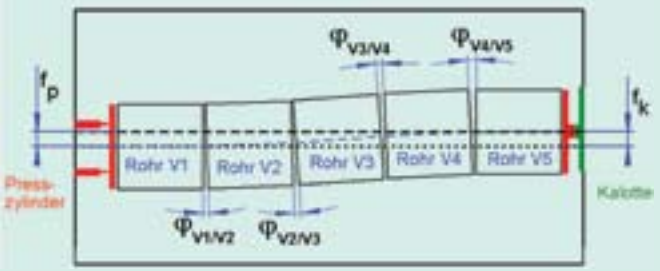
Sowohl die Hydraulikzylinder der Vorpressstation als auch die der seitlichen Steuereinheit sind mit Seilwegaufnehmern zur Steuerung und Dokumentation der Zylinderwege als auch mit Kraftsensoren zur Einstellung und Auswertung der Vorpresskraft und möglicher seitlicher Bettungsreaktionen ausgerüstet.



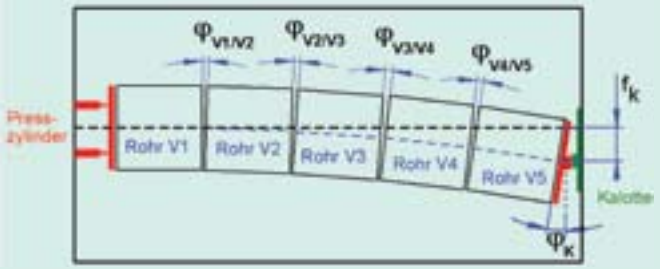
a)) Abweichung Solltrasse



b) Gegensteuerung



c) Rückführung Solltrasse



d) Kurvenfahrt

Bild 6: Vortriebssimulation

a) Dehnungsmessstreifen

b) Wegaufnehmer

c) Druckmessfolien

d) Blick in den Rohrstrang

Bild 7: Vortriebssimulator DN 1600 (d_a=2,1m) – Messtechnik

Versuchsprogramm und erste Ergebnisse

Der IKT-Vortriebssimulator wird gegenwärtig für ein umfangreiches Versuchsprogramm genutzt. So werden in vergleichenden Prüfungen verschiedene Druckübertragungsmittel (OSB-Platte, Echtholz, Kunststoff) eingesetzt und deren Einfluss auf die Belastung in wechselnden Trassenverläufen und kritischen Vortriebssituationen untersucht. Übliche Annahmen aus der statischen Berechnung werden ebenso hinterfragt wie die Aussagekraft baubegleitender Messtechnik. Die Auswertung der Versuche wird Mitte 2007 abgeschlossen sein. Beispielhaft wird nachfolgend eine Ergebnisauswertung für den Abschnitt „Kurvenfahrt" entsprechend Bild 3 dargestellt. Die vollständige Trassensimulation umfasste sämtliche der in Bild 6 aufgeführten Vortriebssituationen mit insgesamt 39 Belastungszyklen. Als Druckübertragungsmittel wurde im vorliegenden Fall eine 25 mm dicke OSB-Platte eingesetzt. Bild 8 zeigt den Belastungs- und Kissendruckverlauf über die Versuchsdauer und definiert den Zeitpunkt einer Momentanalyse, deren Ergebnisse in Bild 9 beispielhaft zusammengefasst sind. Die dargestellten Kissendrücke entsprechen den gemessenen und somit erforderlichen Bettungsreaktionen für den eingestellten Vortriebszustand zum Zeitpunkt tA = 1650 s.

Bild 8: Belastungsverlauf und Bettungsreaktion über die Versuchsdauer, Analysezeitpunkt t_A

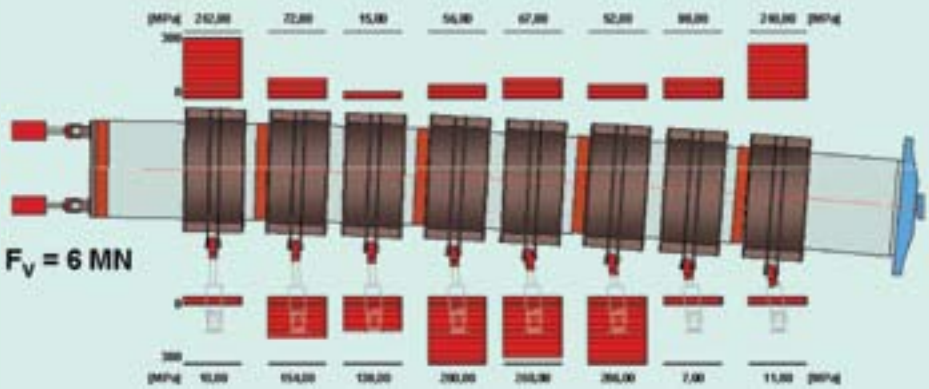


Bild 9: Beispielhafte Darstellung der erforderlichen Bettungsreaktionen bei Kurvenfahrt zum Zeitpunkt tA = 1650 s.

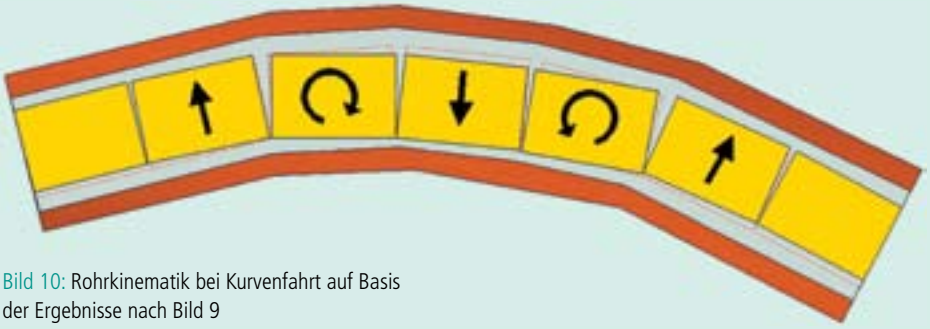


Bild 10: Rohrkinematik bei Kurvenfahrt auf Basis der Ergebnisse nach Bild 9

Die Druckverteilung in Bild 9 lässt deutlich erkennen, dass die gesamte Rohr-Kurve in den Kurvenanfangs und -endpunkten an der Kurvenaußenseite gehalten wird. Die im Kurvenverlauf liegenden Rohre erfahren jedoch eine haltende Bettungsreaktion an der Kurveninnenseite. Bild 10 zeigt die hieraus abgeleitete Rohrkinematik, das heißt die zu erwartenden Bewegungen bei verformbarer Bettung. Die mittleren Rohre neigen zu einer geradlinigen Ausrichtung, so dass sie sich relativ zum Anfangs- beziehungsweise Endrohr verdrehen. In der Folge ist mit unregelmäßigen äußeren Belastungen einzelner Rohre und entsprechende Querkraftbeanspruchungen in den Rohrverbindungen zu rechnen. Diese Ergebnisse gewinnen insbesondere dadurch an Bedeutung, dass eine Gruppierung von Rohren zu kurzen geraden Abschnitten einer Kurvenfahrt auch von Fachleuten aus der Vortriebspraxis bestätigt wird. Entsprechende Messungen beschränken sich bisher allerdings nur auf Einzelfälle und die beobachteten Phänomene wurden meist als Sonderfall klassifiziert.

Derzeit werden die Messdaten weiterer Vortriebssituationen ausgewertet, Versuche mit unterschiedlichen Druckübertragungsmitteln durchgeführt und die beobachteten Bettungsreaktionen analysiert und bewertet. Entsprechende Ergebnisse sind für Mitte 2007 zu erwarten.

Schlussfolgerungen

Mit dem IKT-Vortriebssimulator wurde eine Versuchseinrichtung im Maßstab 1:1 entwickelt, mit der Vortriebsbelastungen an Rohren und Rohrverbindungen einschließlich der resultierenden Bettungsspannungen zuverlässig nachempfunden werden können. Aus ersten Versuchsergebnissen lassen sich schon jetzt die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Vortriebsrohre sind aufgrund der besonderen geometrischen und mechanischen Eigenschaften der eingesetzten Verbindungstechnik sehr komplexe Bauteile. Unter Vortriebslasten kann der Rohrstrang besondere Bettungsreaktionen provozieren, deren Größe von der Trassenführung und Wahl des Überschnitts abhängt.
- Insbesondere Kurvenfahrten sind mit Blick auf die Beanspruchungen der einzelnen Rohrverbindungen als kritische Vortriebszustände anzusehen. Mit ungleichmäßigen Bettungsreaktionen und entsprechenden Querkrafteinflüssen ist zu rechnen.
- Vielfältige Belastungen des Druckübertragungsmittels sind zu erwarten. Dessen Eigenschaften können dann wiederum die zu erwartenden Bettungsreaktionen und Rohrbeanspruchungen wesentlich bestimmen. Dem Druckübertragungsmittel kommt daher auch mit Blick auf eine Verringerung von Schadensrisiken eine besondere Bedeutung zu.

Von besonderem Interesse bleibt die Beobachtung und Bewertung von Steuerkorrekturen während des Vortriebs. Die weiterführenden Untersuchungen sollen hier erste Erkenntnisse zur Konkretisierung von Toleranzgrößen und Steuerstrategien liefern.

aus:
Bosseler, Liebscher, Redmann:
Simulation von Rohvertrieben im Maßstab 1:1 3R-International (45), Heft 12/2006

Literatur

[1] Bosseler, B.; Birkner, T.; Sokoll, O.; Brüggemann, T.: Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei den kommunalen Netz-betreibern und Wasserverbänden in NRW; Endbericht des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Natur-schutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; Gelsenkirchen, Dezember 2003.

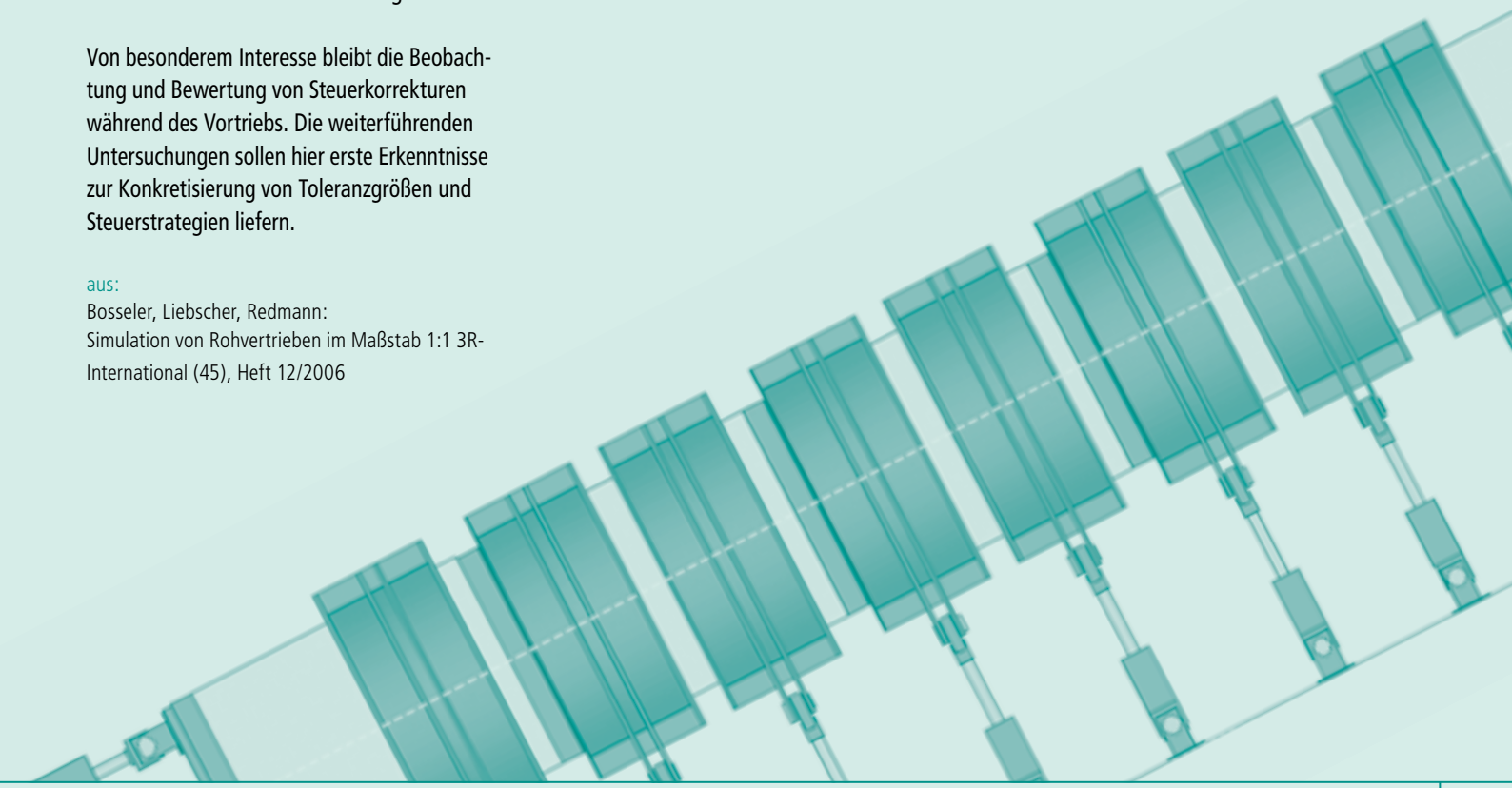
[2] Forschungsvorhaben: Qualitätssicherung von Vortriebsrohren aus Stahlbeton –Entwicklung eines Prüfverfahrens. Im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW und der Emschergenossenschaft, Essen.

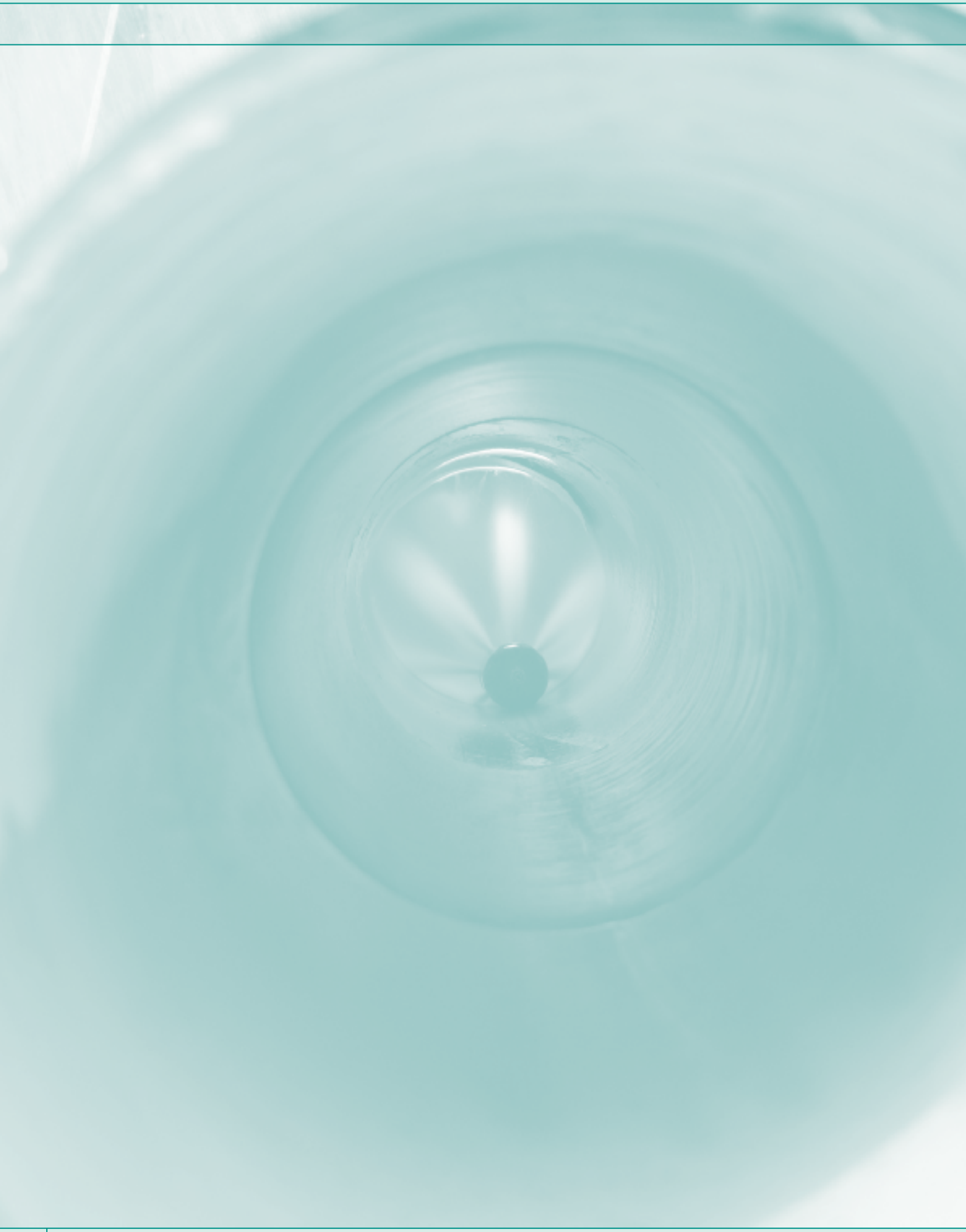
[3] Beyert, J.; Bohle, U.; Osebold, R.; Sommerhage, H.: Online Überwachungen von Rohrvortrieben. bi – UmweltBau 1/2006.

[4] Scherle, M.; Rößler, U.: Fernseminar Rohrvortrieb. www.maxscherle.com, 3/2003.

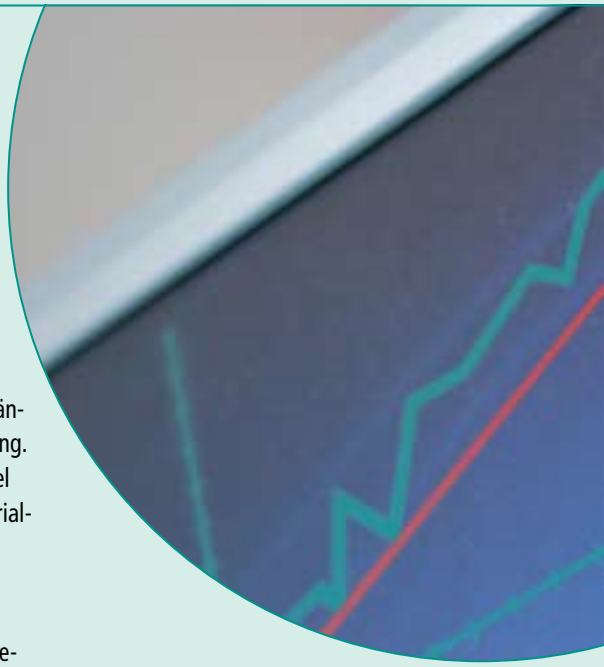
[5] ELE Erdbaulaboratorium Essen - Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Bodenkennwerte für Finite-Element-Berechnungen. Essen, April 2004.

[6] Zerna, Köpper & Partner – Ingenieurgesellschaft für Bautechnik: Numerische Untersuchungen zu Rohrvortrieben. Abschlussbericht. Bochum, September 2004.





Kanalinvestitionen steigen 2007 um 10%



Das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur führte im Auftrag der STEINZEUG Abwassersysteme GmbH eine Markterhebung unter ausgewählten deutschen Netzbetreibern zum Thema „Bauinvestitionen Kanalisation" durch (August – September 2006). Mehr als 1.500 Netzbetreibern wurde ein Fragebogen zugesandt. Die Rücklaufquote war mit knapp 18% sehr gut, man kann daher davon ausgehen, dass sie repräsentativ für ganz Deutschland ist.

Bauinvestitionen in die Kanalisation

Die Ergebnisse der Marktumfrage zeichnen ein für die Branche erfreuliches Gesamtbild: Die Investitionen der Netzbetreiber in ihre Kanalisation steigen um bis zu 10% (2006: +8% und 2007: +10%). Das stärkste Wachstum erfährt der Teilmarkt „Erneuerung und Sanierung alter Leitungen" mit jeweils +13% in 2006 und 2007. Die sonstige Sanierung und die Neuerschließung nehmen zwar auch zu, im Jahr 2007 verlangsamt sich jedoch ihr Wachstum leicht.

Favorisiertes Rohrmaterial für verschiedene Rohrdurchmesser

Netzbetreiber setzen verschiedene Rohrwerkstoffe in starker Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser ein. Während im Bereich DN ≤ 200 Steinzeug und Kunststoff vorrangig eingesetzt werden, sind im Bereich DN 200 bis 400 Steinzeug, Beton und Kunststoffe ungefähr gleich stark vertreten. Eine Priorität des Werkstoffs Beton gibt es bei Rohren DN > 400. Andere Werkstoffe spielen hingegen insgesamt nur eine untergeordnete Rolle.

Argumente für die Wahl der Rohrwerkstoffe

Bei der Wahl der Rohrwerkstoffe kommt es den Netzbetreibern in erster Linie auf eine hohe Lebensdauer an, gefolgt von Korrosionsbeständigkeit und Beständigkeit gegen HD-Reinigung. Hingegen halten sie Kostenargumente für viel weniger wichtig: niedrige Einbau- und Materialkosten stehen am Ende ihrer Präferenzskala.

Weitere Daten verfügbar

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Umfrageergebnisse nach Bundesländern ist bei der STEINZEUG Abwassersysteme GmbH auf Anfrage erhältlich:
Telefon: 02234 507-212
Fax: 02234 507-706
E-Mail: info@steinzeug.com

Reichweite der Umfrage

Die Umfrage fand im Zeitraum Mitte August bis Mitte September 2006 statt. Insgesamt wurden 1.546 Netzbetreiber per Fax oder E-Mail angeschrieben.

Geantwortet haben 274 Netzbetreiber, was einer Rücklaufquote von 17,7% entspricht. Dies ist ein außerordentlich guter Wert, verglichen zu den bei derartigen Umfragen üblichen Rücklaufquoten von rund 5%.

Summiert man die Einwohnerzahlen aller Rücklaufer, so zeigt sich, dass die Umfrage insgesamt 22,4 Mio. Einwohner abdeckt. Dies entspricht 27,2% der Bundesbevölkerung.

Bauinvestitionen 2005 – 2007

Im ersten thematischen Schwerpunkt wurden die Netzbetreiber gebeten, ihre aktuellen und künftigen Bauinvestitionen in die Kanalisation anzugeben oder zu schätzen. Dabei sollte wie folgt unterteilt werden:

- Gesamte Bauinvestitionen Kanalisation
  davon:
- Neuerschließung
- Erneuerung alter Leitungen
- sonstige Sanierung alter Leitungen

Tab. 1: Bauinvestitionen Kanalisation (Schätzungen) Ohne Kläranlagen

	2005	2006	2007
Gesamt	100	108	110
davon:			
Neuerschließung	100	108	107
Erneuerung alter Leitungen	100	113	113
sonst. Sanierung alter Leitungen	100	109	108

Deutschland gesamt; Basisjahr 2005 = 100

Im Jahr 2006 investieren die Netzbetreiber beachtliche 8% mehr in den Kanalbau als im Basisjahr 2005. Ein Jahr später beträgt der Zuwachs sogar 10% zum Basisjahr. Nach mehreren Jahren stetig sinkender Investitionen zeichnet sich also eine klare Trendumkehr auf breiter Front ab. Die mehrjährigen Strukturanpassungen nach dem Ende des Wiedervereinigungsbooms, unter denen die gesamte Baubranche gelitten hat, scheinen nun auch im Leitungsbau ihren Abschluss gefunden zu haben.

Dies liegt in erster Linie daran, dass sich die allgemeine Finanzsituation der öffentlichen Haushalte durch höhere Steuereinnahmen deutlich gebessert hat. Die lange Jahre geübte Zurückhaltung bei Investitionen in die Infrastruktur – vor allem in den alten Bundesländern – wird nach und nach aufgegeben. Vieles spricht dafür, dass Investitionen nun nachgeholt werden, die zwar bereits vor geraumer Zeit sowohl volkswirtschaftlich als auch technisch notwendig waren, aber aus Haushaltsgründen zurück gestellt wurden.

Möglicherweise sind Kanalsanierungen länger zurückgestellt worden als dies sinnvoll war. Dies kann dazu geführt haben, dass der Zustand der Altleitungen sich weiter verschlechtert hat und nun an manchen Stellen einem Komplettersatz statt einer Renovation mit grabenlosen Sanierungsverfahren der Vorzug gegeben wird.

Einen Hinweis darauf gibt das besonders starke Wachstum des Marktsegments „Erneuerung alter Leitungen". Dabei werden Altleitungen durch neue Rohre ersetzt. Für das Jahr 2006 ist hier ein bemerkenswerter Sprung nach oben, nämlich um 13% zu erwarten. Im Folgejahr bleiben die Investitionen in diesem Segment auf gleich hohem Niveau.

Die Sanierung alter Leitungen mit sonstigen Verfahren erlebt von 2005 auf 2006 zwar auch einen beachtlichen Zuwachs um 9%, ebbt aber im Folgejahr wieder leicht ab. Auch dies kann als Hinweis gewertet werden, dass offene Bauverfahren gegenüber der geschlossenen Bauweise möglicherweise an Boden gewinnen.

Auch das Marktsegment der Neuerschließung wächst zunächst um starke 8%, nimmt aber im Jahr 2007 wieder leicht ab.

Aus den Daten dieser Marktumfrage ergibt sich also ein für die Branche erfreuliches Gesamtbild, das von deutlich steigenden Bauinvestitionen in die Kanalisation geprägt ist – bis zu 10%. Die Antworten der Netzbetreiber erlauben eine recht zuverlässige Prognose für die Jahre 2006 und 2007. Für die Jahre ab 2008 ist die Datenlage allerdings sehr uneinheitlich, so dass mit heutigem Wissen keine verlässliche Langfrist-Prognose möglich ist. Zahlreiche Netzbetreiber haben nämlich für 2008 ff. keine Angaben gemacht. Dies mag darauf beruhen, dass die Planungshorizonte nicht so weit reichen oder dass die teilweise notwendigen politischen Entscheidungen als zu unsicher eingeschätzt werden.

Favorisierte Rohrmaterialien

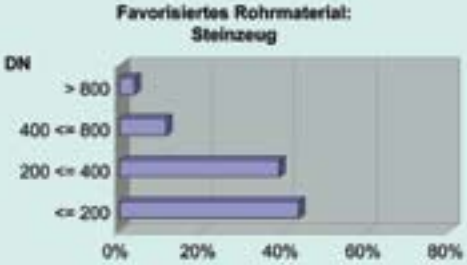
Der zweite thematische Schwerpunkt der Marktumfrage ist die Frage nach den favorisierten Rohrmaterialien für verschiedene Rohrdurchmesser, unabhängig davon, ob die Rohre für Leitungsneubau oder -erneuerung eingesetzt werden sollen. Gefragt wurde auf Wunsch des Auftraggebers nach den Werkstoffen

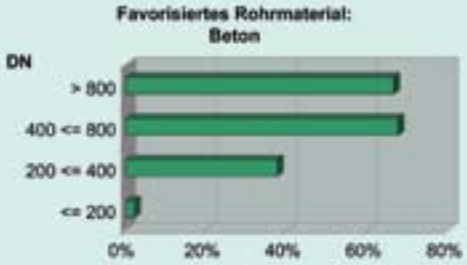
- Steinzeug
- Beton
- Kunststoffe
- andere Werkstoffe

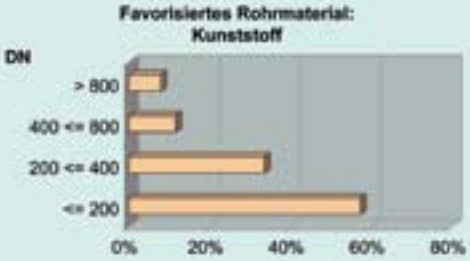
und den Rohrdurchmessern

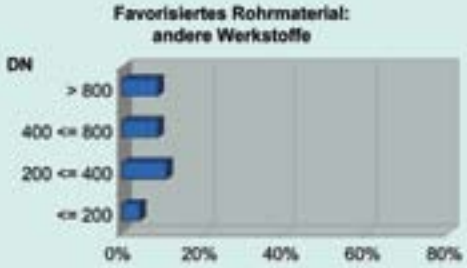
- DN ≤ 200
- DN 200 ≤ 400
- DN 400 ≤ 800
- DN > 800

Hier zeigt sich, dass Netzbetreiber Steinzeug- und Kunststoffrohre in erster Linie in den Bereichen DN ≤ 200 und DN ≤ 400 einsetzen. Demgegenüber dominieren Betonrohre im Bereich DN > 400 eindeutig. Im Bereich DN 200 bis DN 400 sind diese drei Materialien ungefähr gleich stark vertreten. Das am stärksten umkämpfte Marktsegment ist also der Bereich DN 200 bis DN 400. Hier herrscht ein besonders intensiver Wettbewerb der Rohrmaterialien. Andere Werkstoffe spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle.









Tab. 2: Favorisierte Rohrmaterialien nach Rohrdurchmesser Deutschland gesamt

	DN ≤ 200	DN 200 ≤ 400	DN 400 ≤ 800	DN > 800
Steinzeug	43,4%	38,7%	11,3%	3,6%
Beton	2,2%	37,6%	67,5%	66,4%
Kunststoffe	57,3%	33,6%	11,7%	8,0%
Andere Werkstoffe	4,4%	10,9%	8,8%	8,8%

274 Antworten – Keine Aufsummierung auf 100%, da Mehrfachnennungen möglich.

Argumente für Rohrmaterialien

Der dritte thematische Schwerpunkt der Markterhebung betrifft die technischen Argumente, die aus Sicht der Netzbetreiber bei der Wahl des Rohrmaterials von Bedeutung sind.

Im Multiple-Choice-Verfahren konnten die Netzbetreiber ihre Präferenz für acht Argumente ausdrücken, die vom Auftraggeber ausgewählt wurden:

- Beständigkeit gegen HD-Reinigung
- Biegefestigkeit
- Hohe Lebensdauer
- Korrosionsbeständigkeit
- Niedrige Einbaukosten
- Niedrige Materialkosten
- Umweltfreundlichkeit
- Verformungsrisiko

Die Umfrageergebnisse zeigen eine eindeutige Präferenz für eine hohe Lebensdauer.

Demgegenüber werden die Einbau- und Materialkosten als untergeordnet eingeschätzt. Es ergibt sich folgendes Bild der Präferenzstruktur:

Tab. 3: Rangfolge der Argumente bei der Wahl von Rohrmaterialien

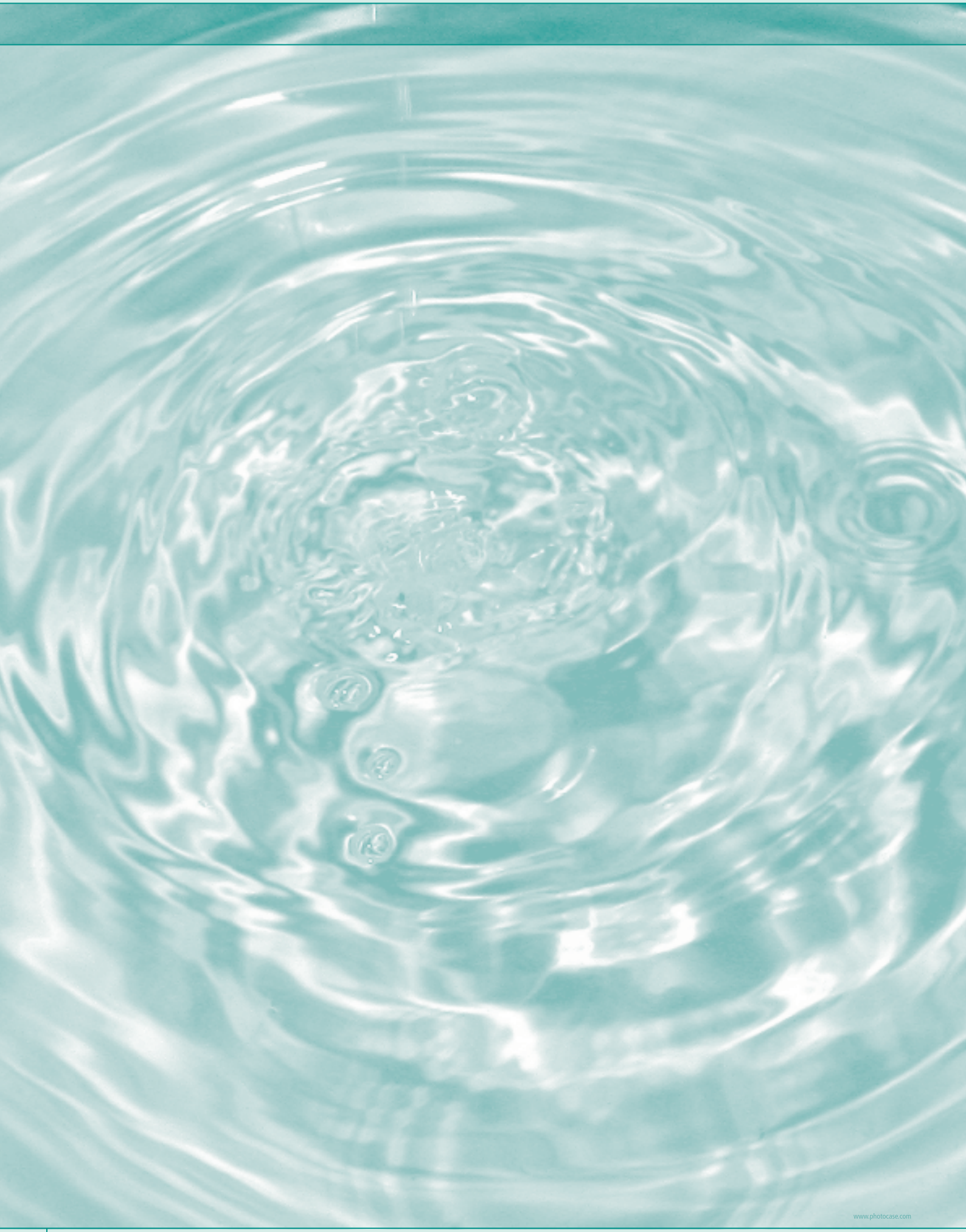
Rang	Argument	Note
1.	Hohe Lebensdauer	1,1
2.	Korrosionsbeständigkeit	1,5
3.	Beständigkeit gegen HD-Reinigung	1,6
4.	Umweltfreundlichkeit	1,8
5.	Verformungsrisiko	1,8
6.	Biegefestigkeit	1,9
7.	Niedrige Einbaukosten	1,9
8.	Niedrige Materialkosten	2,1

Noten:
1 = sehr wichtig
2 = wichtig
3 = weniger wichtig
4 = unwichtig

Tab. 4: Bedeutung der Argumente bei der Wahl von Rohrmaterialien Einzelergebnisse nach Bundesländern

Bundesland	Hohe Lebensdauer	Biegefestigkeit	Korrosionsbeständigkeit	Verformungsrisiko	Niedrige Materialkosten	Niedrige Einbaukosten	Beständigkeit gegen HD-Reinigung	Umweltfreundlichkeit
Baden-Württemberg	1,1	1,9	1,6	1,9	1,9	1,9	1,5	1,6
Bayern	1,1	1,9	1,5	1,9	2,2	2,0	1,7	1,8
Brandenburg	1,2	1,8	1,4	1,6	1,9	1,9	1,6	1,9
Hessen	1,1	1,9	1,5	1,7	2,4	2,3	1,6	1,9
Mecklenburg-Vorpommern	1,0	2,5	1,3	2,0	2,0	2,3	1,3	1,5
Niedersachsen	1,1	1,9	1,4	2,0	2,2	2,0	1,5	2,0
Nordrhein-Westfalen	1,1	1,8	1,5	1,8	2,1	1,9	1,5	1,8
Rheinland-Pfalz	1,2	1,9	1,6	1,9	2,2	1,8	1,8	2,2
Saarland	1,3	2,0	1,8	1,8	2,0	1,8	2,3	2,5
Sachsen	1,1	1,6	1,0	1,3	2,1	1,7	1,5	1,3
Sachsen-Anhalt	1,4	2,3	1,5	2,0	2,1	2,3	1,6	2,3
Schleswig-Holstein	1,0	2,0	1,3	2,1	2,8	2,1	1,4	2,0
Stadtstaaten	1,0	2,3	1,3	1,7	3,0	2,3	1,0	1,3
Thüringen	1,1	1,9	1,3	1,7	2,0	1,6	1,3	2,0
Gesamt Bewertung	1,1	1,9	1,5	1,8	2,1	1,9	1,6	1,8

Quelle: IKT-eNewsletter November 2006


www.photocase.com

Abwasserdüker: Das unbekannte Bauwerk

Verlauf eines Dükers unterhalb des Rhein-Herne-Kanals in Oberhausen (Länge 90 m; Durchmesser 1,0 m)

Dort, wo Bauwerke wie Bäche, Flüsse oder Tunnel den natürlichen Abfluss des Abwassers behindern, leiten Düker das Abwasser unter dem zu kreuzenden Bauwerk durch. Die vollgefüllten Düker stellen die Netzbetreiber vor einige Herausforderungen, wenn es um Inspektion und Reinigung dieser Sonderbauwerke geht. In dem Forschungsprojekt „Einsatz der Ejektortechnik bei der Dükerreinigung und -inspektion" [1] widmete sich das IKT diesen Fragestellungen.

Inspektion nicht Hauptproblem

Grundlegende Informationen zu den Erfahrungen mit Abwasserdükern sammelte das IKT zuvor in einer Umfrage unter 208 Netzbetreibern aus NRW [2]. Die Umfrage ergab, dass die Inspektion nicht das Hauptproblem ist, sondern die Vorflutsicherung:

- Beim Absperren der Dükeräste unter Rückstau sind die maximal möglichen Inspektionszeiträume für die TV-Befahrung zu kurz.
- Das Überleiten des Abwassers verursacht einen hohen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Aufwand und wird aus diesen Gründen von den befragten Betreibern grundsätzlich nicht eingesetzt.
- Das Durchleiten des Abwassers mittels Schlauch oder Rohrleitung ist für den Einsatz in Freispiegelleitungen ausgelegt und wurde von den befragten Netzbetreibern bei Dükern nicht eingesetzt.

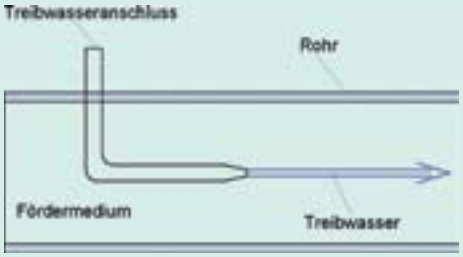
Da mit bestehender Technik somit weder das Überleiten noch das Durchleiten von Abwasser zur Vorflutsicherung umsetzbar ist oder erprobt wurde, müssen neue technische Wege beschritten werden. Hierzu bietet sich im ersten Schritt an, auf Werkzeuge zurückzugreifen, die sich bereits in ähnlichen Anwendungsfeldern bewährt haben. Ein solches Werkzeug ist die Ejektordüse. Diese Düsen lassen sich einsetzen, um den Düker zu reinigen, zu entleeren und für die Inspektion abwasserfrei zu halten. Für das Forschungsprojekt Abwasserdüker [1] analysierten die IKT-Forscher den Praxiseinsatz der Ejektortechnik bei Inspektionsmaßnahmen von Netzbetreibern und in Laborversuchen.

Mehrstrahliger Ejektor:
Anschluss für den Hochdruckwasserschlauch (Nr. 1, roter Pfeil), Ansaugöffnung (Nr. 2, blauer Pfeil), Austrittsöffnung (Nr. 3, grüner Pfeil), (hier treten Treibwasser (Q_{Treib}) und Fördermedium (Q_{Trans}) aus)

Ejektoren: die Technik

Ein üblicher Anwendungsfall der Ejektortechnik sind Wasserstrahlpumpen, bei denen die zu fördernde Flüssigkeit durch eine zugeführte Flüssigkeit beschleunigt und so abgepumpt wird (Flüssigkeitsstrahl-Flüssigkeitspumpen). Ejektoren können aber auch zum Transport von Gasen und Feststoffen eingesetzt werden. Bei den Ejektoren, die im Kanalbetrieb eingesetzt werden, handelt es sich um Flüssigkeitsstrahl-Flüssigkeitspumpen. Das unter Druck stehende Wasser aus dem Spülfahrzeug wird über einen Treibanschluss dem Ejektor zugeführt. In der Ejektordüse wird der Wasserdruck in kinetische Energie umgesetzt. Das Treibwasser wird beschleunigt. Der so entstehende gerichtete Treibwasserstrom reißt durch die Viskosität der Flüssigkeit das zugeführte Fördermedium (beispielsweise Abwasser) mit. Auf dem weiteren Strömungsweg vermischen sich Treibwasser und Fördermedium bis zum völligen Impulsausgleich.

Der Vorteil eines Einsatzes der Ejektortechnik im Kanalbetrieb besteht darin, dass bei Zuführung des Treibwasserstrahls über die schon für die Kanalreinigung vorhandenen Spülfahrzeuge eine sehr hohe Pumpenleistung unter Einsatz vorhandener Technik genutzt werden kann. Auch auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes bietet die Ejektortechnik Vorteile, da eine Explosionsgefahr ausgeschlossen ist und darüber hinaus die aus dem täglichen Betrieb der Kanalreinigung bekannten Werkzeuge ohne besondere Einweisung des Personals eingesetzt werden können.



Wirkprinzip einer Flüsskeitsstrahl-Flüssigkeitspumpe, Ejektor

Ejektoren: die Praxis

Ejektoren können im Kanalbetrieb als Reinigungswerkzeug und auch als Pumpe eingesetzt werden. Erfahrungen mit der Ejektortechnik liegen nur bei wenigen Kanalnetzbetreibern vor. Im Rahmen des Projektes wurden diese Erfahrungen sowohl in persönlichen Gesprächen erhoben als auch durch Besuche bei ausgewählten Kanalnetzbetreibern erfasst und dokumentiert. Beispielhaft wurde darüber hinaus der Einsatz der Ejektortechnik zur Vorflutsicherung an Dükern bei drei Netzbetreibern in Ratingen, Arnsberg und Oberhausen begleitet.

In Niedersachsen haben die Netzbetreiber aus Göttingen und aus Hannover gute Erfahrungen mit der Ejektortechnik. Die Stadtentwässerung

Göttingen setzte im Jahr 1981 erstmals einen Ejektor zum Abpumpen von Schlamm ein. Heute werden dort Kanäle ab DN 250 mit Ejektoren gereinigt. Diese Art der Reinigung ist auch als „sanfte Reinigung" bekannt. Als Pumpe werden die Ejektoren für das Betanken der HD-Fahrzeuge, zum Auffinden überfluteter Straßenabläufe und auch zum Entleeren von Dükern eingesetzt. In Hannover werden Ejektoren für die Reinigung von Kanälen ab DN 800 erfolgreich eingesetzt. Herausgestellt wird dort die hohe Transportleistung in teilgefüllten Kanälen.

Befüllen eines Hochdruckreinigungsfahrzeuges über einen Filterejektor mit Wasser aus dem Fluss Leine, 1982

Einige Netzbetreiber aus NRW berichteten von schlechten Erfahrungen beim Einsatz von Ejektoren bei der Kanalreinigung. Als Grund gaben sie schlechte Zugleistung bei nur genügender Reinigungsleistung an. Auch traten Verstopfungen des Ejektorrohres durch große Steine auf. Abhilfe können Bügel vor dem Ejektoreingang bringen. Eine Sonderanwendung stellt der Einsatz eines Standardejektors als Pumpe zum Entleeren von Faultürmen dar. Mit Hilfe des Ejektors konnte der Schlamm eines Faulturms innerhalb von zwei Arbeitstagen abgepumpt werden.

Bei den drei Pilotmaßnahmen in Ratingen, Arnsberg und Oberhausen konnten die positiven Erfahrungen aus den anderen Bundesländern bestätigt und auf Dükerbauwerke in Nordrhein-Westfalen übertragen werden. Die Düker konnten bei richtiger Anwendung der Technik innerhalb eines Arbeitstages gereinigt, entleert und inspiziert werden.

Ejektoren sind insbesondere für die Reinigung von Dükern größer DN 400 geeignet. Das Wasser des vollgefüllten Dükers wird von den Ejektoren in den Reinigungsprozess einbezogen und Ablagerungen werden aus dem Düker herausgespült. Die exakte Lage des tiefsten Punktes der Düker

Ejektor mit beidseitigem Anschluss

war bei keinem dieser Sonderbauwerke bekannt. Zur Dükerentleerung musste ein Ejektor jeweils iterativ bis zum Tiefpunkt geschoben werden. Entgegen der Aussagen der in [2] befragten Netzbetreiber, dass bei dem Absperren der Dükeräste unter Rückstau die maximal möglichen Inspektionszeiträume für die TV-Befahrung zu kurz seien, konnte bei allen drei Pilotmaßnahmen die Vorflut für die Inspektion durch

Links: Ejektor im Einsatz
Rechts: Einsetzen der Inspektionskamera

Absperren gesichert werden. Ein Überleiten des Abwassers, das mit einen hohen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Aufwand verbunden ist und aus diesen Gründen von den befragten Betreibern grundsätzlich nicht eingesetzt wird, musste auch hier nicht angewendet werden. Das zur Verfügung stehende Zeitfenster für die Inspektion, notwendig für das Leerpumpen und die Kamerabefahrung, war bei allen drei Maßnahmen durch den Einsatz der Ejektortechnik ausreichend groß.

Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch Einsatz von Ejektoren der Gesamtprozess Dükerinspektion:

- Dükerreinigung des vollgefüllten Dükers mit Hilfe von Ejektoren,
- Vorflutsicherung, zum Beispiel in Form einer Absperrung des Dükeroberhauptes, möglicherweise kombiniert mit Ejektoreinsätzen zum Abpumpen und Überleiten des Abwassers,
- Entleerung des Dükerrohres mit Hilfe von Ejektoren, die an dem tiefsten Punkt des Dükers platziert werden, und
- Dükerinspektion, zum Beispiel durch Kamerabefahrung,

unterstützt werden kann. Im Rahmen einer solchen Maßnahme können Ejektoren als Reinigungsdüse und als Pumpe eingesetzt werden. Der Ejektor kann als robustes und einfach zu handhabendes Werkzeug mit Doppelfunktionen (Reinigen und Pumpen) verstanden werden, das von üblichen HD-Fahrzeugen betrieben wird und mit den bereits im Kanalbetrieb verwendeten Komponenten kombiniert werden kann. Ejektoren kommen auch in anderen Anwendungen zum Einsatz, bei denen Wasser, Abwasser, Schlamm oder grobe Ablagerungen befördert werden müssen.

Ergebnisse im Internet

Dieser Artikel stellt die Forschungsergebnisse nur auszugsweise dar. Der vollständige Forschungsbericht „Einsatz der Ejektortechnik bei der Dükerreinigung und -inspektion" steht im Internet zum Download bereit: **www.ikt.de**

Literatur

[1] Bosseler B., Bennerscheidt C.: Einsatz der Ejektortechnik bei der Dükerreinigung und -inspektion. Abschlussbericht IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV) 2004. Download unter **www.ikt.de**

[2] Bosseler, B.; Gronau U.: Erfahrungsbericht „Inspektion und Reinigung von Dükern", IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, 2002.

Quelle: IKT-eNewsletter März 2007

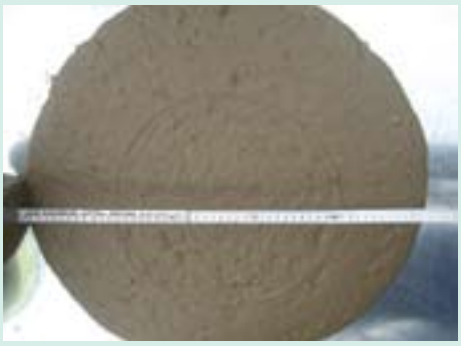
Gut gebettet liegt länger

Flüssigboden umfließt das Rohr

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass in Testsituationen durch den Einsatz von fließfähigen Bettungsmaterialen im Vergleich zu Schüttgütern deutlich günstigere Bettungsbedingungen für Kanalrohre und damit auch geringere Rohrbelastungen erzielt werden können [1]. Diese Ergebnisse greift der Stadtentwässerungsbetrieb der Landeshauptstadt Düsseldorf (SEBD) auf und testet, unterstützt durch das IKT, den Einsatz fließfähiger Verfüllmaterialien in der Praxis.

Empfehlungen für Planung und Bauüberwachung

Das IKT begleitet die Kanalbaumaßnahmen, bündelt die Erfahrungen und unterstützt mit gezielten Materialprüfungen. Ziel der Baustellenbegleitung durch das IKT ist es, Hinweise für die Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung von Kanalbaumaßnahmen mit flüssigen Bettungsmitteln zu erarbeiten, um qualitativ hochwertige Baustellenergebnisse zuverlässig erzielen zu können. Dazu sollen zunächst erste Praxiserfahrungen im Rahmen von Kanalbaumaßnahmen dokumentiert und ausgewertet werden.



Überprüfung der Fließfähigkeit und Rezeptur (Ausbreitmaß)

In dem nachfolgend dargestellten Fallbeispiel wird eine Kanalerneuerungsmaßnahme im Stadtgebiet Düsseldorf-Benrath durchgeführt. Dort wird der bestehende Mischwasserkanal DN 250/300 zurückgebaut und auf einer Länge von rund 220 m durch eine neue Steinzeugleitung DN 300/400 ersetzt. Der neue Kanal wird in offener Bauweise deutlich unterhalb der alten Trasse verlegt. Rund um das Rohr ist eine Bettung aus RSS®-Flüssigboden mit einer Mindestschichtdicke von 30 cm zur Rohraußenwandung herzustellen.

Baustelle in Düsseldorf: Einbringen des Flüssigbodens

Durch die nahezu wasserundurchlässig gewählte Rezeptur des Flüssigbodens soll ein redundantes Rohr-/Bodensystem und gleichzeitig eine Rohrbettung entsprechend der statischen Anforderungen (insbesondere auch im Zwickelbereich) sichergestellt werden. So sollen gleich zwei Bauherrenanforderungen zuverlässig und wirtschaftlich in die Baupraxis umgesetzt werden:

1. eine gleichmäßige Rohrbettung, insbesondere auch im Rohrzwickel und
2. eine abdichtende Rohrummantelung in der Leitungszone (Redundantes Dichtsystem).

Um eine komplette Ummantelung mit Flüssigboden zu erreichen, werden die Rohre am Ende auf 30 cm hohe Auflagerbänke aus Flüssigboden mit besonderer Rezeptur, das heißt plastischen Eigenschaften, aufgelagert.

Als Baugrubenverbau kommen Dielenkammerverbau-Elemente zum Einsatz. Der Flüssigboden wird in zwei Konsistenzen eingebaut. Zur Herstellung der Auflagerbänke wird eine Rezeptur verwendet, die im Ergebnis plastisches Material ergibt. Zur weiteren Verfüllung der Rohrbettungszone (bis 30 cm über Rohrscheitel) wird eine Rezeptur gewählt, die das Material fließfähig einstellt. Die Rohrverbindungen werden auf dem plastischen Flüssigbodenmaterial aufgelagert. Die Auflagerhöhe sollte mindestens 30 cm betragen, da die Rohre komplett (auch unter der Sohle) in Flüssigboden einzubetten sind. Dabei soll der Flüssigboden einen kf-Wert < 10-9 aufweisen, um eine Kapselung der Leitungszone mit sehr wasserundurchlässigem Bettungsmaterial, dem „redundanten Dichtsystem", zu gewährleisten. Um den Flüssigboden mit dieser geringen Wasserdurchlässigkeit herzustellen, ist es notwendig einen schluffig-tonigen Lieferboden als Ausgangsmaterial zu verwenden. Der anstehende Boden ist hierfür nicht geeignet. Er wird ausschließlich für die Hauptverfüllung wieder verwendet.

Rohrauflager

Das Rohrauflager wird punktuell im Bereich der Rohrverbindung mit plastischem Flüssigbodenmaterial (KP) hergestellt. Das plastische Flüssigbodenmaterial wird dabei wie ein klassisches Schüttgut verdichtet. Die Höhe des Rohrauflager soll eine Flüssigbodenverfüllung von mindestens 30 cm auch unterhalb der Sohle des Rohrschaftes ermöglichen. Der Wassergehalt des plastischen

Materials (KP) wurde sehr gering eingestellt (nahezu erdfeucht). Hierdurch ließen sich kurze Auflagerbänke (ca. 50-100 cm lang) erzielen. Zur Auftriebssicherung wurde daraufhin eine Holzverstrebung gegenüber dem Verbauelement eingerichtet.

Mit Verschlussdeckel abgesperrter Seitenanschluss

Auftriebssicherung

Bei der Verfüllung der Leitungszone mit Flüssigböden entstehen aufgrund der vergleichsweise hohen Wichte des Materials (ca. 18 – 20 kN/m²) je nach Bauverfahren (Verfüllhöhen) und Rohrgeometrie (Verdrängung) nicht zu vernachlässigende Auftriebskräfte. Im Rahmen des Bauvorhabens Büngerstraße wurde die Auftriebssicherung von der bauausführenden Firma durch Querriegel, die senkrecht gegen den Verbau abgestützt werden, im Bereich der Auflagerbänke eingerichtet. Der Ausbau der Auftriebssicherung erfolgte nachdem der Flüssigboden in der ersten Lage bis über den Rohrscheitel eingebaut wurde und die Auftriebswirkung abgeklungen ist.

Abschottung mit plastischem Material im Bereich der letzten Muffe bis auf 30 cm über Rohscheitel

Abschotten des Verfüllbereiches

Vor der Lieferung des Flüssigbodens auf die Baustelle ist der Verfüllbereich einzugrenzen. Die letzte Rohrmuffe dient jeweils als Anlagepunkt, um hier die Rohrverlegung im darauffolgenden Bauabschnitt fortsetzen zu können. Deswegen wird im Bereich des zuletzt verlegten Rohres ein Querschott (quer zur Rohrachse) mit plastischem Material eingerichtet. Darüber hinaus werden sämtliche Öffnungen, über die Flüssigboden in den Kanal eindringen könnte, verschlossen oder bis über die Verfüllebene hochgebaut (Rohrende, seitliche Anschlüsse, Schachtunterteil).

Querschott durch eine Stahlplatte für eine Füllhöhe bis Erdplanum

Einbau des Flüssigbodens

Der Flüssigboden wird mit Fahrmischern in Mengen bis zu 8 m³ vom Mischwerk angeliefert. Um die Baustelle mit Flüssigboden zu versorgen, wurden ein bis zwei Mischfahrzeuge eingesetzt. Das Material sollte innerhalb von 90 Minuten nach der Herstellung der Mischung eingebaut werden. Verzögerungen führen zu einem Ansteifen des Materials bis hin zum Verlust der Fließfähigkeit. Entsprechend der Anwenderrichtlinie ist durch eine Bestimmung des Ausbreitmaßes vor dem Einfüllen des Flüssigbodens in den Rohrgraben die Materialkonsistenz zu überprüfen.

Das Einfüllen des Flüssigbodens erfolgt über Halbrohrschalen (Schütte). Um Rohrverschiebungen zu vermeiden, wird teilweise auch eine Verlängerung, bestehend aus einem Kunststoffrohr, eingesetzt. Die Verfüllzeit für 8 m³ Flüssigboden beträgt rund 10 bis 20 Minuten. Das Abklingen der Auftriebswirkung kann geprüft werden, indem beispielsweise durch einen Stab eine Vertiefung in die Oberfläche des Flüssigbodens ausgeführt wird. Zu dem Zeitpunkt, da der Flüssigboden nicht mehr nachfließt und die Vertiefung ausgleicht, kann mit dem Rückbau der Auftriebssicherung begonnen werden. Insbesondere während des Einbauprozesses des Flüssigbodens wird die Baustelle durch Bauzäune gegen unbefugtes Betreten sorgfältig gesichert. Der Rohrgrabenbereich wird weitestgehend freigehalten, um Stolperfallen zu vermeiden.

Ausbau der Auftriebssicherung nachdem Flüssigboden in der ersten Lage eingebaut wurde und die Auftriebswirkung abgeklungen ist.

Probennahme und Materialprüfungen

Baubegleitend wurden ergänzende Materialprüfungen durchgeführt. Das Prüfprogramm wurde auf Basis der ersten Praxiserfahrungen auf der Baustelle und einer Recherche zu Betreibererfahrungen mit Flüssigboden-Baustellen sowie der Eigen- und Fremdüberwachung des Systemanbieters zusammengestellt. Im Fokus der Materialprüfungen stehen dabei folgende Nachweise:

- geringe Wasserdurchlässigkeit des Flüssigbodens (kf-Wert < 10-9),
- beständiges Mischverhältnis der Flüssigbodenkomponenten,
- Festigkeitsentwicklung, auf Dauer tragfähig aber immer noch spatenlösbar.

Probenbehälter zur Bestimmung von Wasserdurchlässigkeit (kf-Wert) und Würfeldruckfestigkeit

Erste Baustellenerfahrungen

Aus den Beobachtungen und der Baustellendokumentation ergeben sich erste Hinweise für die Planung und Auschreibung von Kanalbaumaßnahmen unter Anwendung fließfähiger Bettungsmaterialien:

Planung und Ausschreibung: Die Bieterfirmen sollten Praxiserfahrungen zur Verarbeitung von Flüssigboden nachweisen. Eine Mindestanforderung sind Mitarbeiterschulungen beim Systemanbieter.

Die Anwenderrichtlinie und der Qualitätssicherungsplan des Systemanbieters sieht das rechtzeitige Ziehen des Verbaus innerhalb von 30 Minuten nach dem Einbau vor. Im Rahmen der Ausschreibung wurde festgelegt, dass der Verbau spätestens nach vier Stunden bis auf das Niveau der Verfüllung zu ziehen ist. Die Baufirmen sollten dies bei der Planung des Bauprozesses beachten und insbesondere bei der Preisbildung berücksichtigen. Hintergrund: Bei beengten Baufeldbedingungen, die ein seitliches Arbeiten von Baugeräten neben dem Rohrgraben kaum zulassen, kann eine Komplettverfüllung des Rohrgrabens mit Flüssigboden, über die Leitungszone hinaus, wirtschaftlich sein (Nebenangebot).

Vor diesem Hintergrund sollten die Bieterfirmen eine bautechnische Beschreibung der geplanten Vorgehensweise für den Verbau, die Auftriebssicherung, die Verfüllung und das Bodenmanagement sowie einen Qualitätssicherungsplan mit einem Prüfprogramm zur Eigen- und Fremdüberwachung vor Beginn der Baumaßnahme vorlegen. Die gewünschten Materialeigenschaften sollten durch Eignungsprüfungen nachgewiesen sein.

Zur späteren Materialidentifikation sollten Rezepturangaben bereits in den Ausschreibungsunterlagen angegeben werden. Darüber hinaus sollte die ausführende Baufirma auf der Baustelle Lieferscheine zu Herkunft, Rezeptur und Herstellungszeiten des Materials nachweisen können.

Zur Überwachung konstanter Materialeigenschaften sollte die Materialkonsistenz und das Fließverhalten in der Einführungsphase der neuen Flüssigboden-Technologie über den Versuch zum Ausbreitmaß zunächst auch auf der Baustelle bestimmt werden.

Neben der Statik für den Betriebszustand sind auch statische Nachweise für den Bauzustand zu führen, insbesondere zu den Einbaubelastungen durch Auftrieb.

Darüber hinaus ergeben sich aus den Beobachtungen und der Baustellendokumentation der Pilotbaustelle in der Büngerstraße Hinweise für die Überwachung von Kanalbaumaßnahmen unter Anwendung fließfähiger Bettungsmaterialien.

Bauüberwachung: Auf der Baustelle sollten mindestens stichprobenhaft folgende Aspekte überprüft werden:

- Baustellensicherung, Maßnahmen gegen unbefugtes Betreten der Baustelle und gegen Hineinfallen in den Rohrgraben.
- Durch den Verantwortlichen des Auftragnehmers auf der Baustelle sollte die Einbaudokumentation (Dokumente des Qualitätssicherungsplanes) ständig aktualisiert werden. Vorlage der Dokumente (Tagesbericht, Lieferscheine etc.) bei Baustellenbesuchen.
- Die Auftriebssicherung der Rohre sollte vor dem Verfüllen fertig gestellt und überprüft sein.
- Die Lagegenauigkeit der Rohre sollte baubegleitend kontinuierlich durch Spiegeln und Inaugenscheinnahme zeitnah überprüft werden.
- Die Einhaltung der Rohrummantelung von mehr als 30 cm sollte durch Inaugenscheinnahme und stichprobenhafte Messungen (Zollstock) überprüft werden.
- Die sorgfältige Abschottung der Verfüllbereiche ist rechtzeitig vor dem Beginn des Verfüllvorganges zu überprüfen.
- Zur Reduzierung von Setzungen ist das zeitnahe Ziehen des Verbaus anzustreben und dann im Bauablauf zu überprüfen
- Die Flüssigbodenkonsistenz und das Fließverhalten des Materials sollten durch Bestimmung des Ausbreitmaßes auf der Baustelle überwacht werden.
- Das Spülwasser zur Reinigung des Fahrmischers sollte nicht in den frisch verfüllten Rohrgraben abgelassen werden. Die dadurch verursachte Verdünnung des Materials trägt zur Rissbildung bei.

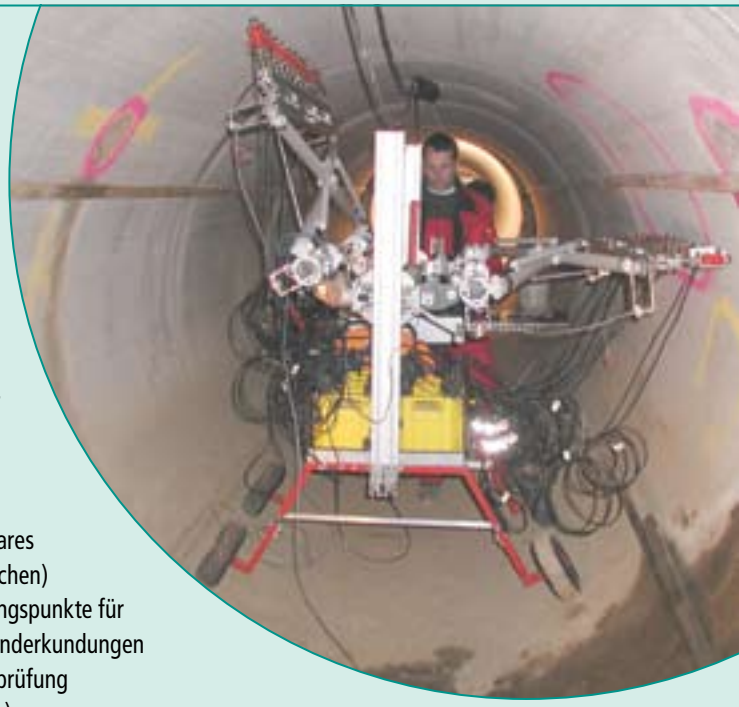
Im Rahmen des SEBD-Projektes ist eine weitere IKT-Begleitung für Kanalbaumaßnahmen unter Einsatz von fließfähigen Bettungsmitteln vorgesehen. Im Ergebnis werden Empfehlungen für die Ausschreibung und Überwachung von Kanalbaumaßnahmen mit fließfähigen Bettungsmitteln erarbeitet.

Literatur

[1] Triantafyllidis, T.; Bosseler, B.; Arsic, I.; Liebscher, M.: „Einsatz von Bettungs- und Verfüllmaterialien im Rohrleitungsbau – Laboruntersuchungen und Versuche im Maßstab 1:1", Forschungsbericht Ruhr-Universität Bochum und IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), 2006. Download: **www.ikt.de**

Quelle: IKT-eNewsletter April 2007

Dem Unsichtbaren auf der Spur



Geophysikalische Messverfahren gewinnen im Bereich des unterirdischen Leitungsbaus zunehmend an Bedeutung. Sie können sinnvoll sowohl zur Trassenvorerkundung bei Neu-baumaßnahmen als auch zur Untersuchung bestehender Kanäle und Leitungen im Vorfeld der Sanierungsplanung eingesetzt werden.

Die Auswahl eines Sanierungsverfahrens, z.B. einer Linersanierung oder Erneuerungsmaßnahme, basiert bisher häufig allein auf den Ergebnissen der optischen Inspektion. Darüber hinaus liegen bei älteren Kanälen aus Ortbeton oder Stahlbeton in den Kanalkatastern nicht immer Aufzeichnungen über ausgeführte Wanddicken oder eingelegte Bewehrungslagen vor. Weitergehende Informationen über den Zustand des Kanalbauwerkes und des umgebenden Bodenkörpers werden zur Planung von Sanierungsmaßnahmen lediglich in Einzelfällen durch Kernbohrungen bzw. Sondierungen punktuell gewonnen. Zur wirklichkeitsnahen Einschätzung von Standsicherheit und Schadensbild des Bauwerks sind jedoch Anomalien, Lagerungsdefekte und Hohlräume in der Leitungszone oder Fehlstellen im Rohrkörper in die Beurteilung einzubeziehen, da sie die Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Rohr-Boden-Systems entscheidend beeinflussen. Nur so kann sich der Netzbetreiber vor kostspieligen Fehlentscheidungen, z.B. bei der Wahl der Sanierungspriorität (vgl. [1]) und des Sanierungsverfahrens, zuverlässig schützen.

Der Einsatz geophysikalischer Messverfahren bietet sich beispielsweise an für eine:

- Schadensanalyse (unsichtbares Schadensausmaß und Ursachen)
- Festlegung der Untersuchungspunkte für bodenmechanische Baugrunderkundungen und zerstörende Bauwerksprüfung (Lage von Inhomogenitäten)
- Überprüfung der Standsicherheit (Eingangsparameter für die Statik).

Die Geophysik kennt eine Vielzahl unterschiedlicher Messverfahren. Im Anwendungsbereich des unterirdischen Leitungsbaus ist das Georadarverfahren ein bereits bekanntes, erfolgreich erprobtes Messverfahren. Neben dem Georadar existiert eine Reihe weiterer Verfahren, die im Bereich des unterirdischen Leitungsbaus zweckmäßig angewendet werden können. Das Know-how über die Anwendung geophysikalischer Verfahren ist jedoch nicht weit verbreitet. Zur Festlegung einheitlicher Anforderungen an die Durchführung und Auswertung geophysikalischer Untersuchungen der Umgebung erdverlegter Leitungen wird aktuell durch die DWA–Arbeitsgruppe ES-8.13 „Detektion von Lagerungsdefekten" ein Merkblatt erarbeitet (vgl. [2]).

Die Möglichkeiten der Weiterentwicklung bzw. Adaption von geophysikalischen Messverfahren zur zerstörungsfreien Aufnahme von Schäden hinter der Kanalinnenwand bei der Inspektion von Abwasserkanälen und –leitungen wurde von der HOCHTIEF Construction AG, GS CEW, Köln, der DMT GmbH, Exploration & Geosurvey, Essen und dem IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen gemeinsam im Auftrag der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR untersucht [3]. Gefördert wurde das Vorhaben durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Es wurden sowohl Untersuchungen in einer Versuchsstrecke mit bekannten Anomalien zur Auswahl und Kalibrierung der am Markt verfügbaren Messverfahren als auch praktische Einsätze im Kanalnetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR durchgeführt. Ziel war es, die heute verbreiteten Untersuchungsmethoden, wie die optische Inspektion oder Sondierung des Baugrundes, durch den Einsatz geophysikalischer Methoden in wirtschaftlich sinnvoller Weise zu ergänzen und damit die Aussagekraft der Zustandserfassung mit Blick auf die Sanierungsplanung zu erhöhen.

IKT-Versuchsstrecke

Im ersten Schritt wurde auf dem Gelände des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen ein 40 m langer begehbarer unterirdischer Kanal erstellt (Bild 1). Diese Versuchsstrecke besteht aus Ortbeton- bzw. Mauerwerksabschnitten mit Eiprofil der Nennweite DN 2000/1800 sowie werksgefertigten Stahlbetonrohren der Nennweite DN 2200 für den Rohrvortrieb bzw. die offene Verlegung. Die Begehbarkeit der Versuchsstrecke ermöglichte

die Erprobung der geophysikalischen Messtechniken, ohne zuvor eine aufwendige Miniaturisierung der Geräte vornehmen zu müssen.

Bild1: Versuchsstrecke auf dem Gelände des IKT: vor Bodeneinbau und Überschüttung

Das Bauwerk wurde unter anderem mit definierten Betonqualitäten und Wanddicken, verschiedenen Fugen- und Dichtungsbändern sowie simulierten Betonschäden, wie zum Beispiel Kiesnester oder Risse, hergestellt. Die Bodenbereiche, die den Kanal umgeben, haben planmäßig Zonen unterschiedlicher Verdichtung und wechselnde Bodenarten. Darüber hinaus wurden Anomalien, wie zum Beispiel Findlinge, Hohlräume (Polystyrol-Körper) und Verbauelemente, eingebaut, eingemessen und kartiert (Bild 2 und 3).

So wurden in der Versuchsstrecke vielfältige Randbedingungen eines in offener Bauweise erstellten Kanals gezielt nachempfunden.

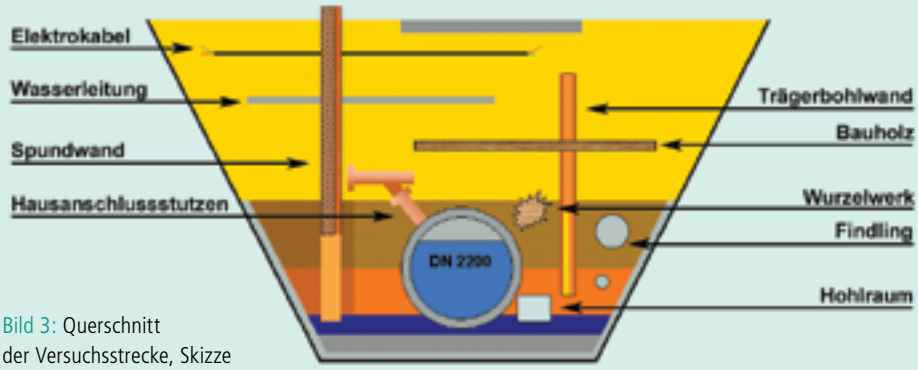


Bild 3: Querschnitt der Versuchsstrecke, Skizze

In der Versuchshaltung wurden im Inneren des Kanals Verfahrenskombinationen aus Seismik, Georadar, Bohrlochgeophysik und Impact-Echomessungen sowie die Verfahren Gravimetrie, Elektromagnetik und Thermographie eingesetzt. Darüber hinaus kamen von der Erdoberfläche die Verfahren Seismik, Geoelektrik und seismische Tomographie zur Anwendung. Anhand des bekannten Rohr-Boden-Systems einschließlich Anomalien (Bild 2) konnten die Verfahren auf ihre Eignung zur Beschreibung der Kanalgeometrie, der Werkstoffeigenschaften und der Bettungssituation gezielt getestet werden. Um Störzonen oder Anomalien zu erkennen, müssen deren physikalischen Eigenschaften, wie zum Beispiel Leitfähigkeit oder Permeabilität, von den Eigenschaften der unmittelbaren Umgebung abweichen. Die Auswertung der Messungen in der Versuchsstrecke zeigte, dass alternativ zu einer Untersuchung der Leitungszone von der Geländeoberfläche – abhängig von der Fragestellung – eine Erkundung aus dem Kanal heraus zweckmäßig ist, da die eingesetzten Messverfahren im Nahbereich die höchste Auflösung haben. Mögliche Störzonen und Anomalien in der Kanalumgebung oder das Kanalbauwerk selbst können so besser untersucht werden.

Die Messverfahren Georadar, Seismik, seismische Tomographie sowie Impact-Echo konnten in der Versuchsstrecke die vorgegebenen Untersuchungsziele am effektivsten erreichen und boten sich somit für einen In-situ-Einsatz an. Für eine Untersuchung des Kanalbauwerkes selbst eignete sich dabei besonders das Verfahren Georadar in Kombination mit Impact-Echo. So konnten Wanddicke und Wandaufbau sowie die einliegenden Bewehrungslagen, Fugen- und Dichtungsbänder sowie Fehlstellen im Beton erfolgreich lokalisiert werden. Bei der Erkundung der Kanalumgebung aus dem Kanal heraus und von der Geländeoberfläche aus konnten gute Ergebnisse insbesondere durch eine Kombination der Verfahren Georadar, Seismik und seismische Tomographie erzielt werden. Alle im Bereich des Leitungsgrabens eingebauten Anomalien wurden mit mindestens einem der eingesetzten Verfahren erkannt. Hohlräume hinter der Kanalwand konnten ebenso erkannt werden wie inhomogene Verfüllmaterialien. Grundsätzlich ist es möglich, Bereiche abzugrenzen, in denen sicher keine Anomalien zu erwarten sind und damit für den Auftraggeber einer Kanalbaumaßnahme nur ein geringes „Baugrundrisiko" besteht.

Bild 2: Einbau verschiedener Bodenarten und Anomalien in der Versuchshaltung

(1) Wechselnde Bodenarten; (2) Spundwand parallel zum Kanal (rechts); (3) Einbau von bindigem Bodenmaterial in der Leitungszone; (4) Hohlraum (Polystyrol-Körper) unmittelbar an der Kanalaußenwand; (5) Einbau einer Trägerbohlwand in der Kanalumgebung; (6) Findling in der Kanalumgebung

Sämtliche Erfahrungen wurden an dem relativ komplexen Untersuchungsgegenstand eines dickwandigen Kanals aus Mauerwerk, Beton und Stahlbeton gewonnen. Bei anderen Rohrwerkstoffen und geringeren Wandstärken ist davon auszugehen, das auch weitere, andere Messverfahren aussagekräftige Ergebnisse liefern können. Der in der Versuchsstrecke eingesetzte Systemträger wurde fortlaufend so weiter entwickelt, dass er auch bei den anschließenden Messungen während des In-situ-Einsatzes verwendet werden konnte (Bild 4).

Bild 4: Mobiler Systemträger (DMT) mit Instrumentierung zur seismischen Messung in der Versuchsstrecke

In-situ Einsatz

Der neu entwickelte Systemträger wurde erstmals unter In-situ-Bedingungen im Kanalnetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR in den Sammlern „Brück-Rath" und „Ostmerheim" eingesetzt [4]. Bei beiden Sammlern handelt es sich um begehbare Ortbetonkanäle. Im Bereich des Sammlers „Brück-Rath" sollte zunächst die Praktikabilität und Zuverlässigkeit der Verfahren grundsätzlich überprüft werden. Dazu wurden die Leitungszone und die Überschüttung eines vorhandenen Kanals erkundet und die Ergebnisse für die Bauplanung eines Regenüberlaufbauwerkes am selben Ort herangezogen. Während der anschließenden Aufgrabung konnten dann die Erkundungsergebnisse auch mit den tatsächlichen Baugrundverhältnissen verglichen werden. Der Sammler „Ostmerheim" sollte in geringem Abstand mittels Microtunneling unterfahren werden. In diesem Fall war festzustellen, ob in der Kanalumgebung und hier vor allem im Bereich eines Einsteigschachtes mit Vortriebshindernissen, wie Verbau- und Schalungsresten, zu rechnen ist. Die Untersuchungen wurden bei Trockenwetterabfluss durchgeführt und der Kanal wurde vorher gereinigt.

Untersuchung des Sammlers „Brück-Rath"

Für die Untersuchung des Kanalbauwerks und der Kanalumgebung des Sammlers „Brück-Rath" wurden die Verfahren Seismik, Georadar und seismische Tomographie ausgewählt. Bei den Messungen im Kanal kam der mobile Systemträger, der ein zügiges und zerstörungsfreies Abtasten der Kanalwand ermöglichte, zum Einsatz (Bild 4).

Die seismischen Messungen wurden entlang von zwei Messlinien, jeweils 60 cm in linker und rechter Umfangsrichtung vom Rohrscheitel entfernt, durchgeführt. Dabei wurden zwölf akkubetriebene, 2-kanalige „Summit-Boxen" und 24 Geophone mit einem Geophonabstand von 12 cm verwendet. Als Schlagquelle diente ein 4 kg Hammer mit piezoelektrischer Keramik als Impulsgeber bei einem Schlagpunktabstand von 60 cm. Die Messdaten wurden von einem Mess-PC direkt am Systemträger aufgezeichnet. Die Auswertung der seismischen Messungen zeigt Reflexionen, die möglichen Auflockerungszonen, verfestigten Bereichen, Hohlräumen oder Findlingen zuzuordnen sind. Aus der Reflexionslaufzeit und der Wellengeschwindigkeit können die Tiefenlage und qualitativ die Lagerungsdichte bestimmt werden. Eine weitere Charakterisierung der erkannten Anomalien ist anhand des Reflexionsbildes allein nicht möglich. Insgesamt wurden alle erkannten Anomalien als relativ schwach eingestuft.

Entlang einer 34 m langen Messlinie im Kanal oberhalb des Kämpfers wurden weiterhin Georadarmessungen mit Frequenzen zwischen 225 MHz und 450 MHz zur Erkundung des Kanalbauwerks durchgeführt. Neben den Längsprofilen (vgl. Bild 5) wurden auch Umfangsprofile oberhalb des Trockenwetterabflusses vermessen.

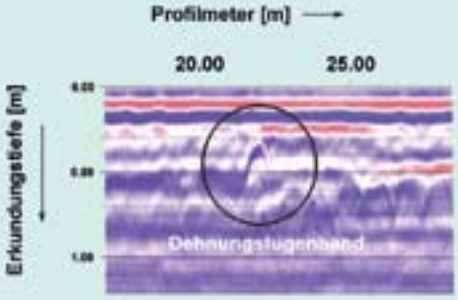


Bild 5: Radargramm (225 MHz) mit Reflexionshyperbel aufgrund eines Dehnungsfugenbandes

Der in Bild 5 dargestellte Ausschnitt eines Radargramms zwischen den Profilmetern 20.00 und 25.00 zeigt deutlich die für ein Dehnungsfugenband typische Reflexionshyperbel. Die Georaduntersuchung wurden im Frequenzbereich zwischen 225 MHz und 450 MHz durchgeführt, um eine ausreichende Auflösung sicherzustellen. Weitergehende Informationen über die Kanalumgebung sind bei der hier vorgefundenen Wanddicke von bis zu 0,7 m nur mit deutlich niedrigeren Frequenzen, allerdings dann mit schlechterer Auflösung, zu erzielen.

Bild 6: Tomographische Messung im Abwassernetz der Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

Bei Anwendung der seismischen Tomographie wurden 30 akkubetriebene, 2-kanalige „Summit-Boxen" und 60 Geophone an der Geländeoberfläche mit einem Geophonabstand von 60 cm eingesetzt. Als Schlagquelle diente ein 4 kg Hammer mit piezoelektrischer Keramik als Impulsgeber bei einem Schlagpunktabstand von 60 cm.

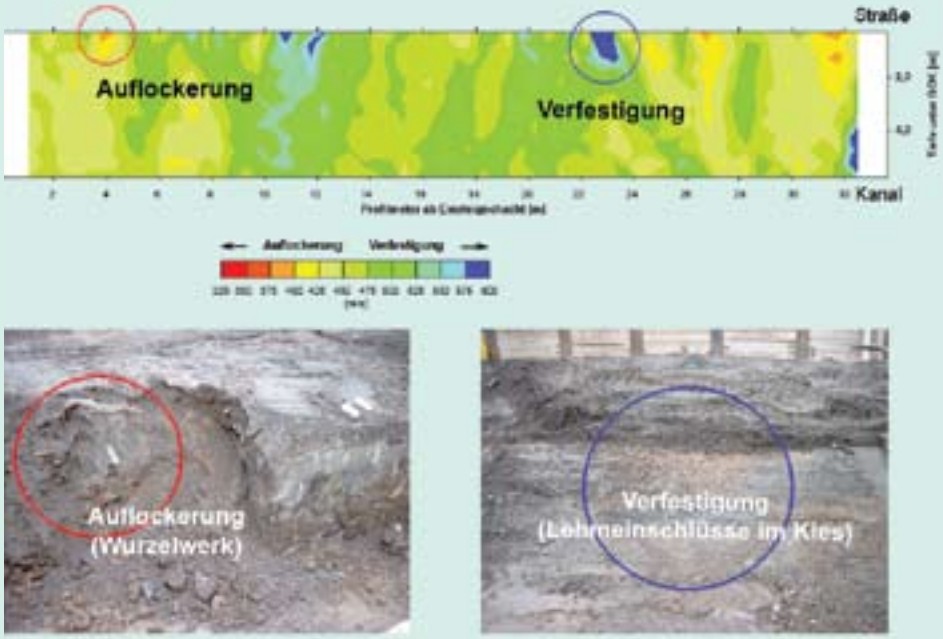


Bild 7: Beispiel für die Geschwindigkeitsverteilung der seismischen P-Wellen mit erkannten und bestätigten Anomaliebereichen

Bild 7 zeigt beispielhaft die mit seismischer Tomographie erkundete Kanalumgebung des Sammlers „Brück-Rath". Die mittlere Geschwindigkeit der dargestellten seismischen P-Wellen liegt bei ca. 500 m/s. Bereiche, an denen der lokale Geschwindigkeitswert um mehr als 10 bis 15 % von der mittleren Geschwindigkeit abweicht, sind farblich unterschieden. Die Bereiche mit relativ hoher seismischer Geschwindigkeit deuten auf eine Verfestigung des Untergrundes oder zum Beispiel einen Findling hin. Die Bereiche mit relativ geringer seismischer Geschwindigkeit deuten auf eine Auflockerung oder einen Hohlraum hin.

Zur Auswertung der sich entlang der Oberfläche des Kanalbauwerks ausbreitenden Wellen (Oberflächenwellen), die nur eine geringe Eindringtiefe aufweisen, wurden die Messdaten einer weiteren seismischen Untersuchung gezielt gefiltert. Bei dieser Messung wurden die seismischen Wellen an der Erdoberfläche mit einem 4 kg Hammer erzeugt und die gleichen Messapparaturen verwendet, wie bei der Messung mittels seismischer Tomographie.

Mit Hilfe einer Geschwindigkeitsanalyse der Oberflächenwellen kann die Tiefenlage eines erkannten Verdachtsbereiches abgeschätzt werden. Die Bedeutung als Anomalie wird statistisch aus den Messergebnissen abgeleitet. Die Analyse der Oberflächenwellen bestätigte die Messergebnisse aus der seismischen Tomographie.

Aufbauend auf den Ergebnissen der geophysikalischen Erkundung wurden Sondierungen lediglich in Bereichen mit relativ großen erkennbaren Änderungen in den Messdaten durchgeführt. Auf einer Kanallänge von 32 m reichten fünf Rammsondierungen aus, um ein genaues Bild der Kanalumgebung zu erhalten. Die Ergebnisse der Rammsondierungen bestätigten ebenso wie die durchgeführten Aufgrabungen, dass es sich bei den durch geophysikalische Messungen identifizierten Verdachtsbereichen nur um schwache Anomalien handelte, wie zum Beispiel Wurzelwerk und bindiges Bodenmaterial (vgl. Bild 7). Bei der späteren Aufgrabung wurden in den Messquerschnitten nur Anomalien entdeckt, die bereits vorher mit den geophysikalischen Messungen erkannt worden waren.

Untersuchung des Sammlers „Ostmerheim"

Bei der Untersuchung des Sammlers „Ostmerheim" sollten insbesondere Informationen über den Wandaufbau und die Umgebung eines Einsteigschachtes gewonnen werden. Dazu wurde der Einsteigschacht mit Georadar in Frequenzen zwischen 225 MHz und 1200 MHz untersucht.

Mit dem Impact-Echo-Verfahren wurden sowohl Messungen im Einsteigschacht als auch im Kanal durchgeführt.

Die Georadarmessungen lieferten zerstörungsfrei eine erste Aussage zur Wanddicke des Einsteigschachtes. Die für einen Bewehrungsstahl typischen Reflexionen traten nicht auf. Daraus wurde abgeleitet, dass es sich um ein unbewehrtes Ortbetonbauwerk handelt. Auch das Vorhandensein von Verbauresten im Boden konnte ausgeschlossen werden. Während die Wanddickenwerte aus dem Impact-Echo-Verfahren im Detail von den Radarergebnissen abwichen, bestätigten sich die Annahme einer Bauwerksumgebung ohne Verbaureste. Zwischenzeitlich konnte der auf dieser Basis freigegebene Rohrvortrieb erfolgreich abgeschlossen werden.

Fazit

Die Auswahl eines wirtschaftlichen Verfahrens zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen erfordert häufig weitgehende Informationen zum Zustand des Rohr-Boden-Systems, die allein eine optische Inspektion oder punktuelle Sondierungen nicht liefern können. Geophysikalische Messverfahren stellen hier eine sinnvolle Ergänzung dar. Aus den dargestellten Untersuchungen lässt sich das folgende Fazit ziehen:

- Von den in der IKT-Versuchsstrecke erprobten Messverfahren waren insbesondere die Verfahren Seismik, Georadar und Impact-Echo in Kombination für den Einsatz im Kanalbauwerk geeignet. Ergänzend erlaubt die seismische Tomographie weitergehende Aussagen über Messquerschnitte zwischen Erdoberfläche und Kanal. Grundsätzlich können somit hinter der Kanalwand liegende Hohlräume, inhomogene Bodenverhältnisse oder Verbaureste in der Kanalumgebung erkannt und lokalisiert werden. Ihre Anwendungsgrenzen finden die Messverfahren in der Regel dann, wenn der zu untersuchende Kanal im Grundwasser liegt.
- Abhängig von der jeweiligen Problemstellung reicht gegebenenfalls der Einsatz weniger Messverfahren aus, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Ein Beispiel ist der dargestellte In-situ-Einsatz zur Erkennung von Verbauresten mit Hilfe des Georadar- und Impact-Echo-Verfahrens.

- Der Erfolg einer Messkampagne hängt grundsätzlich davon ab, ob ein messbarer Unterschied zwischen den physikalischen Eigenschaften einer Störzone oder Anomalie und vergleichsweise ungestörten Bereichen vorliegt. Bei einer Messung im Inneren eines Abwasserkanals kann das Messergebnis wesentlich durch den Rohrwerkstoff beeinflusst werden. Die in der Versuchsstrecke verbauten Materialien (Mauerwerk, Beton und Stahlbeton) erschweren insbesondere den Einsatz von Verfahren, die auf der Messung des elektrischen Widerstandes beruhen (zum Beispiel Geoelektrik). Ein Einsatz bei anderen Rohrwerkstoffen (zum Beispiel Kunststoff) kann dennoch möglich sein.
- Die Untersuchung von Kanälen mit geophysikalischen Methoden erfordert ein spezifisches Know-how. Dies gilt insbesondere für die Planung der Messungen und die Interpretation der Ergebnisse. Entsprechende Standards für die Durchführung und Auswertung geophysikalischer Untersuchungen werden derzeit unter der Federführung der DWA erarbeitet (vgl. [2]).

Im Rahmen des beschriebenen Vorhabens wurden zahlreiche der am Markt verbreiteten, geophysikalischen Erkundungsverfahren sowohl in einer begehbaren Versuchsstrecke als auch im Kanalnetz eingesetzt. Die Untersuchungsergebnisse unterstützen aber nicht nur die Auswahl zuverlässiger Methoden für den Einsatz in begehbaren Kanälen, sondern bieten darüber hinaus Perspektiven für die Weiterentwicklung und Miniaturisierung der Gerätetechnik für den nichtbegehbaren Bereich.

Quelle: Gemeinsam von Gordziel, W., Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR, Redmann, A., IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Lehmann, B., DMT GmbH, Kabbe, T., HOCHTIEF Construction AG, unter dem Titel „Geophysikalische Methoden zur Erkundung der Kanalbettung und - umgebung" veröffentlicht in der „tis Tiefbau Ingenieur Straßenbau 10/2004".

Literatur

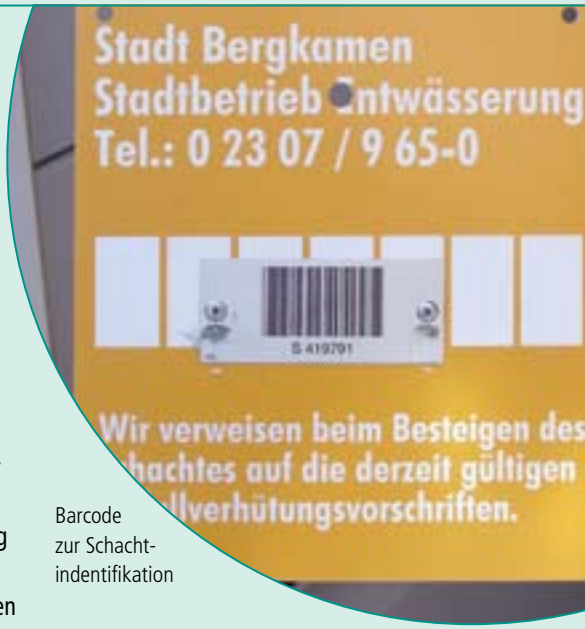
[1] Merkblatt M 149: Zustandserfassung , -klassifizierung und -bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), April 1999.

[2] Detektion von Lagerungsdefekten und Hohlräumen in der Umgebung erdverlegter Abwasserkanäle, Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-8.13 (vormals ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-5.8), KA – Abwasser, Abfall 2003 (50) Nr. 5.

[3] Ergebnisse über die geophysikalischen Untersuchungen in einer Versuchsstrecke (begehbarer Kanal) auf dem IKT-Gelände in Gelsenkirchen im Rahmen des Forschungsvorhabens „Quantitative Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen mittels geophysikalischer Verfahren" des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), Dezember 2001.

[4] Ergebnisbericht über die geophysikalischen Untersuchungen im Bereich der Olpener Strasse / Ostmerheimer Straße (Köln) im Rahmen des Forschungsvorhabens „Quantitative Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen mittels geophysikalischer Verfahren" des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), Dezember 2002.

Kanäle intelligent reinigen in Bergkamen



Barcode zur Schacht-indentifikation

Der Stadtbetrieb Entwässerung Bergkamen verfolgt bereits seit einigen Jahren ein innovatives Konzept zur „Bedarfsorientierten Kanalreinigung". Statt das ganze Netz wie früher regelmäßig komplett zu spülen, wird eine vorausschauende, „intelligente" Reinigung mit variablen Intervallen angestrebt. So können Kosten gespart werden und gleichzeitig wächst das Betriebswissen, um im Falle von Störungen wie Kanalverstopfungen schnell und richtig zu reagieren.

IKT hilft bei Konzeptentwicklung und -einführung

Mit dem Ziel die Abläufe in der Kanalreinigung zu optimieren und verstärkt in Abhängigkeit der Verschmutzungssituation zu organisieren, hat der SEB Stadtbetrieb Entwässerung Bergkamen das IKT beauftragt, die Einführung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie zu begleiten.

Seit dem Jahr 2003 läuft die Zusammenarbeit und inzwischen hat der SEB die Kanalreinigung bereits komplett bedarfsorientiert organisiert. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde im Jahr 2003 zunächst das bisherige Vorgehen ermittelt:

- Reinigungskosten,
- Reinigungsplanung,
- Datenfluss,
- Eigenleistungen,
- Betriebserfahrungen,
- Fremdvergabe und weiteres.

Dabei wurden vom IKT Interviews mit den Mitarbeitern des Kanalbetriebes durchgeführt und deren Tätigkeiten und Erfahrungen bezüglich der Kanalreinigung erfasst und analysiert. Darüber hinaus wurden Berichtsdokumente ausgewertet. Auf dieser Basis entwickelten die IKT-Forscher ein Konzept zur Einführung der bedarfsorientierten Reinigungsplanung.

Pragmatische Lösungen gefunden

Grundprinzip der neuen Reinigungsstrategie ist es, den Aufwand im Bereich systematischer Netzreinigung zu senken und im Gegenzug gezielte Inspektionen für die Bedarfsermittlung durchzuführen. Wesentliches Konzeptelement war dabei die Ermittlung von Ablagerungsdaten im Rahmen der Schachtinspektionen, die sowieso zu den Aufgaben des Kanalbetriebes zählen.

Einsatz einer Schacht-Zoom-Kamera

Die Neuorganisation und Aufwertung der Schachtinspektionen für die Bewertung der Ablagerungssituation wurde durch das IKT unterstützt und begleitet. Dabei wurden für die Konzepteinführung und die neuen Tätigkeiten der Betriebsmitarbeiter des SEB konkrete Arbeitshinweise entwickelt. Das Konzept des SEB sieht vor, die Schachtinspektionen, die gesetzlich (nach DWA – M 174) sowieso alle zwei Jahre durchzuführen sind, zu nutzen, um die Ablagerungssituation im Kanalnetz gleich mitzubewerten. Durch den Einsatz einer speziellen Schacht-Zoom-Kamera können die Ablagerungen in den Kanalhaltungen gefilmt und der tatsächliche Reinigungsbedarf bestimmt werden. So können in vielen Fällen teure Reinigungseinsätze eingespart werden.

Eigenes Personal sichert Betriebssicherheit

Dabei werden diese gewinnbringenden Betriebserfahrungen durch eigenes Personal des Baubetriebshofes gesammelt und mit Hilfe von neu eingeführten Tablet-PCs protokolliert. So ist ein direkter Datenfluss für die Planung der Reinigungsarbeiten sichergestellt. Nachdem der tatsächliche Spülbedarf auf der Grundlage der Schachtinspektionen ermittelt wurde, bestimmen Aspekte der Reinigungsqualität und auch der Betriebssicherheit den bedarfsorientierten Spülplan. Im Ergebnis können die Spülintervalle an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden. Durch die bedarfsorientierte Spülplanung entsteht eine Historie zum Kanalnetz Bergkamen, welche sich auf eigenes Betriebswissen stützt und ständig fortgeschrieben wird.

Informationen können vor Ort erfasst werden

So werden Kosten bei der Unterhaltungsreinigung des Kanalnetzes eingespart – bei gleich bleibender Reinigungsqualität und Entsorgungssicherheit. Darüber hinaus wurde dadurch ein Mitarbeiterteam beim SEB aufgestellt, das Bedarf und Anforderungen für die Kanalreinigung fortlaufend erkennt und sich selbstverantwortlich darauf einstellt.

Das Bergkamener Vorgehen im Überblick

1 Reinigungsbedarf erkennen

- Einsatz einer Schachtkamera zur Ablagerungserkennung in den Haltungen
- Inaugenscheinnahme von Kanälen und Schächten
- Erfassung von Kanalablagerungen im Zuge der Schachtinspektionen durch eigenes Personal
- Dokumentation von Störfällen
- Aufbau von Netzkenntnissen

2 Ablagerungsdaten bewerten

- Analyse der vorhandenen EDV Ausstattung
- Digitale Erfassung der Ablagerungsdaten mit Tablet-PCs
- Bewertung der Daten zur Ermittlung des tatsächlichen Spülbedarfs
- Automatisierter Datenfluss zwischen SEB und Mitarbeitern des Baubetriebshofes BBH

3 Reinigungsfirmen steuern

- Controlling der Leistungen privater Reinigungsfirmen im Hinblick auf Ausführungsqualität, Termintreue und Rechnungsprüfung
- Soll/Ist-Vergleiche sowie Nachinspektionen über durchgeführte Reinigungsmaßnahmen
- Melde- und Berichtspflicht des Dienstleisters
- Einloggen bei Bauwerken (Schächte, Sonderbauwerke) mit Handheld-Geräten zur Quittierung von Leistungen

4 Reinigungsplan fortschreiben

- Kontinuierliche Anpassung des Spülplanes an den tatsächlich festgestellten Reinigungsbedarf auf Basis der Ablagerungsdaten
- Ergänzung des Spülplanes durch Stammdaten und Betriebswissen
- Zusammenstellung von Spülaufträgen zur Unterhaltungsreinigung aus visualisierten Daten
- Auftragsübergabe bedarfsorientierter „Reinigungspakete" an den Dienstleister

Weitere Informationen zu den IKT-Leistungen „Kanalreinigung" finden sich im Internet: **www.ikt.de/consult**

Bergkamener Konzept weckt Interesse

Das Thema Bedarfsorientierte Kanalreinigung wird von Kanalnetzbetreibern bundesweit immer stärker diskutiert. So wurde das Bergkamener Konzept interessierten Kanalnetzbetrieben auf einem Workshop im Rahmen des vom NRW-Umweltministerium geförderten IKT-Forschungsprojektes zur „Bedarfsorientierten Kanalreinigung" vorgestellt. Das SEB-Konzept ist wegweisend für Netzbetreiber mit vergleichbarem Betriebsprofil. Im Rahmen des Forschungsprojektes wird das IKT die Bergkamener Erfahrungen bündeln und zum Nutzen anderer Betreiber im Detail vorstellen.

IKT-Workshop „Kanalablagerungen erkennen und bewerten" im März 2006

Kosten sparen – ohne Qualitätseinbußen

Kanalablagerungen bis hin zu Verstopfung und Gestank können den Bürger empfindlich belästigen. Deswegen ist die Kanalreinigung eine zentrale Aufgabe im Kanalbetrieb. Sie bindet jedoch auch einen beträchtlichen Anteil des Budgets. Die Bergkamener Erfahrungen zeigen jedoch, dass hier deutliche Kostensenkungen möglich sind - ohne Qualitätseinbußen oder Rechtsunsicherheiten in Kauf zu nehmen. Denn in der Regel werden bundesweit die Kanalnetze in festen Zeitintervallen unabhängig vom Verschmutzungsgrad komplett gereinigt. Bei diesem „statischen" Vorgehen werden oft auch Kanäle gereinigt, ohne das ein echter Bedarf vorliegt. Neue Konzepte der Bedarfsorientierten Kanalreinigung setzen darauf den blinden Geräteeinsatz durch konsequente Nutzung von Betriebserfahrungen zu minimieren.

Quelle: IKT-eNewsletter März 2007

Was leisten Düse und Reinigungsfahrzeug?

Das Praxistag-Team
beim Detmolder Praxistag Kanalreinigung

Das IKT bietet Netzbetreibern Schulungen für den effizienten Mitteleinsatz in der Kanalreinigung. Kanalbetriebe trafen sich mit dem IKT, um die Betriebserfahrungen zu Fahrzeugen, Pumpen, Schläuchen und Düsen im Rahmen eines Praxistages Kanalreinigung auszutauschen.

Praxistag für Praktiker

Der erste Praxistag fand auf dem Zentralen Betriebshof in Marl statt. Dort trafen sich die Kanalbetriebe Marl, Haltern und Oer-Erkenschwick. Nach dem die Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH im IKT-eNewsletter über den Praxistag Kanalreinigung in Marl gelesen hat, stand in Bremerhaven sofort fest: „Das ist auch für unseren Betrieb spannend!" Also packten IKT-Mitarbeiter ihre Messgeräte zusammen und fuhren zu einem Praxistag Kanalreinigung gen Norden. Die Netzbetreiber aus Emmerich, Wesel, Lage, Bad Salzuflen, Lemgo und Detmold nahmen an weiteren Praxistagen teil. Insgesamt hat das IKT 16 Fahrzeuge einschließlich der fahrzeugeigenen HD-Düsen getestet. Je Fahrzeug fanden bis zu sieben Messungen statt.

Links: Vorbereitung der Messungen
Rechts: Reinigungsfahrzeuge im Test

Die Kanalbetriebe hatten die Notwendigkeit erkannt, Leistungskennwerte von Fahrzeugen, Pumpen, Schläuchen und Düsen zu erfassen und zu analysieren. Das IKT unterstützte mit einem Messprogramm zur Druck- und Durchflussmessung, um die tatsächliche Leistung der Reinigungsfahrzeuge zu erfassen und Verluste realistisch abschätzen zu können.

Möglich sind Reibungsverluste im Bereich der Leitungen am Fahrzeug und im Schlauch. Messungen der Betriebsparameter Druck und Durchfluss mit einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät (MID) und einem digitalen Manometer kurz vor der HD-Düse geben Auskunft, wie viel Leistung zur Kanalreinigung tatsächlich an der Düse zur Verfügung steht. Darüber hinaus haben die Praktiker überprüft, wie gut die Düseneinsätze auf Pumpenleistung und Schlauch abgestimmt sind.

Erfahrungsaustausch und Sicherheitsschulung

Im Ergebnis wurden wertvolle Anhaltspunkte für Leistungsoptimierungen und Einsparungen bei Betriebsstoffen erkennbar. Ergänzende Hinweise zur Arbeitsvorbereitung und Arbeitssicherheit während des Reinigungsbetriebs wurden von den Beteiligten aktiv diskutiert.

Mitarbeiterschulung

Zusammengefasst sind dies die Diskussionspunkte der Praxistage:

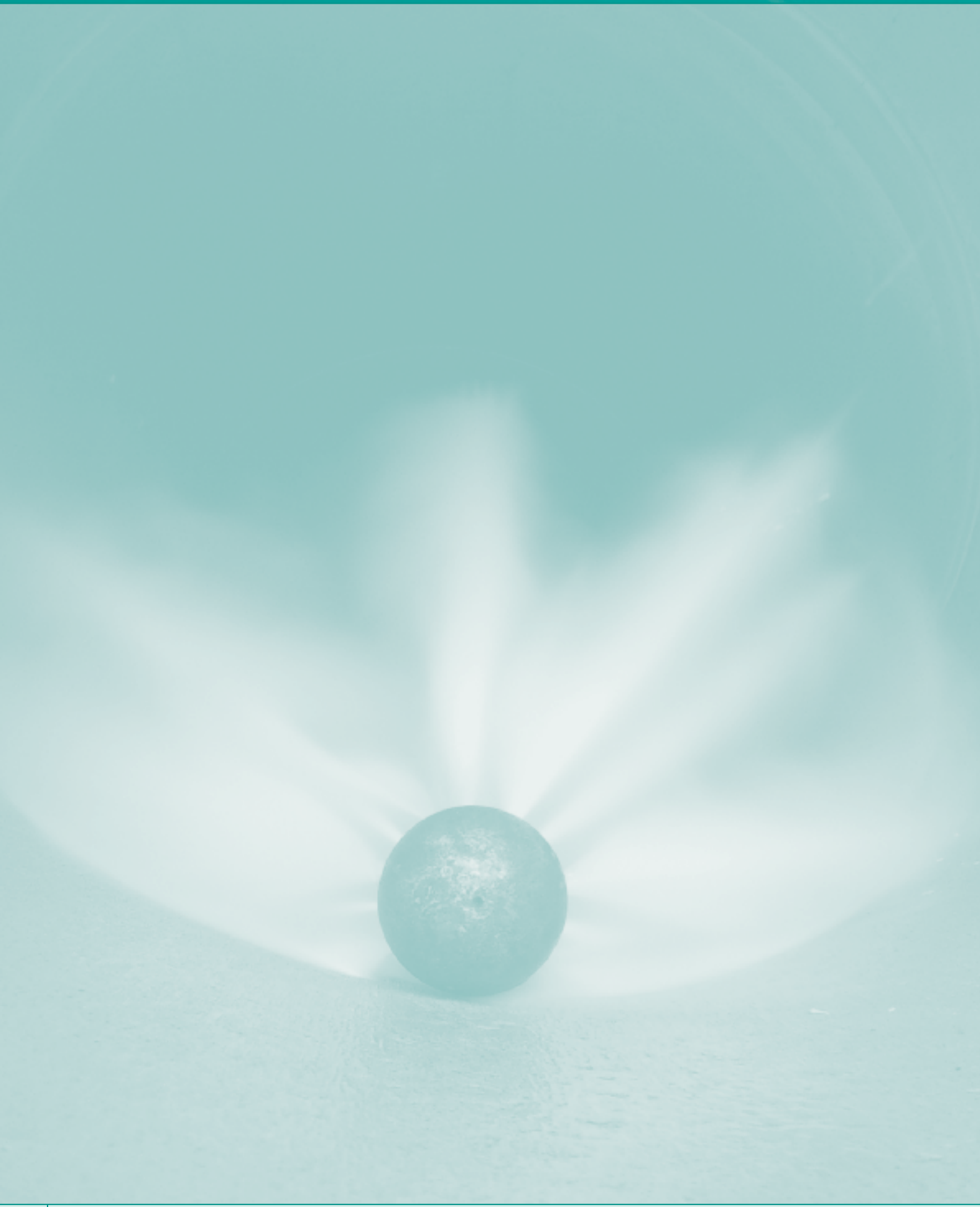
- Einsparen von Betriebsstoffen, materialschonende aber effiziente Reinigung,
- Erfahrungsaustausch zwischen den Kolonnen,
- Neutrale Kontrolle der Leistungskennwerte von Pumpe, Schlauch und Düse,
- Fahrzeuge verschiedener Kanalbetriebe im Vergleich:
  - Sind die Düsen mit Blick auf Druck und Durchfluss optimal eingestellt?
  - Kann man Druckverluste minimieren und wie?
- Arbeitsvorbereitung und Arbeitssicherheit

Im Ergebnis der Expertendiskussion und auf Basis des Prüfprogramms musste die Auslegung mancher Düse mit Düseneinsätzen und die Wahl von Schlauch und Schlauchnennweite überdacht werden. Für die Betriebe ergaben sich manche Anstöße für Verbesserungen im Alltag. Fazit: Ein Praxistag ist eine lehrreiche und nützliche Störung der Alltagsroutine für alle Beteiligten. Neben dem IKT-Praxistag gibt es weitere Möglichkeiten der Zusammenarbeit zum Thema Kanalreinigung:

- Individuelle Begleitung und Schulung der Fahrzeugbesatzungen bei Praxiseinsätzen im Kanalnetz sowie bei der Fahrzeugpflege und -wartung.
- Unterstützung und Absicherung von Investitionsentscheidungen durch Recherchen und Marktübersichten, zum Beispiel für mobile Datenerfassungsgeräte.
- Unterstützungsleistungen zur Entwicklung und Einführung bedarfsorientierter Reinigungsstrategien unter Berücksichtigung der vorliegenden Betriebserfahrungen und der vorhandenen EDV-Situation.

Weitere Informationen finden Sie hier:
www.ikt.de/consult/kanalreinigung.html

Dipl.-Ing. Marco Schlüter
IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gemeinnützige GmbH
Exterbruch 1
D-45886 Gelsenkirchen
Tel.: +49 (0) 209 17806 - 0
Fax: +49 (0) 209 17806 - 88
E-Mail: info@ikt.de



Ärger mit Toiletten-ausblasungen

Kanalreinigung mit Einsatzfahrzeug

Bei der Kanalreinigung mit dem Hochdruckspülverfahren in Kerken ist es in etlichen Häusern der Anlieger zu Verschmutzungen in den Sanitärräumen durch Abwasseraustritt gekommen. Das IKT begleitete daraufhin die Reinigungstätigkeiten stichprobenhaft für einen Tag. Auf dieser Basis wurden die Ursachen analysiert und Maßnahmen zur Vermeidung dargestellt.

Beobachtungen im Zuge der IKT-Begleitung

In einem einjährigen Turnus reinigt ein externes Unternehmen, begleitet von einem Mitarbeiter der Gemeinde Kerken, die rund 82 km Kerkener Kanalnetz mit dem Hochdruckspülverfahren, von denen 30 km im Mischsystem angelegt sind.

Bei der diesjährigen Reinigung traten im Vergleich zu den Vorjahren ungewohnt viele Ausblasungen in den Häusern auf. Insbesondere Neubaugebiete mit Schmutzwasserkanälen DN 200 bis DN 250 waren betroffen. Die Ursache für die Häufigkeit der Ausblasungen ist dem Personal nicht bekannt.

Kanalreinigung bis ins Badezimmer

Zusammen mit dem IKT wiederholte das Personal die Kanalreinigung gezielt an den Stellen, wo es zuvor zu Ausblasungen und Beschwerden der Anwohner kam. Vor dem Beginn der Reinigungstätigkeit informierte der Kerkener Mitarbeiter die Anwohner über das Vorhaben. Die Anwohner erhielten den Hinweis, einen schweren Gegenstand, wie zum Beispiel einen Wasserkasten, auf den Toilettendeckel zu stellen. So sollte einer möglichen „umgekehrten Toilettenspülung" vorgebeugt werden.

Es wurde versucht die Druckleistung der Düse gering zu halten, um Ausblasungen zu verhindern. Jedoch wird eine gewisse Druckleistung benötigt, um die Reinigungsdüse bis zum Endschacht zu befördern. Ein Versuch bei 70 bar war erfolgreich - sowohl in Bezug auf die Reinigung als auch auf die Ausblasungen an den Geruchsverschlüssen. Denn ohne die behelfsmäßige Vorsichtsmaßnahme wäre es in den Badezimmern der Anwohnern erneut zu Verschmutzungen gekommen.

Um zukünftig Ausblasungen zu vermeiden, hat das IKT Betriebshinweise für den Einsatz der Hochdruckreinigung zusammen gestellt.

Vorbeugende Maßnahmen

Folgende Parameter können Ausblasungen bei der Kanalreinigung verhindern:

- Auswahl eines geeigneten Düsenkopfes, zum Beispiel Düsen mit größerem Strahlwinkel. Flach strahlende Düsen erzeugen dagegen einen deutlich höheren Luftstrom
- Einstellung eines geringeren Betriebsdruckes am Fahrzeug, ausreichende Zugkraft muss gewährleistet sein,
- Verringerung des Druckes beim Zurückziehen der Düsenköpfe,
- Reinigung von Haltung zu Haltung,
- Abschnittsweise Reinigung bei großen Ablagerungshöhen und Aufstau im Kanal,
- Anlieger auf die Überprüfung der Funktion von Be- und Entlüftungen aufmerksam machen, eventuell eine Nachrüstung empfehlen und
- Anlieger auf die Möglichkeit des Öffnens von Revisionsschächten zur Vermeidung von Schäden aufmerksam machen.

Ausspritzen eines Schachtes

Kanalreinigung in Kerken

In einem einjährigen Turnus reinigt ein externes Unternehmen, begleitet von einem Mitarbeiter der Gemeinde Kerken, die rund 82 km Kerkener Kanalnetz mit dem Hochdruckspülverfahren, von denen 30 km im Mischsystem angelegt sind. Das gesamte Kanalnetz weist geringes Gefälle und niedrige Trockenwetterabflussmengen auf.

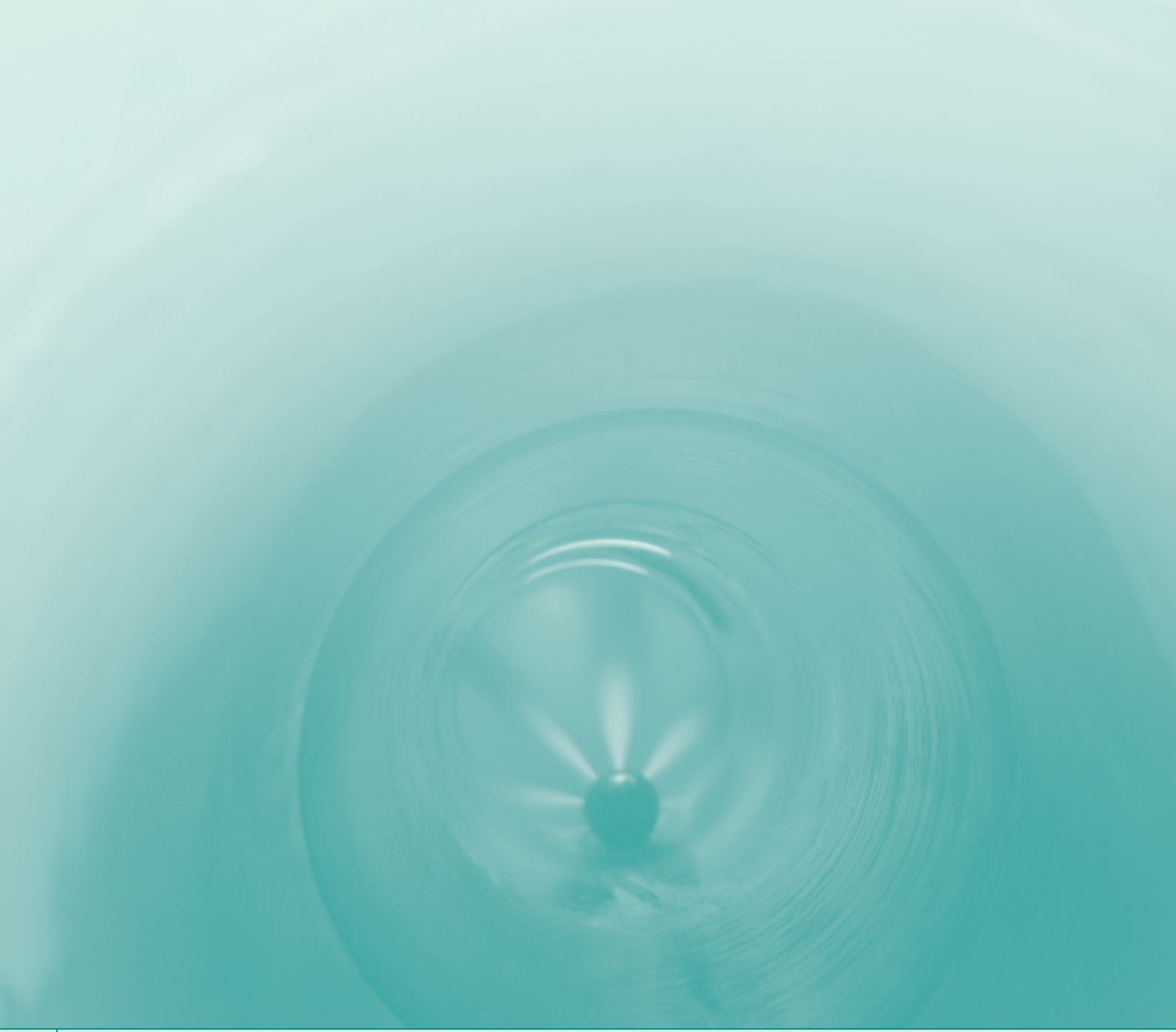
Für die komplette Reinigung benötigt der Dienstleister sechs bis acht Wochen. Die Senkenreinigung findet zweimal im Jahr in Kerken statt. Das Auslegen der Rattenköder erfolgt mindestens einmal im Jahr, unabhängig von der Kanalart.

Hintergrund der Problematik

Durch die Hochdruckreinigung wird Luft im Kanal ausgetauscht oder extrem beschleunigt. Insbesondere in Schmutz- und Mischwasserkanälen der Nennweiten DN 200 bis DN 250 mit seitlichen Anschlüssen besteht dabei die Gefahr, dass die Geruchsverschlüsse, beispielsweise von Toiletten, ausgesaugt oder ausgeblasen werden. Ursache hierfür sind die bei der Hochdruckreinigung herrschenden Unter- und Überdruckverhältnisse. Der austretende Spülstrahl beschleunigt die im Kanal befindliche Luft. Dadurch bildet sich vor dem Düsenkopf ein Unterdruck, im Strahlbereich ein Überdruck. Die Druckdifferenz ist abhängig von Düsenart und Größe, Strahlwinkel, Betriebsdruck und Kanaldurchmesser. In unmittelbarer Nähe eines Hausanschlusses führt die im Düsenbereich herrschende Druckdifferenz beim Vorziehen der Düse zu einem plötzlichen Druckwechsel in der Anschlussleitung. Ist dann die Entlüftung am Haus nicht leistungsfähig genug, werden die Geruchsverschlüsse der häuslichen Entwässerung zunächst ausgesaugt und können beim Ausgleich der Druckdifferenz mitunter sogar ausgeblasen werden.

Haben auch Sie ähnliche Probleme in Ihrem Kanalnetz? Dann wenden Sie sich an das IKT.

Quelle: IKT-eNewsletter November 2006



Abwasser: NRW setzt neue Förderschwerpunkte

Das neue Investitionsprogramm

Seit dem 1. Januar 2007 fördert das NRW-Umweltministerium erstmalig die ganzheitliche Sanierung von privaten Hausanschlüssen zur Fremdwasserverminderung. Voraussetzung ist, dass den Kommunen ein schlüssiges Fremdwassersanierungskonzept vorliegt. So, wie es im IKT-Projekt in Billerbeck erarbeitet wurde.

NRW fördert private Kanalsanierung

Erstmalig erhalten private Hausherren Zuwendungen aus einem eigens dafür eingerichteten Fördertopf. Kommunale Netzbetreiber können Zuschüsse für Baumaßnahmen und Fremdwasserkonzepte beantragen.

Wichtige Punkte, die Kommunen zu einem ganzheitlichen Fremdwassersanierungskonzept wissen müssen, hat das IKT in seinem Erfahrungsbericht zur ersten Planungsphase „Billerbeck" zusammengefasst. In Billerbeck wird die private Kanalsanierung bereits mitgefördert.

Billerbeck hat Konzept

Billerbeck hat das Projekt zur Erarbeitung und Umsetzung des Fremdwasserkonzeptes bereits im Jahre 2003 initiiert. Das IKT koordiniert und steuert das Projekt und unterstützte auch bei der Auswahl eines Teams versierter Fachleute aus den Bereichen der Siedlungs- und Wasserwirtschaft sowie der Hydrogeologie:

- Sybille Zentner (Ingenieurbüro Beck, Wuppertal),
- Dipl.-Ing. Jürg Bach (Hydro-Ingenieure, Osnabrück) und
- Dr. Michael Denneborg (ahu AG, Aachen).

Abgerundet wurde das Konzept durch ein Rechtsgutachten der Abwasserberatung NRW, Rechtsanwältin Viola Wallbaum. Das IKT ist Ansprechpartner für das Abwasserwerk Billerbeck und unterstützt dabei auch die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen von Bürgerversammlungen und schriftlichen Eigentümerinformationen.

Revisionsschacht auf einem Grundstück

Das Vorgehen

Das Fremdwasserkonzept in Billerbeck wurde mit Blick auf sämtliche Grundstücke im Stadtgebiet erarbeitet. Dabei soll den Grundstückseigentümern stets auch eine Ableitungsmöglichkeit für ihr Dränagewasser zur Verfügung gestellt werden.

Für die Grundstücke in einem besonders fremdwasserträchtigen Pilotgebiet wurde der Sanierungsbedarf festgestellt und eine ganzheitliche Sanierungsplanung aufgestellt. Am Ende ist der Erfolg der Sanierungsmaßnahmen immer auch gegenüber den Bürgern nachzuweisen. Als Grundlage hierfür ist ein Fremdwasser- und Grundwassermonitoring vorgesehen.

Folgendes Arbeitsprogramm haben die IKT-Forscher gemeinsam mit dem Projektbeteiligten für die Fremdwassersanierung in Billerbeck zusammengestellt:

Sanierungsbedarf Grundstücke

- Kamerabefahrung der Hausanschluss- und Grundleitungen soweit möglich ausgehend vom Hauptkanal unter Berücksichtigung abzweigender Netzbereiche.
- Überprüfung der Dichtheit durch Wasserdruck- oder Füllstandsprüfung. In Abhängigkeit der örtlichen Situation auch Muffenprüfung.
- Höhennivellement zur Bestimmung der Tiefenlage der Kellersohlen, Revisionschächte, Leitungen und Dränagen.
- Erstellung eines grundstücksbezogenen Untersuchungsplanes zur Dokumentation der ausgeführten Maßnahmen sowie eines aktualisierten Bestandsplanes (Berücksichtigung Hausakten)

Sanierungsplanung Grundstücke

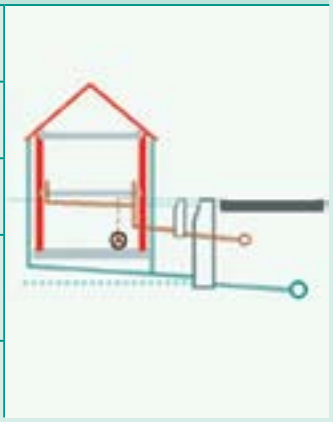
Anschreiben und mündliche Information der Eigentümer hinsichtlich anstehender Untersuchungen und Bereitstellung von Daten.

Sichtung der Hausakten und Bestandsaufnahme auf dem Grundstück und in den Kellerräumen sowie Erstellung eines Revisionsplanes.

Erstellung eines grundstücksbezogenen Sanierungsplans, einschließlich Leistungsbeschreibung und Kostenschätzung.

Erstellung eines übersichtlich gestalteten Sammelordners (zweifache Ausfertigung) unter anderem mit Untersuchungsplan, Protokoll und Video-CD.

Aktualisierung der örtlichen Datenbank der Grundstücksentwässerung des Abwasserbetriebes Billerbeck mit den neuen Daten.



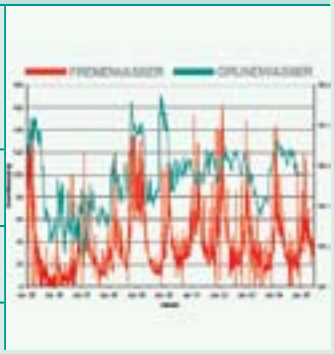
Prognosen zur Entwicklung der Grundwasserstände

Bewertung der wasserwirtschaftlichen Randbedingungen (zum Beispiel Grundwasserstände, Geologie, Bebauungs- und Geländesituation, Gründungstiefen Bauwerke und Entwässerungsanlagen, Fremdwasser).

Bohrung von zehn Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet und Beobachtung der Grundwasserstände über die Projektlaufzeit.

Prognosen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung der Grundwasserstände in Wechselwirkung mit der undichten Kanalisation.

Empfehlungen zu Sanierungsvarianten aus hydrogeologischer Sicht.



Konzeptentwicklung Dränwasserableitung

Erarbeitung von unterschiedlichen Sanierungsvarianten zur Ableitung des Fremd- oder Dränagewassers aus dem Teileinzugsgebiet.

Variantenvergleich und Auswahl einer Sanierungsvariante. Die erarbeiteten Sanierungsvarianten wurden im Rahmen von Kostenvergleichsrechnungen gegenübergestellt.

Nähere Ausarbeitung der Planung für die gewählte Sanierungsvariante, einschließlich der Ermittlung der zu erwartenden Sanierungskosten und Einsparpotenziale gegenüber der gegenwärtigen Situation.

Rechtsanalysen zu Fremdwasserkonzepten

Erarbeitung des Rechtsüberblicks Fremdwasser insbesondere im Hinblick auf die Abwasserabgabe und das Kommunalabgabenrecht.

Aufzeigen der grundsätzlich denkbaren Handlungsoptionen zur Lösung von Fremdwasserproblemen unter Berücksichtigung der zu beachtenden rechtlichen Beschränkungen und Genehmigungsrisiken.

Erstellung vergleichender Rechtsanalysen zu den Dränwasserkonzepten zur Bewertung der Rechtssicherheit, Genehmigungsfähigkeit, Finanzierbarkeit und Übertragbarkeit der Konzepte.

Die Erfahrungen aus dem Fremdwasserprojekt Billerbeck können auch für Ihre Kommune hilfreich sein. Unsere IKT-Forscher unterstützen Sie gern dabei, die neuen Fördermöglichkeiten zu nutzen.

Weitere Informationen zu den IKT-Leistungen „Grundstücksentwässerung" finden sich im Internet: **www.ikt.de/consult**

Quelle: IKT-eNewsletter Januar 2007

Schachtbeschichtung ist geeignetes Sanierungsverfahren

Nachbehandlung einer Polyurethan-Beschichtung

Aber: Häufig treten Ausführungsmängel auf. Die Lösung: Neutrale und unabhängige Qualitätsprüfungen auf der Baustelle.

Bei der Sanierung von Abwasserschächten sind Beschichtungsverfahren eine kostengünstige Alternative zum Neubau. Das Sanierungsergebnis ist allerdings sehr stark von der Ausführung auf der Baustelle abhängig. Dies zeigt eine umfangreiche Praxisstudie des IKT, bei der 42 Schachtbeschichtungen in 12 Städten untersucht wurden [1].

Auf Basis der Ergebnisse hat das IKT nun Prüfkriterien und Qualitätssicherungsmaßnahmen für Netzbetreiber entwickelt, mit denen Ausschreibungstexte und Vertragsbedingungen optimiert sowie die Qualität von Schachtbeschichtungen direkt auf der Baustelle festgestellt werden können.

Auftrag einer Mörtelbeschichtung

Sanieren, aber wie?

Für die Renovierung von großflächigen Schäden oder Undichtigkeiten können Auskleidungs- und Beschichtungsverfahren eingesetzt werden. Knapp zwölf Prozent der rund 10 Millionen Schächte in Deutschland eignen sich nach Einschätzung der öffentlichen Netzbetreiber grundsätzlich für eine Sanierung im Beschichtungsverfahren [2]. Dies entspricht einem Marktpotenzial von rund 2,7 Milliarden Euro. Bislang bestehen allerdings große Unsicherheiten hinsichtlich der Einsatzgrenzen der angebotenen Verfahren und der Dauerhaftigkeit der Sanierungsergebnisse.

Die Praxisstudie

Das IKT wählte eine sehr praxisorientierte Vorgehensweise, um den wesentlichen Qualitätseinflüssen bei der Ausführung von Beschichtungsmaßnahmen auf die Schliche zu kommen und gleichzeitig die Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen der einzelnen Verfahren auszuloten:

Vor-Ort-Maßnahmen

42 Beschichtungsmaßnahmen bei zwölf Netzbetreibern wurden begleitet und dabei umfangreiche Qualitätsprüfungen über einen Zeitraum von mehreren Monaten durchgeführt. Zum Einsatz kamen Mörtelbeschichtungen und Beschichtungen aus Polyurethan. Alle marktrelevanten Verfahren wurden berücksichtigt.

Laborversuche

Als Ergänzung zu diesen Vor-Ort-Maßnahmen wurden Versuche in den Laboren und Versuchsständen des IKT durchgeführt, um beispielsweise die Auswirkungen von intensiven Verkehrslasten auf einen beschichteten Schacht zu simulieren.

Spezielle Fragestellungen

Weiterhin untersucht wurde die Mindesthaftzugfestigkeit von Beschichtungen, Auswirkungen von alternativen Vorbehandlungstechniken, der Einfluss des Außenklimas auf die Aushärtung von Mörtelbeschichtungen und die Verbundwirkung der Beschichtungen mit anderen Materialien.

Fehlersuche: IKT-Prüfer bei der optischen Überprüfung der Beschichtung vor Ort

Qualitätssicherung notwendig

Die Ergebnisse der Praxisstudie zeigen: Beschichtungsverfahren sind grundsätzlich geeignet, die Dichtheit und Funktionsfähigkeit von Mauerwerks- und Betonschächten wiederherzustellen. Eine gute Alternative zum Neubau des Schachtes stellen diese Verfahren vor allem dann dar, wenn schwierige Geometrien oder zahlreiche Zuläufe im Schachtkörper vorliegen und eine kurze Bauphase erforderlich ist.

IKT-Prüfung an Schacht mit Mörtelbeschichtung

Vor dem Hintergrund der positiven Laborergebnisse überraschte die IKT-Forscher allerdings, dass die Baustellenergebnisse hinter den Erwartungen zurückblieben:

- Bei rund $^{2}/_{3}$ der untersuchten **Mörtelbeschichtungen** lagen Mängel wie Risse, Hohlstellen, Fehlstellen oder Undichtigkeiten vor. Bei nur einem Viertel der untersuchten Mörtelbeschichtungen konnte ein Haftverbund zur Schachtwandung gemessen werden, der die Anforderungen der maßgeblichen Richtlinien erfüllte. Vor allem in Betonschächten wurde häufig ein sehr geringer Verbund zum Untergrund festgestellt.
- Mehr als die Hälfte der untersuchten **Polyurethanbeschichtungen** zeigten Mängel wie Hohlstellen, Blasen oder Fehlstellen. Probleme scheinen hier vor allem sehr nasse Untergründe zu verursachen.

Es zeigte sich, dass nicht die Verfahren an sich, sondern vor allem Ausführungsfehler bei der Beschichtung die Hauptursache für eine geringe Sanierungsqualität sind. Auch die Untergrundvorbereitung ist in vielen Fällen nicht ausreichend. Speziell die derzeit übliche Vorreinigung mit Wasserhochdruck scheint nur bedingt zur Vorbereitung einer Beschichtungsmaßnahme geeignet zu sein.

IKT-Prüfung an Schacht mit Polyurethanbeschichtung

Mehr Sicherheit für den Auftraggeber

Schlussfolgerung: Um die Vorteile der Verfahren nutzen zu können, ist eine strenge Qualitätssicherung auf der Baustelle erforderlich. Dazu sollte der Auftraggeber bereits in den Ausschreibungstexten und Vertragsbedingungen sehr deutlich machen, dass es ihm auf Qualität ankommt und er diese auch streng durch ein neutrales und unabhängiges Prüfinstitut überprüfen lässt.

Das IKT hat hierfür auf Basis der gesammelten Erfahrungen Hinweise zur Qualitätssicherung erarbeitet, die Netzbetreiber für die Ausschreibung, Bauüberwachung und Abnahme von Sanierungsmaßnahmen im Beschichtungsverfahren nutzen können. Diese Hinweise sowie weitere interessante Ergebnisse sind im Endbericht zu der Studie [1] nachzulesen, der kostenlos von der Homepage des IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur (www.ikt.de) heruntergeladen werden kann.

Neue IKT-Prüfleistungen

Zusätzlich bietet das IKT den Netzbetreibern Prüfungen an, mit denen die Qualität von Schachtbeschichtungen direkt auf der Baustelle festgestellt werden kann. Die Vor-Ort-Prüfungen sichern dem Auftraggeber:

- Höhere Qualität durch ein voraussichtlich höherwertiges Sanierungsergebnis,
- Investitionssicherheit durch eine Vermeidung oder frühzeitige Aufdeckung von Folgeschäden und
- Langfristige Kostenreduzierung durch Erfahrungen für zukünftige Sanierungsmaßnahmen an Schächten.

Die folgenden Prüfleistungen werden ab sofort von der neutralen und unabhängigen IKT-Prüfstelle angeboten:

Standard-Prüfungen

- **Beurteilung der Untergrundvorbereitung**
  Eine Schachtbeschichtung steht und fällt mit der Vorbereitung des Untergrundes. Dieser ist in jedem Fall vorzubehandeln, damit zwischen ihm und der aufzubringenden Beschichtung ein fester und dauerhafter Verbund erzielt werden kann. Die Abreißfestigkeit ist die maßgebende Kenngröße zur Beurteilung der Untergrundvorbereitung.

- **Haftzugfestigkeit der Beschichtung**
  Ein guter Verbund zwischen Beschichtung und Untergrund ist die Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige und dauerhafte Sanierung. Die Haftzugfestigkeit ist die maßgebende Kenngröße zur Beurteilung dieses Verbundes.

Erweiterte Prüfungen

- **ZTV Schachtbeschichtung**
  Um Sicherheit bei der Ausschreibung der zu erbringenden Leistungen zu erhalten, berät das IKT individuell bei der Erstellung von Ausschreibungstexten und gibt Hinweise für Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen.

- **Baustellenbegleitung und -beurteilung**
  Für Dokumentation und Qualitätssicherung werden sämtliche Vorgänge auf der Baustelle kontrolliert und bewertet. Als Ergebnis entsteht ein umfassender, bebilderter Prüfbericht.

Die Prüfungen können die Auswahl von geeigneten Verfahren und Produkten im Vorfeld einer größeren Baumaßnahme unterstützen, zum Beispiel durch die Ausführung von Musterschächten. Während der Ausführung der Baumaßnahme sichern die oben genannten Prüfungen die Einbauqualität. Selbstverständlich können die Prüfungen bei sehr großen Bauvorhaben auch stichprobenhaft an einzelnen Schächten ausgeführt werden.

Interessierte Netzbetreiber können unter **www.ikt.de/schachtsanierung** ein konkretes Angebot für Ihre Baumaßnahme anfordern.

Literatur

[1] Bosseler, B.; Puhl, R.: Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten - Studie zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen anhand von Praxis- und Laboruntersuchungen -; Gelsenkirchen, Februar 2005

[2] Bosseler, B.; Homann, D.; Kaltenhäuser, G.: Bundesweite Umfrage zur Sanierung von Schachtbauwerken im Bereich der Abwassertechnik mittels Beschichtungsverfahren; Gelsenkirchen, Juli 2001.

Quelle: bi Umweltbau, Ausgabe 4/2006

Schachtkopfmörtel: Belastungsproben praxisnah

Schachtkopf-
mörtel wird vergossen

Der Schacht als sichtbares Verbindungsglied zwischen Straße und unterirdischer Infrastruktur ist permanent hohen Belastungen ausgesetzt. So auch der Schachtkopfmörtel. Straßenverkehr, Witterungswechsel und Frost-Tausalz-Angriffe können Schäden verursachen, wenn der Mörtel nicht den hohen Anforderungen entspricht. In einem aktuellen Forschungsvorhaben entwickelt das IKT ein Prüfverfahren für Schachtkopfmörtel, um Herstellern und Kunden sichere Informationen über Eignung und Einsatzmöglichkeiten zu liefern. Praxiserfahrungen von Netzbetreibern fließen direkt in die Forschungsarbeit ein.

Einsatz von Schachtkopfmörteln

Schachtkopfmörtel werden unterhalb von Schachtabdeckungen eingesetzt, vor allem zur Schachtrahmenregulierungen. Permanent hohe Beanspruchungen durch Straßenverkehr, Witterungswechsel und Frost-Tausalz-Angriff können jedoch bereits nach kurzer Zeit wieder Schäden verursachen, wenn die eingesetzten Mörtel nicht den Anforderungen entsprechen. In einem aktuellen IKT-Projekt entwickeln die Forscher ein Prüfverfahren, um Herstellern und Kunden gleichermaßen sichere Informationen über Eignung und Einsatzmöglichkeiten von Schachtkopfmörtel für den gegebenen Anwendungsfall zu liefern. Praxiserfahrungen von Netzbetreibern fließen direkt in die Forschungsarbeit ein.

Projektveranlassung

Hält der Schachtkopfmörtel den Belastungen aus Straßenverkehr, Witterungswechsel und Frost-Tausalz-Angriffen im Winter nicht stand, wird das Material zerstört. In der Praxis kommt es vor, dass sanierte Schachtabdeckungen schnell wieder sanierungsbedürftig sind. IKT-Forscher kamen zu dem Schluss, dass viele der eingesetzten Mörtel oftmals nicht den hohen Anforderungen des Praxiseinsatzes genügen (vgl. [1]). Ursache hierfür ist das Fehlen einheitlicher Anforderungen an die Qualität von Mörteln zur Sanierung von Schachtabdeckungen. Vorhandene Eignungsprüfungen und Prüfverfahren für Schachtkopfmörtel berücksichtigen lediglich vordefinierte Randbedingungen im Labor und orientieren sich nicht am praktischen Anwendungsfall. Es fehlt ein einheitliches, zuverlässiges Prüfverfahren für Schachtkopfmörtel, das sicher Auskunft über die Eignung - insbesondere unter Berücksichtigung kritischer Angriffsmuster, wie zum Beispiel Frost-Tausalz-Angriff, Verkehrsbeanspruchungen und Verarbeitbarkeit unter Baustellenbedingungen, für den Einsatz im Straßenbau gibt.

Erhärtete Mörtelfuge unterhalb der Schachtabdeckung

Ist-Zustand feststellen

In einem ersten Arbeitsschritt wird der Ist-Zustand durchgeführter Sanierungsmaßnahmen an Schachtabdeckungen erfasst. Dazu nehmen die IKT-Forscher Kontakt zu interessierten Netzbetreibern auf, die sanierte Schachtabdeckungen für das Forschungsprojekt zur Verfügung stellen. An ausgewählten Schachtbauwerken werden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Optische Inspektion des Schachtkopfbereiches
- Untersuchung des Mörtels mit dem Rückprallverfahren
- Ultraschallmessungen am Mörtel
- Entnahme von Bohrmehlproben für Laboruntersuchungen
- Vollständige Freilegung der Schachtabdeckung zur Analyse des Aufbaus und Entnahme des Mörtels für Laboruntersuchungen

Freigelegte Mörtelfuge

Durch In-Situ-Messungen am Schachtkörper ermittelt das IKT die typischen Umweltbedingungen, denen das Verbundsystem Schachtkopf/Mörtel ausgesetzt ist.

Auf der Grundlage der Messergebnisse sollen die typischen klimatischen und chemischen Beanspruchungen und Anforderungen an den Einsatz eines Mörtels für die Schachtkopfsanierung ermittelt und Prüfbedingungen abgeleitet werden.

Prozessanalyse der Einbaupraxis

In einem weiteren Arbeitsschritt werden aktuelle Sanierungsmaßnahmen begleitet und dokumentiert, um die derzeitige Einbaupraxis unter Berücksichtigung relevanter Herstellungs- und Einbaueinflüsse detailliert zu analysieren. Ein Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Ermittlung und Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Mörtelqualität, wie zum Beispiel Mörtelart, Grad der Verdichtung oder Porengehalt.

Inspektion und Ultraschallmessung am Mörtel

Entwicklung eines praxisorientierten Prüfverfahren

Die in den ersten beiden Arbeitsschritten entwickelten Prüfkriterien und -randbedingungen werden unter Berücksichtigung der typischen Lastszenarien und Angriffsmuster in ein geeignetes Prüfkonzept umgesetzt. Im Ergebnis steht ein praxisorientiertes Verfahren zur Eignungs-, Güte- und Abnahmeprüfung für Schachtkopfmörtel, welches kritische Angriffsmuster unter Baustellenbedingungen berücksichtigt.

Literatur

[1] Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.: Eignungsprüfung von Verfahren zur Sanierung von Schachtabdeckungen; IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), 2002. Download unter www.ikt.de

Quelle: IKT-eNewsletter März 2007

IKT-Handbuch Schacht 2007

303 Seiten, mit zahlreichen Abbildungen, Tabellen, Grafiken und umfassender Marktübersicht
Schutzgebühr: 39,95 EUR
Januar 2007

Eine unverzichtbare Planungshilfe für Ingenieure und Techniker, die sich mit der Erstellung und Unterhaltung von Abwasserschächten befassen, stellt das neu erschienene „IKT-Handbuch Schacht 2007" dar: Auf 303 Seiten unterstützen Hintergrundtexte in Verbund mit umfassenden Produktübersichten unterstützen bei der Auswahl von Schachtsystemen, Inspektions- und Managementsystemen sowie geeigneten Sanierungssystemen. Darüber hinaus dient das Handbuch als Nachschlagewerk über die derzeit aktuellen Richtlinien, Informationsschriften und Sachstandsberichte. Der umfangreiche Zustandsbildkatalog erleichtert die Zustandserfassung.

Aus dem Inhalt:

Teil I:
Schachtbauwerke u. Zubehör
- Betonfertigteilschächte
- Mauerwerksschächte
- Kunststoffschächte
- Schächte aus glasfaserverstärktem Kunststoff
- Polymerbetonschächte
- Steinzeugschächte
- Dichtungssysteme
- Steigtechnik
- Schachtabdeckungen

Teil II: Schachtinspektion, -bewertung und -management
- Inspektion
- Bewertung und Management
- Zustandsbildkatalog

Teil III: Schachtsanierung
- Schachtkopfsanierung
- Ausbesserung
- Abdichtung
- Beschichtung
- Auskleidung

Teil IV: Marktübersichten
- Schachtbauwerke
- Inspektion, Bewertung und Management
- Schachtsanierung (Produkte und Dienstleister)
- Anzeigen

Übersicht
- IKT-Forschungsprojekte zum Thema Abwasserschächte

Interessenten können das Handbuch SCHACHT 2007 bestellen:

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur
gemeinnützige GmbH
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 17806-0
Fax: 0209 17806-88
E-Mail: info@ikt.de
Internet: www.ikt.de

Schutzgebühr 39,95 EUR (nur gegen Vorkasse)

www.photocase.com

Ausgezeichnetes Engagement

Goldener Kanaldeckel des IKT

Fremdwasservermeidung, Qualitätssicherung und der Einsatz von Fernüberwachungssystemen waren die Themen, um die sich die Preisträger des Goldenen Kanaldeckels 2006 besonders verdient gemacht haben.

Es war bereits das fünfte Mal, dass dieser vom IKT ausgelobte und von Sponsoren finanzierte Preis im Rahmen eines IKT-Forums vergeben wurde. Sowohl Zahl und Qualität der Bewerbungen als auch Reaktionen und Anteilnahme der Fachwelt lassen zweifelsfrei darauf schließen, dass sich der anfangs von manchem etwas beschmunzelte „Goldene Kanaldeckel" fest als ernst zu nehmende und beachtete Auszeichnung für besonders verdiente Personen aus Entwässerungsbetrieben etabliert hat.

Verleihung des Goldenen Kanaldeckel 2006:
Staatssekretär Dr. Alexander Schink, NRW-Umweltministerium, Ludger Albers, Achim Rehm, Udo Gerling, Roland W. Waniek, IKT-Geschäftsführer (v.l.n.r.)

Etwa 20 Bewerbungen waren es, aus denen die unabhängige Jury die Preisträger zu ermitteln hatte. Eine nicht ganz einfache Aufgabe, denn es waren einige Vorschläge dabei, die sowohl vom fachlichen Hintergrund als auch vom persönlichen Engagement der betreffenden Personen her ausgezeichnete Bewerbungen darstellten.

Vor rund 180 Gästen nahm Staatssekretär Dr. Alexander Schink vom NRW-Umweltministerium am 22. November 2006 im IKT in Gelsenkirchen die Preisverleihung vor.

Erster Platz
Preisträger: Achim Rehm, Gemeinde Schwanau
Projekt: Ganzheitlicher Lösungsansatz zur Fremdwasservermeidung in der Schmutzwasserkanalisation der Gemeinde Schwanau durch Einbeziehung der Grundstücksentwässerungsanlagen
Preisgeld: 3.000,00 Euro

Die Gemeinde Schwanau liegt in der Nähe von Lahr, in unmittelbarer Nähe zum Rhein. In vier Ortsteilen leben 6.700 Einwohner. Im Frühjahr 2001 wurden allerdings massive Fremdwasserprobleme offenkundig. Es kam über Wochen hinweg zu einer starken Überlastung von Schmutzwasserkanälen: Kanäle waren bis in die Grundstücke hinein eingestaut, stellenweise trat Abwasser aus den Schächten auf die Straßen, Pumpstationen liefen bisweilen fast rund um die Uhr und auf der Kläranlage Nonnenweier, die das Abwasser der Trennsystemgebiete aufnimmt, wurde im März ein Spitzenwert von 3.200 m² für die normalerweise bei 465 m² liegende Tagesmenge registriert. Als Ursache konnte unschwer Grundwasser ausgemacht werden, das den Weg in die Kanäle fand und als „Fremdwasser" Kanäle und Kläranlage überlastete. Das Kanalnetz musste also in erheblichem Maße undicht sein.

Achim Rehm engagiert sich in Schwanau besonders und mit hohem persönlichen Einsatz bei der Fremdwasservermeidung

Dass dringender Handlungsbedarf bestand, war für Achim Rehm, erst seit 2000 als Technischer Betriebsleiter der Gemeinde im Amt, völlig klar und er wurde aktiv. Das unvollständige und wenig aussagekräftige Kanalplanwerk aus den siebziger Jahren wurde auf Grund einer Neuvermessung durch eine Kanaldatenbank ersetzt.

Grundwasserpegel und Messeinrichtungen wurden eingerichtet, um die Fremdwasserzuflüsse in Relation zu den Grundwasserständen lokalisieren zu können. Als erste, kaum planerische Vorarbeit erfordernde Maßnahme wurden 537 augenscheinlich undichte Schächte abgedichtet. Die ersten Schritte waren also getan.

Aber ergab es einen Sinn, die öffentlichen Kanäle abzudichten, ohne die Abwasserleitungen auf den Grundstücken einzubeziehen? Achim Rehm griff auf die bekannten Göttinger Erfahrungen zurück, beriet sich mit dortigen Fachleuten und arbeitete, auch dabei von seinem Bürgermeister unterstützt, zielgerichtet auf einen ganzheitlichen Lösungsansatz im Sinne eines Kooperationsmodells hin: Die Inspektion, Sanierungsplanung und Sanierung der undichten Abwasseranlagen sollte außer den öffentlichen Kanälen einschließlich der Hausanschlusskanäle auch die privaten Abwasserleitungen auf den Grundstücken erfassen. Der Gemeinderat folgte dieser Überlegung und beschloss im Jahr 2003, zunächst im Rahmen eines Pilotprojekts für den Ortsteil Allmannsweier, die Kosten der Inspektion, der Zustandsdokumentation und einer Sanierungsberatung für die Grundstücksentwässerungsanlagen zu übernehmen. Die Bürger müssen die vorgeschlagenen Sanierungen auf ihre Kosten umsetzen, wobei die Gemeinde die Beteiligung an Kosten sparenden Sammelausschreibungen anbietet.

Die Akzeptanz in der Bürgerschaft ist sehr groß. Die Eigentümer haben das Problem als das ihre erkannt und fühlen sich durch die Gemeinde und ihre Beauftragten gut beraten.

Die guten Erfahrungen mit dem Pilotprojekt führten zur Fortsetzung des eingeschlagenen Weges auch in den andern Ortsteilen. Ziel ist es, im Laufe eines mehrjährigen Gesamtprojekts alle 1.750 Grundstücke der Gemeinde Schwanau in dieser Weise zu bearbeiten und zu sanieren und parallel dazu die notwendigen Arbeiten im öffentlichen Kanalnetz durchzuführen. In einem der vier Ortsteile der Gemeinde sind die Maßnahmen inzwischen abgeschlossen, in einem zweiten liegt die Sanierungsplanung vor. Der Erfolg ist durch eine deutliche Abnahme der Fremdwasseranteile bereits messbar.

Achim Rehm hat dieses in Baden-Württemberg bisher einmalige und sehr erfolgreiche Projekt initiiert. Es führt zu wirtschaftlichen Lösungen und dient im Interesse der Bürger dem Schutz der Umwelt. Achim Rehm war mit besonderem persönlichen Einsatz unermüdlicher Motor des Projekts. Für die Konzeption und die konsequente Umsetzung wurde Herrn Achim Rehm der erste Preis des Goldenen Kanaldeckels 2006 zuerkannt.

Zweiter Platz
Preisträger: Ludger Albers, Entsorgungsbetriebe Solingen
Projekt: Qualitätssicherung bei Hausanschlusslinern im Stadtgebiet Solingen
Preisgeld: 2.000,00 Euro

Von den Entsorgungsbetrieben Solingen wurde – neben der laufenden Sanierungskonzeption für den Hauptkanal – ein adäquates Konzept für die privaten Abwasserleitungen erarbeitet. Im Mittelpunkt steht dabei die Produktqualität der eingesetzten Schlauchlinersysteme, die Qualifikation und die Kompetenz der handelnden Personen. Ziel ist es, bei den anstehenden Sanierungsmaßnahmen auf den privaten Grundstücken, ein technisch und wirtschaftlich optimales Ergebnis zu erreichen.

Ludger Albers (rechts) kümmert sich in Solingen in bisher einmaliger Weise um die Qualitätssicherung von Schlauchlining im Bereich von Grundstücksentwässerungsanlagen

Um die Qualität der Produkte und der Sanierungsleistung beurteilen zu können wurden Testbaustellen organisiert. Die anfangs unbefriedigenden Ergebnisse führten zu intensiven Gesprächen mit den Linerherstellern und zur Ursachenforschung. Durch den Einsatz besser geschulten Personals gelang es zunächst, die Ergebnisse deutlich zu verbessern. Zugleich wurde jedoch ein weiteres Problem erkannt: Unter den beengten Verhältnissen ist es äußerst schwierig, repräsentative Probestücke für die mechanischen Prüfungen zur Qualitätskontrolle, wie sie im Hauptkanal üblich sind, zu entnehmen. Die Folge waren unzuverlässige Werte der entsprechenden Prüfparameter.

Bei der Suche nach einem alternativen und kostengünstigen Prüfverfahren zur Qualitätsbeurteilung der Schlauchliner, stieß man auf ein in der Kunststoffindustrie etabliertes, im Bereich Schlauchlining jedoch bisher nicht eingesetztes Verfahren: Die so genannte Differential Scanning Calometry, kurz DSC. Die DSC-Analyse erlaubt es, mit sehr kleinen Probestücken eindeutige Aussagen zur Glasübergangstemperatur zu treffen, die in guter Korrelation zu den mechanischen Eigenschaften steht. Mit einem Akkuschrauber und einer kleinen Bohrkrone können problemlos Probenstücke aus der Haltung entnommen werden, die für eine DSC-Analyse vollends ausreichen.

Diese hier nur kurz angerissenen Aktivitäten aus Solingen verdeutlichen: Hier kümmert sich der Betreiber des öffentlichen Kanalnetzes intensiv darum, dass der fachlich überforderte Grundstückseigentümer nicht mit dem Angebot eines unüberschaubaren Marktes allein gelassen wird. Diese Anstrengungen haben einen Rahmen geschaffen, der es auch dem privaten Auftraggeber ermöglicht eine qualifizierte Sanierungsleistung zu beauftragen und die Qualität der eingebauten Liner zu sichern und zu überprüfen.

Die zentrale Person in diesem Konzept ist Ludger Albers. Er hat diese Sanierungsstrategie entwickelt und mit großem Engagement in die Praxis umgesetzt. Er hat die Testbaustellen koordiniert und deren Ergebnisse ausgewertet. Er hat maßgeblichen Anteil an der Entwicklung und Abstimmung der DSC-Analyse auf die Erfordernisse im Bereich der Schlauchliner. Er hat sich in die teilweise komplexen Zusammenhänge eingearbeitet und sich auf diese Weise die Kompentenz geschaffen, die es ihm ermöglicht hat, in konstruktiver Zusammenarbeit mit den Herstellern und mit dem beteiligten Prüfinstitut für die Grundstückseigentümer, für die Entsor-

gungsbetriebe Solingen und für Sanierungsfirmen das herbeizuführen, was man heute als eine Win-Win-Situation beschreibt.

Dritter Platz
Preisträger: Udo Gerling, Stadtentwässerung Pulheim
Projekt: Einsatz von modernen Fernüberwachungssystemen für die technische Ausrüstung von Abwasseranlagen
Preisgeld: 1.000,00 Euro

Udo Gerling hatte erkannt, dass es für einen modernen, auf Qualität und Wirtschaftlichkeit ausgerichteten Abwasserbetrieb notwendig ist, schnell und umfassend über das Geschehen im Kanalnetz informiert zu werden und diese Daten für den Betrieb und die Planung des Aus- und Umbaues des Kanalnetzes sowie für die von der staatlichen Wasserwirtschaft benötigten Informationen zu nutzen.

Udo Gerling hat in Pulheim den Einsatz von modernen Fernüberwachungssystemen für die technische Ausrüstung von Abwasseranlagen ermöglicht und eingeführt

Aufgrund der wirtschaftlichen Erfordernisse, der notwendigen Erfüllung der Verordnung zur Selbstüberwachung der Kanalnetze und zur Verringerung der Umweltbelastung durch die Abschläge aus dem Kanalnetz hat er das Projekt gestartet, das die gesamten Sonderbauwerke im Kanalnetz der Stadt Pulheim umfasst. Er hat sich für eine für Abwasserkanalnetze in NRW neuartige Technik entschieden, die eine drahtlose Übertragung, eine zentrale Speicherung und Auswertung der Daten mit Elementen eines Verwaltungssystems für Anlagen und eines Energiemanagements verbindet.

Das Projekt beinhaltet
- die lokale Modernisierung der Steuerungen in den Pumpwerken und Regenbecken,
- die Datenerfassung und Datenspeicherung vor Ort,
- das Generieren von Störmeldungen und deren Verbreitung,
- die Datenübertragung in eine Zentrale,
- die Visualisierung des aktuellen Zustands des Kanalisationssystems zentral,
- die Archivierung der Daten in einer Datenbank,
- die Sichten auf die Daten zur Auswertung und Protokollierung und
- die Führung der Pumpwerke nach zu erstellenden Regeln.

Die vielen in der Flächengemeinde Pulheim verteilten Sonderbauwerke sollen mit einer Zentrale kommunizieren. Aus Kostengründen verbietet sich ein umfangreiches Kabelnetz. Die wirtschaftlichste und funktionalste Lösung wurde mit dem GPRS (General Packet Radio Services) eines Handy-Netzes gefunden, das ca. 7000 Euro pro Jahr gegenüber einer Telefonverbindung einspart. Da der Markt momentan kaum ausgereifte Lösungen zur Telemetrie, die sich in Abwasseranlagen einsetzen lassen, anbietet, wurde mit dem Institut für Automatisierungstechnik der FH Köln ein Projekt initiiert, indem die Einsetzbarkeit und Sicherheit eines GPRS-Netzes für diese Aufgabe untersucht wurde. Die Ergebnisse waren erfolgreich.

Bei der Umsetzung des Konzeptes hat Udo Gerling für jeden Bauwerktyp spezifische Vorgaben entwickelt, die sich an den allgemeinen Regeln der Technik und an den Erfahrungen des Kanalnetzbetriebes ausrichten. Für jedes Bauwerk wurde die Erfassung der Daten, ihre Speicherung und Übertragung sowie die für die jeweilige Aufgabe benötigten Auswertungen vorgegeben.
Udo Gerling hat dieses für Pulheim wichtige Projekt erfolgreich geführt und abgeschlossen. Es kann für andere Kommunen ein Vorbild sein.

Seminar und Fachausstellung
Aber nicht nur zur Preisverleihung kamen die rund 180 Gäste nach Gelsenkirchen. Während des gleichnamigen Forums konnten sie sich bei interessanten Vorträgen und der Fachausstellung zu den Themen Bau, Betrieb und Sanierung von Kanalisationsnetzen informieren.

Fachleute aus verschiedenen Kommunen und dem NRW-Umweltministerium machen den Handlungsbedarf in der Kanalisation zum Thema. Die IKT-Forscher stellten aktuelle Forschungsergebnisse und Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Vortriebsrohren sowie Kanal- und Schachtsanierungen vor. Wie man das Rohr bettet, so liegt es – innovative Bettungsmittel waren ein weiteres Thema des Forums „Goldener Kanaldeckel 2006". Zum Thema Fremdwasser führen interessante Gäste ein moderiertes Streitgespräch, das allen Interessen eine Stimme gibt. Motto: „Hart, aber fair".

Quelle: bi Umweltbau, 6/2006, A. zu Eulenburg

Begleitend fand eine Fachausstellung in der großen IKT-Versuchshalle statt, auf der 38 unterschiedliche Hersteller und Sanierungsfirmen ihre neuesten Produkte und aktuelle Entwicklungen präsentierten

Universität Hannover startet mit „Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung“

Diskussion mit Vertretern der IKT-Fördervereine (v.l.): R. Schilling (Stadt Vlotho), H. Werker (StEB Köln, AöR), E. Treunert (IKT-Aufsichtsrat), B. Bosseler, P. Brune (St. Gobain Gussrohr GmbH & Co. KG), K.-H. Flick (STEINZEUG Abwassersysteme GmbH), U. Wiese (Ingenieurbüro Udo Wiese)

An der Leibniz Universität Hannover startete im Januar 2007 die Lehrveranstaltung „Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung“. Lehrbeauftragter ist Dr.-Ing. Bert Bosseler, Wissenschaftlicher Leiter des IKT. In der Auftaktveranstaltung formulierten Vertreter der beiden IKT-Fördervereine der Netzbetreiber und der Wirtschaft ihre Erwartungen an die wissenschaftliche Ausbildung.

Ausbildung mit aktuellem Bezug

Nach einer Begrüßung durch Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus, Leiter des Institutes für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau der Leibniz Universität Hannover, gab Dr.-Ing. Bosseler einen Überblick über die besondere Thematik des unterirdischen Leitungsbaus und stellte die Inhalte seiner Seminarreihe vor. Diese reichen von den Anforderungen an gewachsene und geplante Netze über deren Bau und Betrieb bis zur Sanierung sowie Standsicherheitsfragen. Einen stets aktuellen Bezug bietet die Veranstaltung durch neue Erkenntnisse aus Forschung, Prüfung und Gutachten des IKT.

Ausrichtung auf die Praxis

Die Studierenden des Studienganges Bauingenieurwesen und des Masterstudiengangs „Geotechnik und Infrastruktur im Bauingenieur- und Vermessungswesen“ konnten anschließend mit prominenten Vertretern der IKT-Fördervereine über „Erwartungen der Praxis an die wissenschaftliche Ausbildung“ diskutieren. Dabei wurde deutlich, dass neben dem fundierten Grundwissen eines Ingenieurs/einer Ingenieurin auch ein sensibles Verständnis für Qualitätseinflüsse und deren Beherrschung in der Praxis gefordert werden. Normen und Regelwerke seien im Einsatz vor Ort kritisch zu hinterfragen und im Einzelfall auch kreative Ingenieurlösungen zu entwickeln.

Dr.-Ing. B. Bosseler: „Qualitätseinflüsse bei Bau, Betrieb und Sanierung unterirdischer Leitungsnetze möchte ich den künftigen Ingenieuren und Ingenieurinnen näher bringen. Wissenschaftliche Argumentation, Praxisnähe und Aktualität der Lehrbeispiele stehen dabei im Vordergrund.“

Wirtschaftliche Zusammenhänge erkennen

Die Vertreter der Netzbetreiber und der Wirtschaft betonten den hohen Wert des unterirdischen Anlagevermögens. Ingenieurtechnische Analysen sollten daher stets auch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen. Übergreifende Argumentationen müssen von künftigen Ingenieuren entwickelt und vertreten werden. Vor diesem Hintergrund begrüßten die Diskutanten ausdrücklich, dass die Universität Hannover jetzt im Vertiefungsstudium das Fach „Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung“ anbietet.

Fazit

Für Bau, Betrieb und Sanierung unterirdischer Leitungsnetze werden auch künftig gut ausgebildete, kreative und engagierte Fachleute gesucht. Die neue Lehrveranstaltung der Universität Hannover bietet hier eine interessante Perspektive.

Kontakt

Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau, IGBE
Leibniz Universität Hannover
Dipl.-Ing. Ingo Weidlich
leitungsbau@igbe.uni-hannover.de

Quelle: IKT-eNewsletter Januar 2007

IKT-Fördervereine

Die zwei Gesellschafter des IKT

IKT-Förderverein der Netzbetreiber e.V.

Mitglieder (Stand April 2007)

- Abwasserbetrieb der Stadt Billerbeck
- Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH
- ASK Kamp-Lintfort
- Berliner Wasserbetriebe
- Emschergenossenschaft
- EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel
- Gemeinde Blankenheim
- Gemeinde Holzwickede
- Gemeinde Jüchen
- Gemeinde Riedstadt
- Gemeinde Roetgen
- Gemeinde Schlangen
- Hallesche Wasser und Abwasser GmbH
- Hamburger Stadtentwässerung AöR
- LINEG – Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft
- Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG
- Ruhrverband
- Schwalmtalwerke AöR
- Stadt Ahaus
- Stadt Alsdorf
- Stadt Altena
- Stadt Augsburg
- Stadt Bad Honnef
- Stadt Bad Salzuflen
- Stadt Balve
- Stadt Bielefeld
- Stadt Bochum
- Stadt Dinslaken
- Stadt Düsseldorf
- Stadt Elmshorn
- Stadt Erkelenz
- Stadt Frankenthal (Pfalz)
- Stadt Frankfurt am Main
- Stadt Freudenberg
- Stadt Herford
- Stadt Herten
- Stadt Hilden
- Stadt Kiel
- Stadt Kierspe
- Stadt Minden
- Stadt Monschau
- Stadt Nürnberg
- Stadt Olpe
- Stadt Plettenberg
- Stadt Porta Westfalica
- Stadt Recklinghausen
- Stadt Rheine
- Stadt Rietberg
- Stadt Straubing
- Stadt Stuttgart
- Stadt Vellmar
- Stadt Vlotho
- Stadt Willich
- Stadt Würselen
- Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen, AöR
- Stadtentwässerung Garbsen
- Stadtentwässerung Göttingen
- Stadtentwässerung Hagen AöR
- Stadtentwässerung Hemer SEH
- Stadtentwässerung Mülheim/Ruhr GmbH
- Stadtentwässerung Neuss
- Stadtentwässerung Peine
- Stadtentwässerung Reutlingen
- Stadtentwässerung Schwerte GmbH
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR
- Stadtentwässerungsbetrieb Lüdenscheid, AöR
- Städtische Werke Magdeburg GmbH
- Stadtwerke Aachen AG
- Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co. KG
- Stadtwerke Barmstedt
- Stadtwerke Brilon AöR
- Stadtwerke Essen AG
- Stadtwerke Kevelaer
- Stadtwerke Neuenrade AöR
- Stadtwerke Sundern
- Technische Betriebe Leverkusen
- Technische Werke Burscheid AöR
- Technische Werke Emmerich am Rhein GmbH
- Thames Water Utilities Ltd., London
- Verbandsgemeindewerke Kirchheimbolanden
- Verbandsgemeindewerke Winnweiler
- Wirtschaftsbetriebe Duisburg
- Wupperverband
- Zentraler Betriebshof der Stadt Marl

Verein der Wirtschaft zur Förderung des IKT e.V.

Mitglieder (Stand April 2007)

- Amitech Germany GmbH
- bauku, Troisdorfer Bau- und Kunststoff GmbH
- BDE – Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.
- Beck GmbH
- Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG
- DS Dichtungstechnik GmbH
- DWA Landesverband Nordrhein-Westfalen
- Emunds & Staudinger GmbH
- EuroCeramic Steinzeugrohre GmbH
- Fachverband Steinzeugindustrie e. V.
- FITR – Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau e. V.
- Franz Fischer Ing.-Büro GmbH
- Geochemie Sanierungssysteme GmbH
- German Water e. V.
- GSTT – German Society for Trenchless Technology e. V.
- HOCHTIEF Construction AG CIVIL ENGINEERING AND WATER KÖLN
- Hydro-Ingenieure GmbH
- IBAK Helmut Hunger GmbH Co. KG
- Ingenieurbüro Reinhard Beck
- Ingenieurbüro Udo Wiese
- INGPLAN GmbH
- Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH
- jt-elektronik gmbh
- KLT-Consult Klare u. Thöneböhn GmbH
- KMG Pipe Technologies GmbH
- Konstaplan GmbH
- KST GmbH Kanal-Sanierungs-Technik
- MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.
- Mr. Pipe Rohr- und Kanalsanierungstechnik GmbH
- OTTO-Tiefbau GmbH & Co. KG
- Pader Kanaltechnik-Rohr Frei GmbH & Co. KG
- Prokasro Mechatronik GmbH
- RICO Gesellschaft für Mikroelektronik mbH
- Rohr- und Kanal Umwelttechnik Franz Janßen GmbH
- RS Technik AG
- Saint-Gobain Gussrohr GmbH & Co. KG
- Schacht + Trumme GmbH
- Städtler + Beck GmbH
- Theodor Cordes GmbH + Co. KG
- Tiefbau-Berufsgenossenschaft
- Tracto-Technik GmbH
- TROLINING GmbH
- Uhrig Kanaltechnik GmbH
- VDRK – Verband Dt. Rohr- und Kanal-Technik-Unternehmen e.V.
- VSB Verband zertifizierter Sanierungs-Berater für Entwässerungssysteme e.V.
- Wissenschaftsstiftung Deutsch-Tschechisches Institut (WSDTI)

Die stets aktuellen Mitgliederlisten sowie Infos zum Beitritt sind zu finden im Internet:
www.ikt.de/mitglieder

Mensch · Produkt · Service

Alles im grünen Bereich.
Das Abwasser-Programm von PLASSON.

Das LightFit Abwasserprogramm. Variabel im Einbau durch Flexwinkel und Abwassersattel – der beim IKT Warentest mit sehr gut bewertet wurde – Spezialwerkzeuge und die bewährte Fusamatic Schweißtechnik. Das komplette Programm für die Abwassertechnik.

Für ein persönliches Beratungsgespräch sind wir gern für Sie da: (02 81) 9 52 72-0
Und Ihr Besuch im Internet ist herzlich willkommen unter: www.plasson.de

PLASSON®

PLASSON GMBH
Krudenburger Weg 29 · 46485 Wesel
Telefon: (02 81) 9 52 72-0 · Telefax: (02 81) 9 52 72 27 · E-mail: info@plasson.de · Internet: www.plasson.de

Klemmfittings · Elektro-Schweißfittings · LightFit Abwasser-Programm · Schweißgeräte · Werkzeuge · Zubehör · PVC-U Klebefittings

KMG - IHR PARTNER
IN DER SANIERUNG VON
ROHRSYSTEMEN FÜR DIE
VER- UND ENTSORGUNG

KMG Pipe Technologies GmbH
Oberanger 32 · 80331 München
Tel: 089/2323640 · Fax: 089/23236459
mail@kmg.de · www.kmg.de

KMG
A CPT COMPANY

Brandenburger

Brandenburger
Schlauchlining

Das High Tech Verfahren mit UVA-Lichtaushärtung für die grabenlose Sanierung von Kanälen Kreisprofil DN 150 – 1000 und Eiprofil 200/300 – 800/1200. Ein bewährtes System aus einer Hand: Linerproduktion, Equipment, Technik, Service & Support.

Weitere Vorteile:

- nahtlose Schlauchliner mit hoher und dauerhafter Festigkeit
- schnellste gesteuerte und kontrollierte Harzaushärtung
- permanente und nachweisbare Qualitätskontrolle während des Einbaus durch UVA-Lichtaushärtung
- weltweit bewährtes System: seit 1993 Projekte in 26 Ländern mit über 1.500.000 m Liner

Brandenburger Liner GmbH & Co. KG
Taubensuhlstraße 6
D - 76829 Landau/Pfalz
Tel. +49 6341/ 51 04 -0
Fax +49 6341/ 51 04 -155
e-mail:info@brandenburger.de

www.brandenburger.de

Unser Vorbild, bei 360°
Scharfäugig wie auf der Jagd bei Nacht, deckt die IBAK PANORAMO selbst kleinste Schäden auf und hält fest, was sie hat.
Das zeichnet sie besonders aus:
• Lückenlose Streckenaufnahme
• Inspektionsgeschwindigkeit: bis zu 35 cm/sek.
• Aufspüren von Infiltration
IBAK – Quality makes the difference
IBAK
www.ibak.de

ISAS
Ingenieure für Sanierung von Abwasser-Systemen
www.kanalsanierung.com
info@kanalsanierung.com
Beratung, Planung und Projektsteuerung für Sanierungen von Rohrleitungsnetzen
Gutachten Kanalsanierung
Instandhaltungs- und Kanalmanagement für Kommunen und Industrie
Optimierung von Abwasseranlagen in Industrie und Krankenhäusern
Biologische Abwasserreinigungsanlagen für KFZ-Industrie
Kanaldateninformationssysteme und GIS
Großprofil - Verfilmung und Dokumentation

JT elektronik gmbh
D-88131 Lindau / Bodensee
mehr erkennen und dokumentieren mit:
• SPHERIX
digitale „duo-Kamera" mit vertikaler, horizontaler und radialer Sicht, hochauflösende Mantelabwicklung über „Twin-screen"-Technik, hochauflösende Einzel-JPEG-Bilder von Schäden, Abzweigen, etc.
• Lindauer Mini-Schere
ideale - auch Satelliten- Kamera für verzweigte Rohrleitungssysteme mit optimaler Bildqualität, keine dauernd vorstehende Leitvorrichtung
• ASYS
automatische Vermessung des Kanalverlaufs durch integrierte 3D-Mess-Sensoren mit DXF und ASCII-Schnittstelle
GIS-Konform mit geoASYS
• Brunnen und Schachtkameras
• Kabelverlegeroboter
• Sanierungsequipments
mehr unter:
Tel.: 08382-96736-0 Fax: 08382-96736-66
www.JT-elektronik.de E-Mail: Info@JT-elektronik.de

Qualität · Innovation · Zuverlässigkeit · Service
Mobile Maßstäbe weltweit!
Profis aus der Entsorgertranche setzen auf Spezialfahrzeuge aus dem Hause MÜLLER.
Tag für Tag - weltweit!
MÜLLER
MÜLLER Umwelttechnik GmbH & CO.KG · Julius-Müller-Str. 3 · D-32816 Schieder-Schwalenberg
Tel.: (05284/709-0 · Fax: (05284/709-130 · Internet: www.mueller-umwelt.de · eMail: info@mueller-umwelt.de

Wer hat`s erfunden?
das original
seit 1956
bauku
Innovationen für PROFILEEN®
Kunststoffrohrsysteme DN 300 bis DN 3500.
Neu!
Erster und einziger Hersteller für profilierte Großrohre aus Kunststoff mit DIBt-Zulassung für das Abwasserrohrsystem.

HENZE
plastic pipe technology

Sicherheit die man nicht sieht...

... mit "HENZE-Profilwickelrohr"
aus PE 80 / PE 100 oder PP,
dauerhaft dicht verschweißt.

Innovative Systemlösungen für:
- Abwassertechnik
- Wassertechnik
- Deponietechnik
- Chemie- & Anlagentechnik

Dienstleistungen
- Planung
- statische Berechnung
- Baubegleitung

www.henze-gmbh.de

HENZE GmbH Kunststoffwerk
Josef-Kitz-Str. 9
53840 Troisdorf

Tel.: 02241 98 19-0
Fax: 02241 98 19-20
e-mail: info@henze-gmbh.de

Impressum

www.ikt.de ◉ eNewsletter ◉ freies Abo

◉ IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gemeinnützige GmbH

Exterbruch 1
D - 45886 Gelsenkirchen

Tel.: +49 (0) 209 17806 - 0
Fax: +49 (0) 209 17806 - 88

www.ikt.de
info@ikt.de

PRÜFSTELLE
SCHLAUCHLINER

forschen | prüfen | beraten | testen

- Bestimmung von Materialkennwerten
- DIBt-anerkanntes Prüfinstitut
- Erst- und Eignungsprüfungen
- Baustellenprüfungen
- Gutachten

neutral
unabhängig
gemeinnützig

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

neutral
unabhängig
gemeinnützig

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

WAS MACHT DAS IKT?

Das IKT ist ein neutrales, unabhängiges und gemeinnütziges Institut. Es arbeitet praxis- und anwendungsorientiert an Fragen des unterirdischen Leitungsbaus. Schwerpunkt ist die Kanalisation. Das IKT bietet wissenschaftlich fundierte und praxisgerechte Prüfungen an. Infos über Projekte und Dienstleistungen unter: www.ikt.de

- Forschung
- Prüfungen
- Warentests
- Beratung
- Gutachten
- Seminare

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gemeinnützige GmbH

Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Tel.: +49 (0) 209 17806-0
Fax: +49 (0) 209 17806-88

www.ikt.de
info@ikt.de

Erschienen: April 2007
Auflage: 5.000 Stück

Schutzgebühr: 19,95 €