

Kurzbericht

Anschlusskanäle und Grundleitungen

- Schäden, Inspektion, Sanierung -



Kaltenhäuser, G.
Gelsenkirchen, Dezember 2005

Fördernde Stelle



Ministerium für
Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes NRW

Auftragnehmer



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Wissenschaftliche Leitung:

Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Gunter Kaltenhäuser

Dipl.-Ing. Claudia Homey

Dipl.-Ing. (FH) Janina Zerbock

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Schallenkamp

Wir danken den Projektbeteiligten für die inhaltliche Begleitung des Forschungsvorhabens aus Sicht der Praxis und für die fachliche Diskussion in 10 Lenkungskreissitzungen:

Dipl.-Ing. Theißen, Dipl.-Ing. Nellessen

Eigenbetrieb Abwasser Stadt Alsdorf

Dipl.-Ing. Wissen

Abwasserwerk Stadt Bergisch Gladbach

Dipl.-Ing. Imping

Stadt Dinslaken

Dipl.-Ing. Schuir

Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf

Dipl.-Ing. Restemeyer

Stadt Gladbeck

Dipl.-Ing. Fiedler, Dipl.-Ing. Meyer

Stadtentwässerung Göttingen

Dipl.-Ing. Drieschner, Dipl.-Ing. Enders

Stadt Hilden

Dipl.-Ing. Büser

Stadtentwässerungsbetriebe Köln

Dipl.-Ing. Koch, Dipl.-Ing. Pielot

Stadt Neuss

Dipl.-Ing. Spinnraker, Dipl.-Ing. Lausberg,
Dipl.-Ing. AmbergNiederrheinische Versorgung und Verkehr AG
(NVV)

Dipl.-Ing. Reisch

Stadtwerke Quickborn

Dipl.-Ing. Becker, Dipl.-Ing. Wiedemann

Stadt Recklinghausen

Dipl.-Ing. Cornelsen, Dipl.-Ing. Czuba

Entsorgungsbetriebe Warendorf

Dipl.-Ing. Thoma

Staatliches Hochbauamt Würzburg

Gelsenkirchen, Dezember 2005

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund.....	2
2	Untersuchungsprogramm	2
3	Inspektion	3
3.1	IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“	3
3.2	Fazit.....	3
4	Sanierung	4
4.1	IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“.....	4
4.2	Schlauchlining ausgehend vom Hauptkanal.....	4
4.3	Spiralrohrrelining	5
4.4	Bohrverfahren	5
4.5	Berstverfahren	6
4.6	Flutungsverfahren.....	6
4.6.1	STAUBCO-Verfahren	7
4.6.2	TUBOGEL-Verfahren.....	8
4.7	Fazit.....	8
5	Schlussfolgerungen für die Verfahrensauswahl	9
5.1	Inspektionsverfahren	9
5.2	Sanierung	9
6	Literatur	13

1 Hintergrund

Laut DWA-Umfrage des Jahres 2004 [1] besteht im privaten Entwässerungssystem zukünftig ein erheblicher Handlungsbedarf. Für Grundstückseigentümer leitet sich der Handlungsbedarf aus den Anforderungen aus dem Wasser - und Strafrecht (vgl. StGB [2], WHG [3]) sowie seit dem 01. Januar 1996 auch aus der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (BauO NRW) [4] ab. Diese fordert in § 45 Abs. 5 unter anderem, dass die Dichtheit bestehender Anlagen zu prüfen ist. Im Bereich der Anschlusskanäle sind neben den Grundstückseigentümern bei der Instandhaltung auch die öffentlichen Netzbetreiber im Zuge der Umsetzung der SÜwV Kan [5] in der Pflicht, da in Abhängigkeit von der örtlichen Satzung Teile der Anschlusskanäle zur öffentlichen Kanalisation gehören.

Es ist davon auszugehen, dass Grundstückseigentümer aufgrund mangelnder Fachkenntnisse sowohl bei der Inspektion als auch bei der Auswahl geeigneter Sanierungsverfahren für Grundleitungen und Anschlusskanäle überfordert sind. Auch die öffentlichen Netzbetreiber haben mit der Inspektion und Sanierung privater Abwasserleitungen häufig wenig Erfahrung.

Dies veranlasste das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW) sowie 14 Kanalnetzbetreiber das IKT mit dem Forschungsvorhaben „Vergleichende Prüfung der Qualität von Sanierungsverfahren für Anschlusskanäle“ (Az. IV-9-041 105 0180) zu beauftragen.

Im Rahmen dieses Projektes wurde anhand von Prüfungen bzw. Tests die Qualität von Verfahren zur Inspektion und Sanierung von Anschlusskanälen und Grundleitungen untersucht. Darauf aufbauend werden Hinweise für den Verfahrenseinsatz in der Praxis gegeben. Eine besondere Rolle nahmen hierbei die 14 am Projekt beteiligten Kanalnetzbetreiber ein, mit denen in Lenkungskreissitzungen die Projektinhalte, Prüfprogramme und Bewertungskriterien eng abgestimmt wurden.

2 Untersuchungsprogramm

Schwerpunkt des Projektes waren Verfahrensprüfungen. Als Basis wurden die Besitzverhältnisse und technischen Grundlagen der Grundstücksentwässerung sowie die Schadensbilder an Anschlusskanälen bzw. Grundleitungen und deren Auswirkungen betrachtet.

Im Fokus der Verfahrensprüfungen standen zum einen Systeme, die eine Inspektion von Grundstücksentwässerungsnetzen ausgehend von einem einzelnen Zugangspunkt ermöglichen, zum anderen folgende Verfahren zur Sanierung von Anschlusskanälen bzw. Grundleitungen in geschlossener Bauweise:

- Schlauchliner (Einsatz ausgehend von der Revisionsöffnung),
- Bohr- und Berstverfahren und
- Flutungsverfahren.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen der Sanierungsverfahren stand die Dichtheit, Funktionsfähigkeit (Entsorgungssicherheit) und Standsicherheit der sanierten Kanäle bzw. Leitungen. Weiterhin wurden die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren betrachtet. Einige Verfahrensanbieter lehnten eine Teilnahme am Projekt ab (vgl. Anhang der Langfassung).

Im Falle von zwei Verfahrensgruppen war für die beteiligten Netzbetreiber die Qualität der unterschiedlichen am Markt angebotenen Produkte von besonderem Interesse. Diese Produkte wurden in IKT-Warentests vergleichend getestet. Ziel des IKT-Warentests ist es, die Qualität der am Markt angebotenen Produkte zu bewerten, Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen entsprechenden Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Anbietern auch genutzt werden. Nachstehende Tests wurden durchgeführt:

IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ [6]

Vergleichender Test der Produktqualität von sechs Inspektionssystemen für die Untersuchung von Grundstücksentwässerungsnetzen ausgehend von einem einzelnen Zugangspunkt.

IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ [7]

Vergleichender Test der Produktqualität von acht Schlauchlinern für die Sanierung von Anschlusskanälen und -leitungen ausgehend von der Revisionsöffnung.

3 Inspektion

3.1 IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“

Folgende Inspektionssysteme wurden im IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ getestet: Aaligator der Schwarz Umweltservice GmbH, Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500, Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 mit Dreh-/Schwenkkopf und Göttinger-ZK-Kanalwurm 50/300 (mini) der IMS Robotics GmbH, Lindauer Schere (mini) der JT-elektronik GmbH und ORION L (Kieler Stäbchen) der IBAK Helmut Hunger GmbH Co. KG. Alle getesteten Systeme erlauben eine Erfassung von Grundstücksentwässerungsnetzen ausgehend von einem einzelnen Zugangspunkt.

Ergänzend wurden in den In-situ-Untersuchungen des Tests die Arbeitsweise und -qualität der Inspektoren sowie die technischen Möglichkeiten zur Erfassung von Leitungsverläufen betrachtet.

Die Inspektionssysteme wurden in Versuchsnetzen im Großversuchsstand des IKT eingesetzt und einem umfassenden Prüfprogramm unterzogen. Die Inhalte und Ergebnisse – Prüfung, Bewertung und Bildung von Prüfurteilen (Noten) – des IKT-Warentests „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ sind ausführlich in [6] beschrieben. Eine Zusammenfassung des Tests enthält [8].

3.2 Fazit

Der IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ zeigt grundsätzlich, dass am Markt mittlerweile qualitativ hochwertige Inspektionssysteme angeboten werden, die eine Inspektion von Grundstücksentwässerungsnetzen ausgehend von einem einzelnen Punkt ermöglichen. Die von der Industrie entwickelten Systeme erfüllen die Anforderungen der Netzbetreiber weitgehend, allerdings mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass sich die Systemtechnik unterscheidet. Obwohl die Technik der getesteten Inspektionssysteme als verhältnismäßig hoch entwickelt bezeichnet werden kann, wurden im vorliegenden Test für alle Systeme Verbesse-

rungspotentiale erkannt. Erhebliche Schwächen zeigten sich bei der Dokumentation der Leitungszustände durch die Inspektoren. Zum Beispiel wurden Bogenwinkel und Schäden i. d. R. ohne weitere Hilfsmittel nach Einschätzung des Inspektors angegeben. Verbesserungen bzgl. der Dokumentation sind zwingend erforderlich, z. B. durch Schulungen für Inspektoren. Deutlich zeigten die ergänzenden Untersuchungen und laufenden Entwicklungen der Anbieter aber auch Perspektiven auf. So ist zu erwarten, dass sich komplexe und schwer zugängliche Leitungsverläufe zukünftig genauer erfassen lassen.

4 Sanierung

Neben den Inspektionssystemen wurden im Projekt Verfahren zur Sanierung in geschlossener Bauweise untersucht. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand die Dichtheit, Funktionsfähigkeit (Entsorgungssicherheit) und Standsicherheit der sanierten bzw. erstellten Kanäle. Weiterhin wurden die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren betrachtet.

4.1 IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“

Schlauchliner (Einsatz von der Revisionsöffnung) wurden im IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ geprüft. Folgende acht Schlauchliner wurden getestet: BendiLiner, EasyLiner GmbH; BRAWOLINER - FIX, Karl Otto Braun KG; DrainLiner, epros GmbH; DrainPlusliner, epros GmbH; Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH; Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG; ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG; SoftLiner, EasyLiner GmbH.

Zwei der acht angefragten Anbieter, die Mr. Pipe GmbH und die Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH, sagten die Teilnahme an dem Test ab. Die Begründungen hierfür sind in den Absageschreiben in Anhang I bzw. Anhang II der Langfassung dargestellt.

Die Schlauchliner wurden praxisnah im Großversuchsstand des IKT eingesetzt und einem umfassenden Prüfprogramm unterzogen. Die Inhalte und Ergebnisse – Prüfung, Bewertung und Bildung von Prüfurteilen (Noten) – des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ sind ausführlich in [7] beschrieben. Eine Zusammenfassung des Tests enthält [9].

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass die Schlauchliner grundsätzlich auch bei stark bogengängigen Kanalverläufen eingesetzt werden können. Die Dichtheitsanforderungen der Netzbetreiber wurden jedoch von den meisten Schlauchlinern nur selten erfüllt. Die durchgeführten Prüfungen offenbarten darüber hinaus erhebliche Schwankungen in der Linerqualität sowohl über den Umfang als auch über die Länge der Liner. Auch die Qualitätssicherung zeigt derzeit noch Lücken, meist ist sie erst in Vorbereitung.

4.2 Schlauchlining ausgehend vom Hauptkanal

Zur Untersuchung des Einsatzes von Schlauchliner-Verfahren, die eine Sanierung ausgehend vom Hauptkanal ermöglichen, wurde mit den beteiligten Netzbetreibern ein Versuchsaufbau und ein Prüfprogramm abgestimmt. Die Netzbetreiber bestimmten die Verfahren „Ferngesteuerte Anschlussanierung“ der Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH und das „Langhutverfahren“ der ProKasro GmbH für die Untersuchung. Anschließend wurden die Anbieter dieser Verfahren bzgl. einer Teilnahme an dem Projekt angefragt.

Sowohl die Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH als auch die ProKasro GmbH lehnten jedoch die Teilnahme an der Untersuchung ab. Beide Anbieter gaben an, dass sich die Un-

tersuchung mit der Weiterentwicklung der jeweiligen Systeme überschneiden würde. Die Absageschreiben finden sich in Anhang III bzw. IV der Langfassung.

4.3 Spiralrohrrelining

Für die Untersuchung des Einsatzes des Spiralrohrrelinings wurde mit den beteiligten Netzbetreibern ein Versuchsaufbau und ein Prüfprogramm abgestimmt. Die Netzbetreiber bestimmten das Flexoren-Verfahren der Uponor Anger GmbH für die Untersuchung. Der Anbieter dieses Verfahrens wurde bzgl. einer Teilnahme an dem Projekt angefragt.

Die Uponor Anger GmbH lehnte die Teilnahme an der Untersuchung ab. Dies wurde mit den nicht fachgerecht eingebauten Anschlussstutzen der Versuchskanäle begründet, da die Anbindung an diese Stutzen beim Einsatz des Flexoren-Verfahrens problematisch sei. Das Absageschreiben findet sich in Anhang V der Langfassung. In [10] und [11] sind Erfahrungen mit dem Einsatz des Spiralrohrrelinings in Kanälen und Leitungen von Grundstücksentwässerungsnetzen dargestellt.

4.4 Bohrverfahren

Für die Untersuchung von Bohrverfahren im Großversuchsstand des IKT wurden von den Netzbetreibern nachfolgende Verfahren ausgewählt:

- Grundopit S (gesteuerte Kleinbohranlage) der Tracto-Technik GmbH, Bohrung aus dem Schacht.
- Grundomat 180 (ungesteuerter Erdverdrängungshammer) der Tracto-Technik GmbH, Bohrung aus der „Baugrube“.
- Ungesteuertes Bohrtec-Bohrverfahren der Bohrtec GmbH, Bohrung aus der „Baugrube“.

Die wesentlichen Schlussfolgerungen aus den praxisnahen Einsätzen dieser Verfahren sowie den anschließenden Prüfungen sind nachfolgend aufgeführt:

- Alle Verfahren ermöglichen die Erstellung von neuen Anschlusskanälen in geschlossener Bauweise. Die erstellten Anschlusskanäle waren funktionsfähig und dicht. Die Standsicherheit der Kanäle war augenscheinlich gegeben.
- Die Verläufe der Bohrungen wichen nur geringfügig von den anvisierten Zielpunkten ab. Die in den Versuchsstand eingebrachten Hindernisse führten optisch nicht zu Abweichungen von der geplanten Bohrtrasse. Umliegende Leitungen wurden nicht beschädigt.
- Die mit der Grundopit S (gesteuerte Kleinbohranlage) und dem ungesteuerten Bohrtec-Bohrverfahren erstellten Anschlusskanäle konnten aufgrund der Bohrgenauigkeit bzw. des Vorgehens bei der Bohrung mit Spezialdichtelementen an den Schacht des Versuchsaufbaus angeschlossen werden. Ein mit dem ungesteuerten Bohrtec-Bohrverfahren erstellter Anschlusskanal wurde hierbei vergleichbar zum Anschluss an nicht begehbare Schächte bzw. Hauptkanäle mit einem Spezialdichtelement (System „Bohrtec“) angeschlossen.
- Lediglich nach Erstellung des Anschlusskanals mit der Grundomat 180 (ungesteuerter Erdverdrängungshammer) musste der Anschluss durch Mörtelummantelung er-

stellt werden. Da bei der Kernbohrung im Schacht des Versuchaufbaus die Position des Erdverdrängungshammers an der Schachtaußenwand nicht exakt getroffen wurde, musste in diesem Fall das bereits erstellte Bohrloch durch Rammen mit dem Erdverdrängungshammer erweitert werden. Hierdurch entstanden Ausbrüche an der Schachtwand.

- Eine Dichtheitsprüfung der Anschlussstellen im Schacht des Versuchaufbaus konnte nicht durchgeführt werden. Ein entsprechendes Prüfgerät zur Einzelprüfung der Anschlüsse war nicht verfügbar. Ggf. ist hier eine entsprechende Entwicklung anzustreben (vgl. [12]).

4.5 Berstverfahren

Im Rahmen des Projektes wurde das statische Berstverfahren Grundoburst der Tracto-Technik GmbH im Großversuchsstand des IKT eingesetzt. Nachfolgend sind die wesentlichen Schlussfolgerungen aus dem praxisnahen Einsatz des Verfahrens sowie den anschließenden Prüfungen aufgeführt:

- Das Verfahren ermöglicht die Erstellung von neuen Anschlusskanälen in geschlossener Bauweise. Der erstellte Anschlusskanal war funktionsfähig und dicht. Die Standicherheit des Kanals war augenscheinlich gegeben.
- Die optische Inspektion zeigte einen geradlinig verlaufenden Kanal ohne signifikante Veränderungen (z. B. Riefenbildung).
- Der Anschluss an den Schacht des Versuchaufbaus wurde durch Mörtelummantelung erstellt. Eine Dichtheitsprüfung des Schachtanschlusses wurde nicht durchgeführt (vgl. 4.4).

4.6 Flutungsverfahren

Für die Untersuchung von Flutungsverfahren wählten die beteiligten Netzbetreiber das Sanipor-Verfahren der Sanipor GmbH, das STAUBCO-Verfahren der Staub & Co. Chemiehandelsgesellschaft mbH (vertreten durch den Vertriebspartner Brenntag GmbH) und das TUBOGEL-Verfahren der Geochemie Sanierungssysteme GmbH aus. Die Sanipor GmbH lehnte die Teilnahme an der Untersuchung ab (siehe auch Absageschreiben in Anhang VI der Langfassung).

Mit dem STAUBCO-Verfahren wurden Entwässerungsnetze im Großversuchsstand des IKT bei unterhalb des Netzes anstehendem Wasser und in einem mittelformatigen Versuchsstand ohne anstehendes Wasser saniert. Das TUBOGEL-Verfahren wurde im Großversuchsstand nicht eingesetzt, da sich nach der Sanierung mit dem STAUBCO-Verfahren die Materialkomponenten soweit ausgebreitet hatten, dass eine Beeinflussung des Verfahrenseinsatzes nicht ausgeschlossen werden konnte. Mit dem TUBOGEL-Verfahren wurde ein Netz in einem mittelformatigen Versuchsstand mit unterhalb des Netzes anstehendem Wasser saniert.

Aus Sicht der jeweiligen Sanierungsfirmen wurden bei den Einsätzen des STAUBCO-Verfahrens und des TUBOGEL-Verfahrens außergewöhnlich hohe Materialmengen verbraucht, welche auf einen besonderen Schädigungsgrad der Netze zurückzuführen seien.

Sowohl für die Reinigungsarbeiten während der Sanierungen als auch für das Einbringen der Flutungskomponenten wurden die in die Versuchsnetze eingebrachten Falleitungen genutzt. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen keine Aussagen zur Dauerhaftigkeit von Sanierungen mit dem Flutungsverfahren zu. Erkenntnisse hierzu sind beispielsweise in [13] dargestellt.

4.6.1 STAUBCO-Verfahren

Der Einsatz des STAUBCO-Verfahrens und die anschließenden Prüfungen lassen folgende Schlussfolgerungen für dieses Verfahren zu:

- Das STAUBCO-Verfahren war, wie die Untersuchungen im Großversuchsstand zeigten, bei unterhalb des Netzes anstehendem Wasser nahezu wirkungslos. Die Schadstellen der Netze im Großversuchsstand konnten nicht abgedichtet werden. Die Flutungskomponenten hatten sich lediglich zu einer Art Weichgel verbunden. Die Vertreter der Brenntag AG (Vertriebspartner der Staub & Co. Chemiehandelsgesellschaft mbH) und die Sanierungsfirma, welche die Arbeiten im IKT durchgeführt hatte, führten die fehlende Aushärtung des Materials auf das im Großversuchsstand vorhandene Wasser zurück (vgl. Schreiben der Sealfut GmbH in Anhang VII der Langfassung).
- Der Einsatz im mittelformatigen Versuchsstand zeigte, dass ohne Grundwassereinfluss eine Sanierung mit dem Verfahren möglich ist. Eine vollständige Abdichtung des kompletten Versuchsnetzes konnte mit dem STAUBCO-Verfahren allerdings nicht erreicht werden. Die angesprochenen Kriterien der DIBt-Zulassung (Leckrate 0,3 l/m² in 30 min) wurden bei der Dichtheitsprüfung nach Einsatz im mittelformatigen Versuchsstand bei einer Druckhöhe von 1,3 m zunächst überschritten und schließlich bei einer Druckhöhe von 1 m eingehalten. Nach Aufgrabung zeigte sich, dass zwar Teilnetze offensichtlich erfolgreich abgedichtet worden waren, in einem Bereich mit bindigem Boden wurden jedoch an zwei von fünf Schadstellen deutliche Undichtigkeiten beobachtet. Unter Umständen waren in diesen Fällen die bei der Flutung eingestellten Parameter (z. B. Druckhöhe, Flutungsdauer) nicht geeignet, um Material über die Schäden in den bindigen Boden zu pressen. Eine Sanierung bei wechselnden Bodenschichten scheint vor diesem Hintergrund schwierig bis problematisch.
- Die Geometrie der Anschlusskanäle und Grundleitungen (Nennweiten, Bögen usw.) schien ohne besonderen Einfluss für den Sanierungserfolg. Sofern nach der Sanierung entsprechende Reinigungsarbeiten durchgeführt werden, ist bei Einsatz des Verfahrens nicht mit Abflusshindernissen zu rechnen.
- Ein zuverlässiger Beitrag zur Standsicherheit wurde beim Einsatz des STAUBCO-Verfahrens nicht beobachtet. An zwei Schadstellen im bindigen Boden bildeten sich offensichtlich keine bzw. nur unvollständige Sanierungskörper aus. Zusätzlich zeigten Beobachtungen beim Ausbau, dass Sanierungskörper teilweise nicht vollständig ausgehärtet waren.

4.6.2 TUBOGEL-Verfahren

Der Einsatz des TUBOGEL-Verfahrens im mittelformatigen Versuchsstand und die anschließenden Prüfungen lassen folgende Schlussfolgerungen für dieses Verfahren zu:

- Der Einsatz des TUBOGEL-Verfahrens zeigte, dass eine Sanierung mit dem Verfahren auch bei unterhalb des Netzes anstehendem Wasser möglich ist. Eine vollständige Abdichtung des kompletten Versuchsnetzes konnte allerdings nicht erreicht werden. Die Kriterien der DIBt-Zulassung (Leckrate 0,3 l/m² in 30 min) wurden bei der Dichtheitsprüfung (überdecktes Gesamtnetz) mit einer Druckhöhe von 1,3 m zwar eingehalten, nach Aufgrabung zeigte sich aber in einem Bereich mit bindigem Boden an einer von fünf Schadstellen eine deutliche Undichtigkeit. Unter Umständen waren in diesem Fall die bei der Flutung eingestellten Parameter (z. B. Druckhöhe, Flutungsdauer) nicht geeignet, um Material über die Schäden in den bindigen Boden zu pressen. Eine Sanierung bei wechselnden Bodenschichten scheint vor diesem Hintergrund schwierig bis problematisch.
- Die Geometrie der Anschlusskanäle und Grundleitungen (Nennweiten, Bögen usw.) schien ohne besonderen Einfluss für den Sanierungserfolg. Sofern nach der Sanierung entsprechende Reinigungsarbeiten durchgeführt werden, ist bei Einsatz des Verfahrens nicht mit Abflusshindernissen zu rechnen.
- Ein zuverlässiger Beitrag zur Standsicherheit wurde beim Einsatz des TUBOGEL-Verfahrens nicht beobachtet. An einer Schadstelle im bindigen Boden bildete sich offensichtlich kein Sanierungskörper aus. Zusätzlich zeigten Beobachtungen beim Ausbau, dass Sanierungskörper teilweise nicht vollständig ausgehärtet waren.

4.7 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass mit den untersuchten Verfahren grundsätzlich eine Sanierung in geschlossener Bauweise möglich ist. Die Verfahrensqualität variierte hierbei allerdings zum Teil erheblich.

Der **IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“** bewertet acht Schlauchliner zur Sanierung von Anschlusskanälen. Die Test-Ergebnisse bestätigen, dass die Schlauchliner grundsätzlich auch bei stark bogengängigen Kanalverläufen eingesetzt werden können. Die Dichtheitsanforderungen der Netzbetreiber werden jedoch von den meisten Schlauchlinern nur selten erfüllt. Die durchgeführten Prüfungen offenbarten darüber hinaus erhebliche Schwankungen in der Linerqualität sowohl über den Umfang als auch über die Länge der Liner. Auch die Qualitätssicherung zeigt derzeit noch Lücken, meist ist sie erst in Vorbereitung.

Die untersuchten **Bohr- und Berstverfahren** zeigten eine Qualität, die es ermöglicht Kanäle zu erstellen, die mit einer fachgerechten Neuverlegung vergleichbar sind. Die erstellten Kanäle waren funktionsfähig und dicht. Die Standsicherheit der Kanäle war augenscheinlich gegeben. Allerdings beschränkt sich der Verfahrenseinsatz in der Grundstücksentwässerung i. d. R. auf die Erstellung von Anschlusskanälen, im Bereich der Grundleitungen sind die Verfahren z. B. aufgrund des Platzbedarfs weniger geeignet.

Die **Flutungsverfahren** sind vor allem für die Reparatur von verzweigten Leitungsnetzen mit extremen geometrischen Randbedingungen einsetzbar. Zwei der sanierten Versuchsnetze wurden von den beiden eingesetzten Verfahren weitgehend erfolgreich abgedichtet. An ein-

zelenen Schäden konnte jedoch keine Dichtwirkung erzielt werden. Produktabhängig ist auch mit Schwierigkeiten beim Verfahrenseinsatz zu rechnen, wenn im Leitungsumfeld Grundwasser ansteht.

Wie das **Schlauchlining ausgehend vom Hauptkanal** und das **Spiralrohrrelining** zu bewerten sind bleibt offen. Ein Einsatz im Rahmen des Vorhabens wurde durch die angefragten Produkthanbieter abgelehnt.

5 Schlussfolgerungen für die Verfahrensauswahl

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse werden die wesentlichen Schlussfolgerungen mit Blick auf die Auswahl geeigneter Verfahren zur Inspektion und Sanierung von Anschlusskanälen bzw. Grundleitungen nachfolgend zusammengefasst.

5.1 Inspektionsverfahren

Vor der Inspektion eines Grundstücksentwässerungsnetzes sollte die Zugänglichkeit des Netzes geklärt werden. Ist eine Zugänglichkeit an allen Falleitungen und Revisionsöffnungen bzw. Schächten ohne Umbauten gegeben, können u. U. „herkömmliche“ Verfahren (z. B. Schiebekamera, Fahrwagenkamera, Spülkamera) für die Inspektion eingesetzt werden.

Speziell für den Einsatz in Grundstücksentwässerungsnetzen entwickelte Inspektionssysteme ermöglichen die Befahrung, auch verzweigter Netzbereiche ausgehend von einem einzelnen Zugangspunkt (vgl. [6]). Hierdurch lassen sich vor allem Belästigungen, z. B. durch Demontage sanitärer Einrichtungen, vermeiden [14], [15]. Dies kann gleichzeitig wirtschaftliche Vorteile haben, da kostenintensive Umbauten vermieden werden.

Allerdings muss die Entscheidung für oder gegen ein System die Randbedingungen der Inspektionsaufgabe berücksichtigen. Die in [6] getesteten Systeme besitzen unterschiedliche Stärken und Schwächen z. B. hinsichtlich der Einsatzfähigkeit, des Erfassungsgrades und der Erfassungsqualität. Diese Unterschiede werden durch die IKT-Prüferteile in [6] deutlich.

Neben der Systemqualität wurde während der Untersuchung der Inspektionssysteme u. a. auch die Arbeit der Inspektoren betrachtet. Hierbei zeigten sich zum Teil erhebliche Schwächen bei der Dokumentation durch die Inspektoren (Bogenwinkel, Schäden). Auftraggeber sollten vor der Durchführung einer Inspektion daher einen Nachweis der Qualifikation des Inspektors, z. B. durch Schulungszeugnisse, verlangen.

5.2 Sanierung

Die Sanierungsverfahren wurden unter den Aspekten Dichtheit, Funktionsfähigkeit und Standsicherheit der sanierten Anschlusskanäle bzw. Grundleitungen und bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeiten (Leitungswerkstoffe; Leitungs- bzw. Netzgeometrien, z. B. Bögen, Nennweitenwechsel; anstehender Boden usw.) betrachtet. Nachfolgend werden die Eindrücke der Verfahren bzgl. der Dichtheit, Funktionsfähigkeit und Standsicherheit dargestellt sowie die Einsatzmöglichkeiten aufgeführt.

Tabelle 1: Eindrücke bzgl. der Verfahrensqualität auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse

Schlauchliner - Einsatz von der Revisionsöffnung	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standicherheit	Einsatzmöglichkeiten
Es wurden acht Liner zur Sanierung von Anschlusskanälen im IKT-Warentest untersucht. Detailliert sind die Ergebnisse in [7] dargestellt. Hier wird der Gesamteindruck wiedergegeben.	Dichtheit produktabhängig	Funktionsfähigkeit der Anschlusskanäle nach der Sanierung bei einzelnen Verfahren in Bögen eingeschränkt (Kanten-, Faltenbildung)	Verbesserung der Standicherheit möglich, Standicherheit grundsätzlich nachweisbar [16]	Geradlinig verlaufende Anschlusskanäle können faltenfrei renoviert werden; bei Renovierung von Kanälen und Leitungen mit Bögen und Dimensionswechseln sind bei einigen Produkten Kanten- und Faltenbildungen wahrscheinlich, im Extremfall entstehen Abflusshindernisse; Einsatz auf engstem Raum; keine Baugrube notwendig
Gesamteinschätzung: Geeignet zur Renovierung von Anschlusskanälen unter Nutzung der Altrohrsubstanz; Seitenzuläufe müssen nachträglich aufgefräst werden; keine Beeinträchtigung bzw. Störung durch Baugruben; Dichtwirkung, Funktionsfähigkeit und Standicherheit ist vom Liner-Produkt abhängig; im IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ [7] wurden acht Liner in unterschiedlichen Anwendungsfällen untersucht; detaillierte Angaben zur Dichtheit und Funktionsfähigkeit der einzelnen Produkte können dem Testbericht entnommen werden				
Schlauchliner – Einsatz ausgehend vom Hauptkanal	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standicherheit	Einsatzmöglichkeiten
FAS, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Keine Angaben möglich. Teilnahme vom Anbieter abgesagt (vgl. Absageschreiben im Anhang III der Langfassung)			
Langhutverfahren, ProKasro GmbH	Keine Angaben möglich. Teilnahme vom Anbieter abgesagt (vgl. Absageschreiben im Anhang IV der Langfassung)			
Gesamteinschätzung: Verfahrensqualität und Marktreife unklar				
Spiralrohrrelining	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standicherheit	Einsatzmöglichkeiten
Flexoren-Verfahren, Uponor Anger GmbH	Keine Angaben möglich. Teilnahme vom Anbieter abgesagt (vgl. Absageschreiben im Anhang V der Langfassung)			
Gesamteinschätzung: Verfahrensqualität und Marktreife unklar				

Fortsetzung Tabelle 1: Eindrücke bzgl. der Verfahrensqualität auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse

Bohrverfahren	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standsicherheit	Einsatzmöglichkeiten
Grundomat 180, Tracto-Technik GmbH	Dichtheit entsprechend Neubau	Funktionsfähigkeit entsprechend Neubau	Standsicherheit rechnerisch nachweisbar [17]	Erstellung von Anschlusskanälen mit ungesteuerter Bohrung (Richtungskorrektur kaum möglich); Einsatz auf engstem Raum; Start- und Ziel-Baugrube bzw. -Bauwerk notwendig
Grundopit S, Tracto Technik GmbH	Dichtheit entsprechend Neubau	Funktionsfähigkeit entsprechend Neubau	Standsicherheit rechnerisch nachweisbar [17]	Erstellung von Anschlusskanälen mit gesteuerter Bohrung (Richtungskorrektur möglich); Einsatz auf engstem Raum; Start- und Ziel-Baugrube bzw. -Bauwerk notwendig
Ungesteuertes Bohrverfahren, Bohrtec GmbH	Dichtheit entsprechend Neubau	Funktionsfähigkeit entsprechend Neubau	Standsicherheit rechnerisch nachweisbar [17]	Erstellung von Anschlusskanälen mit ungesteuerter Bohrung (Richtungskorrektur kaum möglich); Einsatz auf engstem Raum; Start- und Ziel-Baugrube bzw. -Bauwerk notwendig; Anschluss an nicht begehbare Bauwerke mit Spezialdichtelement über die Bohrung möglich
Gesamteinschätzung: Gut geeignete Verfahren zur Erneuerung von Anschlusskanälen in neuer Trasse; zielgenaue Bohrungen sind möglich, unterirdische Infrastruktur ist beim Einsatz zu beachten (kreuzende Leitungen); Seitenzuläufe müssen nachträglich in offener Bauweise angeschlossen werden; geringfügige Beeinträchtigung bzw. Störung durch Baugruben				

Berstverfahren	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standsicherheit	Einsatzmöglichkeiten
Grundoburst, Tracto-Technik GmbH	Dichtheit entsprechend Neubau	Funktionsfähigkeit entsprechend Neubau	Standsicherheit grundsätzlich nachweisbar [18]	Erstellung von Anschlusskanälen im geradlinig verlaufenden Altrohr (z. B. keine Bögen); Einsatz auf engstem Raum; Start- und Ziel-Baugrube bzw. -Bauwerk notwendig
Gesamteinschätzung: Gut geeignetes Verfahren zur Erneuerung von Anschlusskanälen in alter, geradliniger Trasse; Seitenzuläufe müssen nachträglich in offener Bauweise angeschlossen werden; geringfügige Beeinträchtigung bzw. Störung durch Baugruben				

Fortsetzung Tabelle 1: Eindrücke bzgl. der Verfahrensqualität auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse

Flutungsverfahren	Dichtheit	Funktionsfähigkeit	Standicherheit	Einsatzmöglichkeiten
STAUBCO -Verfahren, Staub & Co. Chemiehandels-gesellschaft mbH	Großteil des Versuchsnetzes erfolgreich abgedichtet, Netz nicht vollständig abgedichtet	Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt	Kein zuverlässiger Beitrag zur Standicherheit	Reparatur von Kanälen, Leitungen sowie ganzen Netzen mit extremen geometrischen Randbedingungen möglich; keine Baugrube notwendig; Einsatz bei Grundwasser nahezu wirkungslos; Sanierung bei wechselnden Bodenschichten möglicherweise schwierig bis problematisch
TUBOGEL -Verfahren, Geochemie Sanierungssysteme GmbH	Großteil des Versuchsnetzes erfolgreich abgedichtet, Netz nicht vollständig abgedichtet	Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt	Kein zuverlässiger Beitrag zur Standicherheit	Reparatur von Kanälen, Leitungen sowie ganzen Netzen mit extremen geometrischen Randbedingungen möglich; keine Baugrube notwendig; Einsatz bei Grundwasser im Leitungsumfeld möglich; Sanierung bei wechselnden Bodenschichten möglicherweise schwierig bis problematisch
Sanipor-Verfahren, Sanipor GmbH	Keine Angaben möglich. Teilnahme vom Anbieter abgesagt (vgl. Absageschreiben im Anhang VI der Langfassung)			
Gesamteinschätzung: Verfahren vor allem zur Reparatur von verzweigten Leitungsnetzen mit extremen geometrischen Randbedingungen geeignet; der notwendige Druckaufbau bei der Flutung kann Umbaumaßnahmen notwendig machen; keine Beeinträchtigung bzw. Störung durch Baugruben; Sanierung bei wechselnden Bodenschichten möglicherweise schwierig bis problematisch				

Alle untersuchten Verfahren haben den Vorteil, dass die Sanierung in geschlossener Bauweise erfolgen kann. Somit werden die bekannten Nachteile der offenen Bauweise (z. B. höhere Kosten, Schmutz- und Lärmbelästigung) vermieden.

Im Gesamtblick der Untersuchung von Verfahren zur Sanierung in geschlossener Bauweise bleibt festzuhalten, dass der Einsatz eine Abwägung der Chancen und Risiken notwendig macht und somit eine Einzelfallentscheidung bleibt. Ist eine Neuverlegung nicht oder nur mit erheblichem Aufwand möglich, stehen aber Verfahren zur Verfügung, die eine deutliche Verbesserung des Leitungszustandes in geschlossener Bauweise erlauben.

6 Literatur

- [1] Berger, C.; Lohaus, J.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der DWA-Umfrage, Hennef, 2004.
- [2] Strafgesetzbuch (StGB) vom 15. Mai 1871 in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. November 1998, zuletzt geändert durch Art. 1 G am 22. August 2002, hier §§324 ff.
- [3] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), vom 27. Juli 1957 in der Neufassung der Bekanntmachung vom 12. November 1996.
- [4] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NW); in der Fassung und Bekanntmachung vom 07. März 1995, zuletzt geändert am 24. Oktober 1998.
- [5] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitung von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SÜwV Kan); Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land NRW, Nr. 49: S. 64- 67; Düsseldorf 1995.
- [6] Bosseler, B; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, September 2005; download unter www.ikt.de.
- [7] Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, November 2005; download unter www.ikt.de.
- [8] Bosseler, B; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ - Kurzbericht; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, September 2005; download unter www.ikt.de.
- [9] Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ - Kurzbericht; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, November 2005; download unter www.ikt.de.
- [10] Bennerscheidt, C.: Ökologische Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in Abwasserkanälen und -leitungen und ökonomische Maßnahmen zur Schadensvermeidung und Sanierung; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, März 2001; download unter www.ikt.de.

-
- [11] Osebold, R.: Dichtheitsprüfung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsleitungen auf Chemischreinigungsstandorten (2. Teil); RWTH Aachen, ibb - Institut für Baumaschinen und Baubetrieb; Aachen, Dezember 2003.
- [12] Bosseler, B.; Bennerscheidt, C.: Entwicklung und Erprobung eines Gerätes zur Dichtheitsprüfung von Hausanschluss-Stutzen; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, August 2005.
- [13] Beyert, J.: Sanierung privater Hausanschlüsse und Grundleitungen – neue Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung; 6. Kölner Kanal Kolloquium 2005; Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 6.
- [14] Bosseler, B.; Harting, K.; Herrscher, M.: Einsatz eines neuartigen Verfahrens zur Zustandserfassung von Hausanschluss- und Grundleitungen bei Netzbetreibern in NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Mai 2005; download unter www.ikt.de.
- [15] Pinnekamp, J.; Stepkes, H.; Harting, K.; Herrscher, M.: Untersuchung einer Vorrichtung zur TV-Inspektion und Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungsleitungen; Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit dem IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Aachen, November 2004.
- [16] ATV-M 127, Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren; Hennef, Januar 2000.
- [17] ATV-A 161: Statische Berechnung von Vortriebsrohren; Hennef, Januar 1990.
- [18] Bosseler, B.; Liebscher et al.: Erneuerung mit dem Berstverfahren; Bemessung, Prüfung und Qualitätssicherung von Abwasserrohren; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, November 2003; download unter www.ikt.de.