

Entwicklung eines kostengünstigen Sanierungsverfahrens für Hausanschlüsse

Kurzbericht

Ausführende Stelle: RWTH Aachen
ibb - Institut für Baumaschinen und Baubetrieb
Mies-van-der-Rohe-Straße 1
52074 Aachen

Projektleiter: Dr.-Ing. Joachim Beyert

Auftraggeber: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (bbr)
Deichmanns Aue 31 - 37
53179 Bonn

Aachen, Juni 2010

Univ. Prof. Dr.-Ing. Rainard Osebold

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

(Aktenzeichen: Z 6 – 10.08.18.7 – 08.34/ II2 – F20 - 08 – 50)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel des Forschungsvorhabens	1
1.1	Konzept des Sanierungsverfahrens.....	1
2	Durchführung der Forschungsaufgabe.....	3
2.1	Einzugstechnik	3
2.2	Anbindung des Kunststoffrohres an das Kanalrohr	5
2.3	Software zur hydraulischen Bemessung	6
2.4	In situ Erprobung	7
3	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	8

1 Ziel des Forschungsvorhabens

Untersuchungen an Hausanschlüssen weisen aus, dass etwa 90 % der untersuchten Leitungen schadhaft und sanierungsbedürftig sind.¹ Zudem stellen schadhafte Anschlussstutzen im öffentlichen Kanal den häufigsten Schaden dar.² Würden hiervon nur 50 % nach dem heutigen Stand der Technik saniert, beliefe sich die Investitionssumme bei der Anzahl von 17,6 Mio. Wohngebäuden in Deutschland auf etwa 45 Mrd. Euro.

Bis zum Jahr 2015 sind aufgrund gesetzlicher Vorgaben in Deutschland Grundstücksentwässerungsanlagen erstmalig zu untersuchen und gegebenenfalls zu sanieren.^{3,4} Zudem müssen nach den Eigenkontrollverordnungen der Kommunen die Schäden an öffentlichen Kanälen zeitnah behoben werden. Daher werden Sanierungen an Anschlussstutzen häufig ausgeführt, auch wenn die dahinterliegenden Hausanschlüsse, obwohl ebenso schadhaft, zuerst einmal nicht mit saniert werden. Dies ist darin begründet, dass die Grundstückseigentümer die Kosten der Hausanschlusssanierung zu tragen haben und diese relativ hoch sind. Sinnvoll wäre hingegen, wenn Anschlussstutzen und Hausanschlüsse gleichzeitig saniert würden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die Entwicklung und Erprobung einer neuen Technik zur Sanierung von Hausanschlüssen und Anschlussstutzen mit folgenden Merkmalen:

- kostengünstiger als die bislang angebotenen Verfahren
- integrierte Stutzensanierung
- hohe Qualität der sanierten Leitung
- Verbesserung der Lagerung und Statik des Altrohres
- Vermeidung von Hinterläufigkeit
- Verhinderung von Wurzeleinwuchs
- nachhaltig und ökologisch vertretbar

Weiterhin muss die hydraulische Leistungsfähigkeit der sanierten Leitung sichergestellt sein.

1.1 Konzept des Sanierungsverfahrens

Hausanschlüsse leiten das Abwasser vom privaten Grundstück in die öffentliche Kanalisation. Sie beginnen in der Regel im Haus an einem Revisionsschacht und münden in einem Anschlussstutzen im öffentlichen Kanal (s. Bild 1). Stand der Technik ist der Einbau von sogenannten Schlauchlinern in schadhafte Hausanschlüsse. Der Liner besteht aus einem mit Kunstharz getränkten Gewebeslauch, der nach dem Einbau vor Ort aushärtet. Dieses Verfahren erfordert ein hohes Maß an Know-how und sehr sorgfältige und gewissenhafte Ausführung. Als Alternative zu einem vor Ort hergestellten Liner wird am Markt ein werksmäßig vorgefertigtes

¹ vgl. Thoma, R.; Goetz, D., Zustand von Grundstücksentwässerungsanlagen, 2008, S. 116 – 130.

² vgl. Berger, C.; Lohaus, J., Zustand der Kanalisation, 2005, S. 528 – 539.

³ vgl. DIN 1986-30, Entwässerungsanlagen für Gebäude, 2003

⁴ vgl. MUNLV - NRW, Hausanschluss dicht?, o.J.

flexibles Kunststoffrohr (Flexoren Rohr) angeboten. Dieses Kunststoffrohr wird aber in nur geringem Maße eingesetzt, da hierfür eine praktikable Einzugstechnik nicht existiert.

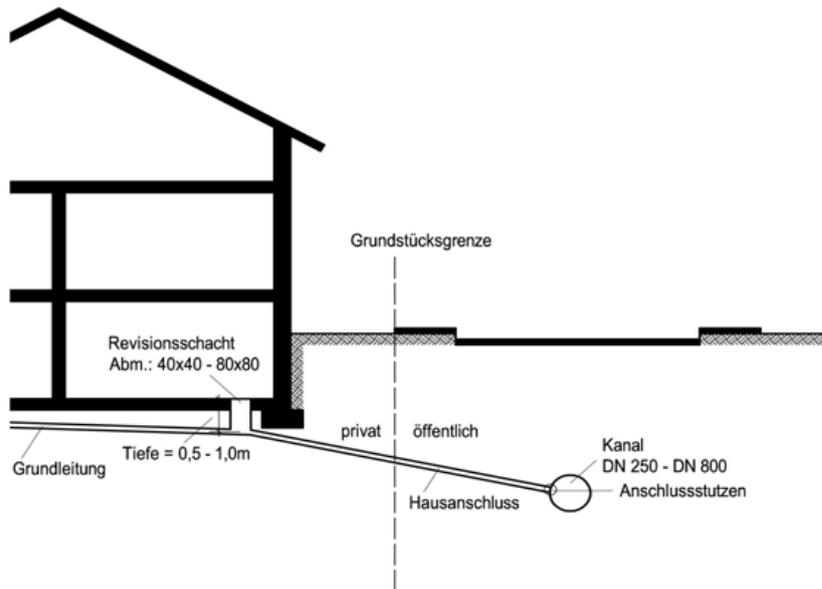


Bild 1: Hausanschluss und Anschlussstutzen

Die Aufgabe besteht nun darin, für dieses marktverfügbare Kunststoffrohr eine entsprechende Einzugstechnik zu entwickeln. Hierbei soll das Kunststoffrohr vom Revisionschacht im Haus bis zum Kanal in den bestehenden, schadhafte Hausanschluss eingebracht werden (Bild 2).

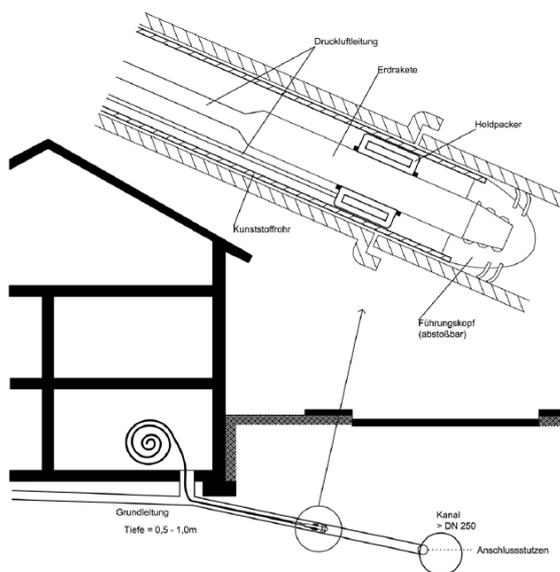


Bild 2: Prinzip der Einzugstechnik

Zum Einziehen des Kunststoffrohres soll eine sogenannte Erdrakete, die hierfür entsprechend modifiziert werden muss, verwendet werden. Die weitere Aufgabe besteht darin, das in den Hausanschluss eingebrachte Kunststoffrohr dicht an das Kanalrohr anzuschließen. Hierfür sollen ein marktgängiger Kanalroboter und eine ursprünglich für die Abdichtung von Kanalrohrverbindungen entwickelte Injektionstechnik eingesetzt werden. Das Prinzip ist in Bild 3 dargestellt.

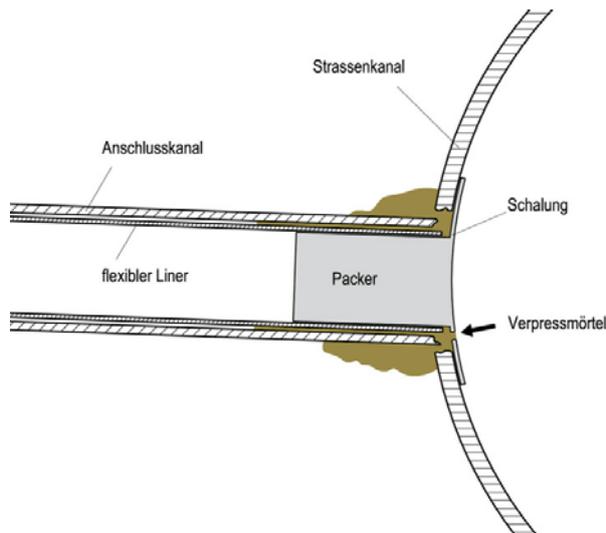


Bild 3: Sanierter Anschlussstutzen mit eingebundenem Flexorenrohr

Da das Kunststoffrohr naturgemäß einen kleineren Innendurchmesser als die ursprüngliche Hausanschlussleitung aufweist, ist ein Software-Programm zu entwickeln, bei dem alle relevanten Parameter Eingang finden und mit dem dann die ausreichende Leistungsfähigkeit des sanierten Hausanschlusses nachgewiesen werden kann.

2 Durchführung der Forschungsaufgabe

Die Aufgabenstellung gliedert sich somit in drei weitgehend unabhängige Teile, die nachfolgend dargestellt werden.

2.1 Einzugstechnik

Die bekannte Reliningtechnik mit Kunststoffrohren sieht vor, dass von einem Start- zu einem Zielschacht ein Kunststoffrohr in ein bestehendes Kanalrohr mit einer Winde eingezogen oder mit einer hydraulischen Presse eingeschoben wird. Hierbei ist es vorteilhaft, dass Abwasserkanäle zwischen zwei Schächten gradlinig verlegt sind.

Das Verfahren muss jedoch modifiziert werden, da Hausanschlüsse in der Regel in den Hauptkanal münden und somit nur von einer Seite vom Revisionsschacht aus zugänglich sind. Das hierauf abgestimmte Konzept sieht vor, das Einziehen des Rohrstrangs mit einer „Erdrakete“ durchzuführen, die nach Abschluss des Einziehvorgangs durch das verlegte Rohr wieder geborgen werden kann (Bild 4).

An der Spitze der Erdrakete wird ein spezieller Einzugkopf montiert, der mit insgesamt vier Kunststoffscheiben bestückt wird. Die Scheiben stülpen sich beim Einzug so um, dass der Impuls der Erdrakete beim Zurückführen des inneren Schlaghammers auf das Altrohr übertragen werden kann. Die Schlagkraft in Einzugrichtung wird dagegen nur minimal behindert. Der Einzugkopf ist im Inneren konisch ausgefräst, sodass eine Verbindung nach dem Prinzip der Selbsthemmung mit dem an der Spitze der Erdrakete angeordneten Konus möglich ist. Nach dem Einzug des Kunststoffrohrs in den Hausanschluss kann die Selbsthemmung über den

Rückwärtsgang der Erdrakete gelöst werden, sodass der Einzugkopf in den Hauptkanal abgestoßen und mit einem Roboter geborgen werden kann.



Bild 4: Einzugtechnik, bestehend aus Einziehkopf, Erdrakete und Schubverbindungselement

Zur Übertragung der Einziehkraft auf den Inliner wird die Rakete mit zwei miteinander verbundenen Hohlpacker ummantelt. Die Elemente werden vor Beginn des Einzugs aufgeblasen und ermöglichen auf diese Weise eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Rakete und Kunststoffrohr. Nach dem Einziehvorgang werden die Blasen entspannt, sodass die Rakete und die Packer durch das Kunststoffrohr wieder geborgen werden können. Neben der Zugänglichkeit unterscheiden sich Hausanschlüsse und Kanäle weiterhin in der Art der Leitungsführung. Hausanschlüsse sind häufiger nicht gradlinig, sondern mit Abwinkelungen verlegt. Daher wurde eine kürzere Erdrakete entwickelt, die auch das Durchfahren von bis zu 15° abgewinkelten Leitungen ermöglicht. Die neu entwickelte Einzugtechnik wurde im Institut eingehend untersucht und schrittweise optimiert. Bild 5 zeigt einmal schematisch und real den Versuchsstand mit dem verschiedene Randbedingungen, wie sie auch bei Hausanschlussleitungen zu finden sind, nachgestellt werden können.

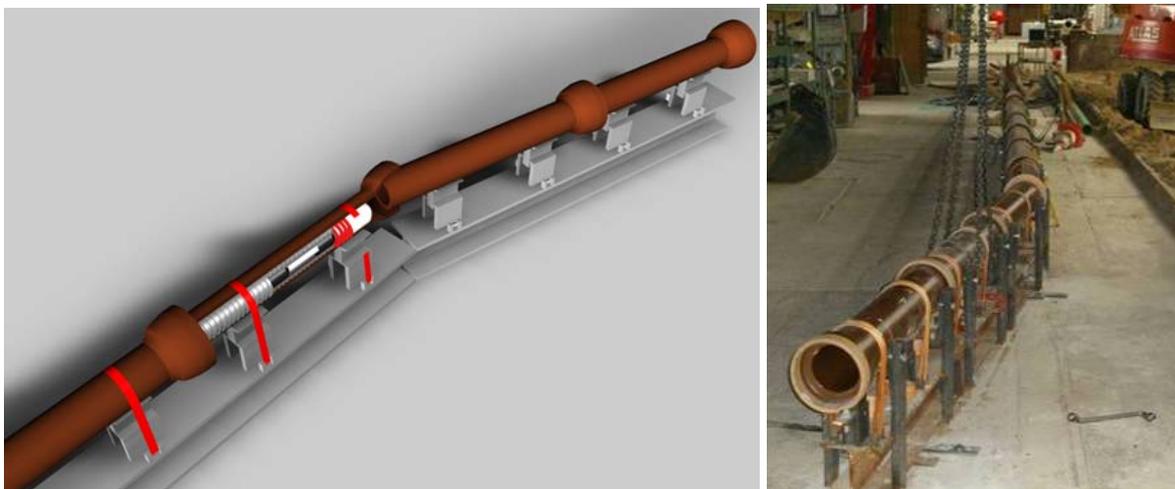


Bild 5: Abgewinkelter Versuchsstand

In diesem Versuchsstand wurde der Einziehvorgang des Kunststoffrohrs eingehend untersucht. Hierbei wurden zuerst verschiedene Standard-Erdraketen erprobt und der Einziehkopf schrittweise optimiert. Auf Grund der gefundenen Ergebnisse wurde abschließend eine speziell für die Aufgabenstellung gefertigte Einzugrakete entwickelt, mit der die Flexibilität des Kunststoffrohrs optimal genutzt werden kann und auch größere Abwinkelungen und Versätze zwischen den einzelnen Leitungsrohren überwunden werden können. Die mittlere Einzugsgeschwindigkeit be-

trägt etwa 2 Meter pro Minute, so dass das Kunststoffrohr in einen Hausanschluss mit einer Länge von 10 Metern in etwa 5 Minuten eingezogen werden kann.

2.2 Anbindung des Kunststoffrohrs an das Kanalrohr

Nachdem das Kunststoffrohr in den Hausanschluss eingezogen worden ist, muss es an das Kanalrohr dicht angeschlossen werden. Hierfür wurden eine am Markt verfügbare Robotertechnik und ein neu entwickeltes Injektionsverfahren eingesetzt. Ursprünglich wurde das Injektionsverfahren für die Sanierung von Rohrverbindungen konzipiert. Der Einsatz zur Anbringung eines Kunststoffrohres machte daher umfangreiche Modifikationen der Material- und Gerätetechnik erforderlich.

Das Injektionsverfahren basiert auf der Verwendung von zwei mineralischen Suspensionen, die getrennt angemischt, gepumpt und erst kurz vor der Injektionsstelle, hier also am Anschlussstutzen des Hausanschlusses im Kanalrohr in einem Mischrohr zusammengeführt, homogenisiert werden und dann schnell erstarren (Bild 6). Zuvor wird der Injektionsroboter unter Kamera- beobachtung im Kanal positioniert, so dass die Packeröffnung im Schalungsschild unter dem Abzweig steht und der Innenpacker mit Druckluft ausgefahren werden kann. Der schadhafte Anschlussbereich wird dann mit dem auf dem Injektionsroboter montierten Schild verschalt (Bild 6 rechte Bildhälfte). Abschließend kann das Injektionsmaterial in die Schadstelle gepresst werden. Über den Druckanstieg und die Verpressmenge wird der Verpressvorgang kontrolliert.

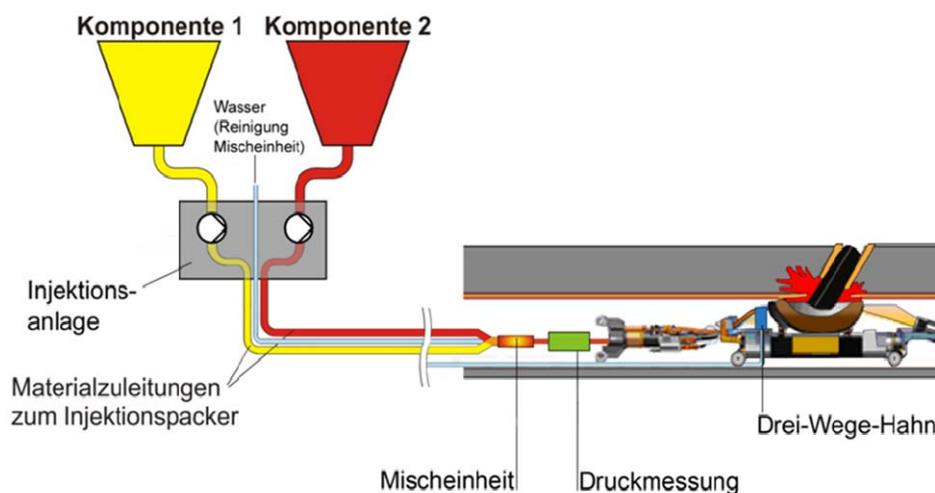


Bild 6: Konzept der Anschlusstutzensanierung

Bei der Injektion wird sowohl der schadhafte Stutzen, als auch der Ringraum zwischen Liner und Hausanschlussrohr verfüllt (Bild 7 links). Nach ca. 15 Minuten kann die Schalung entfernt und nach ca. 2 Stunden der Hausanschluss wieder genutzt werden, ohne dass das Injektionsmaterial auswäscht. Im Bild 7 rechts ist die ausgeschaltete Anbindung des Kunststoffrohres dargestellt. Neben der hohen Qualität und Umweltverträglichkeit erweist sich das Material als besonders kostengünstig.



Bild 7: Verfüllung des Ringraums (rechts), sanierte Anschlussstutzen (links)

Die Adaption der Verfahrenstechnik zur Stutzenanbindung an die Robotertechnik wurde zunächst im Institut an einzelnen Stutzen mit definierten Schadstellen durchgeführt, um die generelle Eignung des zweikomponentigen mineralischen Materials zu erproben und zielgerichtet zu optimieren. Im Anschluss an die Einzelsanierungsversuche wurden präparierte Kanalstrecken mit 4 schadhafte Stutzen praxisnah nacheinander saniert.

Als Ergebnis umfangreicher Versuchsreihen steht eine Verfahrenstechnik zu Verfügung mit der eine Stutzensanierung in ca. 30 - 45 min ausgeführt werden kann. Hieraus ergibt sich eine Tagesleistung von 8 - 12 Anschlussstutzen. Dies entspricht einer Leistungssteigerung um ca. 100% im Vergleich zu bisherigen am Markt eingesetzten Sanierungsverfahren.

2.3 Software zur hydraulischen Bemessung

Da es durch den Einzug des flexiblen Kunststoffrohrs zu einer Reduzierung des Leitungsquerschnitts kommt, ist die ausreichende Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Hierzu ist eine hydraulische Bemessung des sanierten Systems erforderlich.

Eingabewerte			Ausgabewerte	
Washbecken, Bidet	<input type="text" value="0"/>	Waschmaschine bis zu 6 kg	<input type="text" value="0"/>	Gesamtabflussmenge in l/s <input type="text" value="0"/>
Dusche ohne Stöpsel	<input type="text" value="0"/>	Waschmaschine bis zu 12 kg	<input type="text" value="0"/>	
Dusche mit Stöpsel	<input type="text" value="0"/>	WC mit 6,0 l Spülkasten	<input type="text" value="0"/>	Abflussleistung von Flexorenrohren in l/s
Einzelurinal mit Spülkasten	<input type="text" value="0"/>	WC mit 7,5 l Spülkasten	<input type="text" value="0"/>	
Urinal mit Druckspüler	<input type="text" value="0"/>	WC mit 9,0 l Spülkasten	<input type="text" value="0"/>	100/120 <input type="text" value="0"/>
Badewanne	<input type="text" value="0"/>	Bodenablauf DN 50	<input type="text" value="0"/>	125/140 <input type="text" value="0"/>
Küchenspüle	<input type="text" value="0"/>	Bodenablauf DN 70	<input type="text" value="0"/>	
Geschirrspüler	<input type="text" value="0"/>	Bodenablauf DN 100	<input type="text" value="0"/>	
			Regenspende in l/s* m ² Aachen(0,0353) <input type="text"/>	
			Gefälle in cm/m 0,5 <input type="text"/>	
			Projizierte Dachfläche zzgl. versiegelte Oberflächen in m ² 0 <input type="text"/>	
			<input type="button" value="berechnen"/>	

Bild 8: Berechnungsprogramm zur hydraulischen Bemessung

Um die Berechnung zu erleichtern bzw. zu automatisieren, wurde im Rahmen des Projektes ein Berechnungsprogramm für die hydraulische Bemessung entwickelt. Bild 8 zeigt die Programmoberfläche mit der linkseitigen Eingabemaske und den rechtsseitigen Ausgabewerten. Das Programm berechnet die Gesamtabflussmenge und prüft, mit welchem minimalen Innendurchmesser die Sanierung durchgeführt werden kann. Hierbei wird auf der einen Seite die erforderliche Abflussmenge mit dem maximalen Abflussvermögen des Kunststoffrohres verglichen.

2.4 In situ Erprobung

Zum Abschluss des Forschungsprojekts wird die Praxistauglichkeit der entwickelten Sanierungstechnik durch eine in situ Sanierung eines schadhafte Hausanschlusses nachgewiesen. Dazu werden im Zuge von Sanierungsvorbereitungen für den öffentlichen Hauptkanal private Hausanschlüsse in der Erzbergerallee in Aachen mithilfe einer Satellitenkamera inspiziert. Die ausgewählte Hausanschlussleitung (DN 150 Steinzeugrohrleitung) weist Schädstellen in Form von Versätzen und Wurzeleinwuchs auf. Die hydraulische Leistungsfähigkeit für den sanierten Hausanschluss wird berechnet und mit der maximalen Abflussmenge verglichen. Es zeigt sich, dass der ausgewählte Rohrquerschnitt ausreichend ist.

Vor der Sanierung der Hausanschlüsse wurde im Zuge der Sanierung des Hauptkanals zunächst die Straßendecke geöffnet und ein Graben hergestellt. Nachdem der Hauptkanal erneuert wurde, wurden die Enden der unsanierten Hausanschlüsse mit Übergangsstücken aus Kunststoff an den neuen Hauptkanal angeschlossen. Bei dem ausgewählten Hausanschluss kommt erschwerend hinzu, dass die Übergangsstücke beim Einbau in Bögen mit zwei 45°-Winkeln angeschlossen wurden, sodass ein Einzug vom Revisionsschacht aus in den Hauptkanal nicht möglich ist. Die Straßendecke wurde nach dem Einbau des Hauptkanals jedoch nur provisorisch verschlossen, sodass der geplante Rohreinzug aus einer Rohrgrube von der Straßenseite heraus bis zum Revisionsschacht im Keller durchgeführt werden kann. Hierfür wird der Hausanschluss am Übergang zum Kunststoffrohr aufgetrennt und dort die Einziehtechnik angesetzt. So ergibt sich eine Leitungslänge für den Rohreinzug von etwa 14 Metern. Für die Praxiserprobung wird die Startbaugrube in der Straße durch die mit der Sanierung des Hauptkanals beauftragte Firma ausgehoben. Im Hauskeller wird vor dem Revisionsschacht eine Absperrblase gesetzt, durch die ein Eintritt von Schmutz- oder Regenwasser in den Hausanschluss während der Sanierung verhindert wird. Zunächst wird der zu sanierende Hausanschluss mit einer Hochdruckspülung gereinigt. Danach wird der bestehende Hausanschluss an der Verbindungsstelle zu dem Kunststoff-Übergangsstücken aufgetrennt, der Einzugkopf in die Hausanschlussleitung eingeschoben und die Erdrakete gestartet (Bild 9 links).

Das Einziehen des 14m langen Kunststoffrohres ist nach zehn Minuten mit der Ankunft des Einzugkopfs im Revisionsschacht erfolgreich abgeschlossen (Bild 9 rechts). Nach dem Abkoppeln des Einzugkopfs wird die Einzugtechnik durch den verlegten Rohrstrang geborgen. Zum Abschluss der Sanierung wird das eingezogene Kunststoffrohr an den bestehenden Kanal angeschlossen. Unmittelbar nach der Sanierung kann der Hausanschluss wieder in Betrieb genommen werden.



Bild 9: Startbaugrube am Kanal (links), Revisionschacht im Gebäude (rechts)

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Mit dem im Forschungsprojekt entwickelten Verfahren zur Sanierung von Hausanschlüssen steht nun eine neue Methode zur Verfügung, mit der die Sanierung kostengünstig, qualitativ hochwertig und ohne große Beeinträchtigung der Anwohner durchgeführt werden kann. Die einzelnen Teilaufgaben, nämlich die Renovierung der Hausanschlüsse mit einem vorgefertigten Kunststoffrohr, Anbindung des Kunststoffrohrs an den Abwasserkanal bei gleichzeitiger Sanierung des Abzweigebereiches (Stutzen) und Einbindung des Kunststoffrohres in den Hausanschlusschacht wurden erarbeitet und im Institut zuerst einzeln und dann in der kompletten Abfolge erprobt. Abschließend wurde in einem Praxiseinsatz die Tauglichkeit und Leistungsfähigkeit der neuen Methode anschaulich nachgewiesen.

Neben dem technischen Erfolg ist auch der wirtschaftliche Aspekt von besonderer Bedeutung. Auch diese Zielstellung, die kostengünstige Sanierung von Hausanschlüssen, wird mit der neuen Methode erfüllt. Eine überschlägige Kostenschätzung kommt zu dem Ergebnis, dass die Gesamtkosten mit etwa 2.000 bis 3.000 Euro je nach Anzahl und Länge der Hausanschlüsse sowie der örtlichen Randbedingungen pro Sanierung gerechnet werden kann. Dies liegt teilweise erheblich unter den marktüblichen Preisen für andere Sanierungsmethoden.

Ein weiterer Aspekt, der neben der geprüften Qualität eines vorgefertigten Rohres für die Sanierung mit einem Kunststoffrohr spricht, ist, dass auch nach der Sanierung das eingebrachte, neue Rohr flexibel allen Verformungen folgt. Dies ist immer dort von besonderer Bedeutung, wo mit Bewegungen im Boden z.B. durch veränderliche Grundwasserstände oder Baumaßnahmen gerechnet werden muss.

Damit steht nun eine neue, marktreife Methode zur Verfügung, mit der Hausanschlüsse qualitativ hochwertig, mit geringem Aufwand und kostengünstig saniert werden können.

Literaturverzeichnis

Thoma, R.; Goetz, D. [Zustand von Grundstücksentwässerungsanlagen, 2008]: Zustand von Grundstücksentwässerungsanlagen, in: Korrespondenz Abwasser, Heft 55, 2008, S. 116 – 130

Berger, C.; Lohaus, J. [Zustand der Kanalisation, 2005]: Zustand der Kanalisation, Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004, in: Korrespondenz Abwasser, Heft 52, 2005, S. 528 – 539

DIN 1986-30 [Entwässerungsanlagen für Gebäude, 2003]: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen [Hausanschluss dicht?, o.J.]: Hausanschluss dicht? – Instandhaltung von Grundleitungen und Anschlusskanälen; Information für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer