

Betriebs- und Sanierungsmaßnahmen bei Wurzelschäden in öffentlichen und privaten Abwasserleitungen und –kanälen - Inspektionen -

Antragstellung und
Bearbeitung:



IKT - Institut für Unterirdische
Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen



Gemeinde Raesfeld
Bauamt
Weseler Str. 19
46348 Raesfeld



Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Spezielle Botanik
und Botanischer Garten
Prof. Dr. Thomas Stützel
Universitätsstraße 150
44780 Bochum

Förderer:



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

Gelsenkirchen, Juli 2007

C. Bennerscheidt

Endbericht zum Forschungsvorhaben „Betriebs- und Sanierungsmaßnahmen bei Wurzelschäden in öffentlichen und privaten Abwasserleitungen und –kanälen“, Inspektion der Kanäle und Leitungen (AZ IV – 9 – 041 105 0270):

Pos. 1 Bestandsaufnahme und Inspektion der zu sanierenden öffentlichen und privaten Entwässerungsleitungen

1	VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG.....	1
2	STAND DER TECHNIK.....	2
2.1	GRUNDLAGEN DES WURZELWACHSTUMS.....	2
2.2	ZUSTANDSERFASSUNG - STRUKTUR VON NETZEN.....	3
2.3	VERFAHREN ZUR ENTFERNUNG VON WURZELEINWUCHS.....	11
2.4	INSPEKTIONSSYSTEME FÜR HAUSANSCHLUSS- UND GRUNDLEITUNGEN.....	14
3	INSPEKTION UND WURZELENTFERNUNG	24
3.1	SITUATION IN RAESFELD	24
3.2	SCHMUTZWASSERKANAL DN 250.....	30
3.3	STUTZEN UND ABZWEIGE.....	34
3.4	GRUNDSTÜCKSENTWÄSSERUNGSLEITUNGEN	41
4	ERGEBNISSE UND AUSBLICK.....	50
4.1	SITUATION IN RAESFELD	50
4.2	INSPEKTION DER KANÄLE UND LEITUNGEN.....	50
4.3	AUSBLICK	53
5	LITERATUR.....	54

1 Veranlassung und Zielstellung

Eine der häufigsten Schadensarten im städtischen Bereich sind Schäden an Rohren durch Wurzeleinwuchs. Die ATV-Schadensklassifizierung [1] beschreibt Schäden durch Wurzeln von Stadtbäumen als einen der hauptsächlich auftretenden Schadensfälle. 5,68 % aller auftretenden Schäden entstehen aus Verwurzelungen [2] und werden überwiegend im städtischen Verdichtungsraum - wie er auch für NRW als bevölkerungsreichstes Bundesland typisch ist - beobachtet [3]. Unter der Annahme, dass der o. g. Prozentsatz auch der Sanierungsquote entspricht, kann für NRW (vgl. [4]) von einem jährlichen Sanierungsaufwand zur Beseitigung von Wurzelschäden von ca. 28,4 Mio. €ausgegangen werden.

Während Wurzeleinwuchs in private Entwässerungsleitungen größtenteils unmittelbar mit einer Sanierung der betroffenen Leitungen einhergeht, handelt es sich bei Wurzeleinwuchs in die öffentliche Kanalisation oftmals zunächst nur um ein betriebliches Problem. Die einwachsenden Wurzeln reduzieren den hydraulischen Querschnitt und es besteht die Gefahr der Entstehung von Ablagerungen und gegebenenfalls Verstopfungen in der betroffenen Leitung. Üblicherweise werden die Wurzeln mit Hilfe von Spezialgeräten aus dem Fließquerschnitt entfernt. Erst durch die wiederholte Durchführung der betrieblichen Maßnahme der Wurzelentfernung bzw. durch den Einsatz von Geräten mit großer schädigender Wirkung auf die Kanalsubstanz, wie z.B. der Kettenschleuder, kommt es auch zu einer baulichen Beeinträchtigung durch Wurzeleinwuchs. Die Folge ist vielfach eine Verschlechterung des baulichen Zustandes und dementsprechend eine Zuordnung der entsprechenden Haltung in eine ungünstigere Schadensklasse. Je nach Schadensklasse ist damit eine mehr oder weniger kurzfristige Sanierung verbunden.

Das Problem der Wurzelentfernung und der Sanierung der betroffenen privaten und öffentlichen Entwässerungssysteme besteht derzeit bei zahlreichen nordrhein-westfälischen Netzbetreibern. Aktuell liegt dieses Problem ebenfalls bei der Gemeinde Raesfeld vor. Der Schmutzwassersammler zur Kläranlage weist zum Teil erhebliche Beeinträchtigungen und Schädigungen durch Wurzeleinwuchs auf. Die Wurzeln dringen dabei sowohl durch die Rohrverbindungen und Undichtigkeiten des öffentlichen Kanals als auch durch die Abzweige der privaten Hausanschlussleitungen in den Sammler ein. Ein erhöhter Handlungsbedarf hinsichtlich der Entfernung des Wurzeleinwuchses und der Sanierung der schadhaften Kanalabschnitte besteht derzeit in Raesfeld aufgrund der Lage der betroffenen Abwasserkanäle und -leitungen im Wasserschutzgebiet.

Aufgrund schlechter bzw. fehlender Erfahrungen existieren bei den Entscheidungsträgern der Gemeinde Raesfeld wie auch bei zahlreichen anderen Kanalnetzbetreibern in NRW erhebliche

Unsicherheiten hinsichtlich der Auswahl und des Einsatzes geeigneter Verfahren und Methoden zur Entfernung und Sanierung von Wurzeleinwuchs. Um die anstehenden zukünftigen Investitionsentscheidungen mit der erforderlichen Sicherheit treffen zu können, fehlen zuverlässige und aussagekräftige Ergebnisse hinsichtlich der Eignung und Anwendbarkeit möglicher Verfahren.

Ziel des gesamten Forschungsvorhabens ist die Überprüfung der Eignung und Anwendbarkeit gängiger Verfahren zur Entfernung und Sanierung von Wurzeleinwuchs in Abwasserkanäle und –leitungen. Im Rahmen dieses ersten Teilprojektes sollten zunächst verwurzelte Abwasserkanäle und –leitungen inspiziert und darauf aufbauend der Zustand bewertet und der Sanierungsbedarf ermittelt werden.

2 Stand der Technik

Wurzeln können an unterschiedlichen Stellen in das Kanalisationsnetz einwachsen. Das sind beispielsweise undichte Rohrverbindungen, Risse, Fugen von gemauerten Schächten etc. Von diesem Schadensfall betroffen sind sowohl Kanäle als auch Hausanschluss- und Grundleitungen. Wurzeln wachsen nicht nur in undichte Kanäle ein. So haben die Untersuchungen in [5], [6] und [7] gezeigt, dass auch nach Norm wurzelfeste Rohrverbindungen von Wurzel überwunden werden können.

Mit Blick auf die Inspektion verwurzelter Abwasserkanäle und –leitungen müssen geeignete Inspektionssysteme eingesetzt werden und bei Bedarf vor oder während der Inspektionen Wurzeln entfernt werden, die eine Inspektion behindern.

2.1 Grundlagen des Wurzelwachstums

Alle Pflanzen sind im Laufe ihres Wachstums auf einen kontinuierlichen Zuwachs ihrer Wurzelmasse angewiesen, da die Fähigkeit zur Nährstoffaufnahme lediglich verhältnismäßig junge Wurzeln (Primärwurzeln) besitzen. Verholztes dickes Wurzelwerk dient ausschließlich der mechanischen Verankerung des Baumes.

In der Entwicklung des Baumes besteht immer eine Gleichgewichtsbeziehung zwischen dem Kronenvolumen und dem durchwurzelten Raum. Der Wurzelraum muss eine ausreichende Größe haben, um die Krone mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen und die Standsicherheit zu gewährleisten. Die Krone muss umgekehrt eine ausreichende Größe besitzen, um die nicht zu eigener Produktion befähigten Wurzeln mit Produkten der Photosynthese (Assimilaten) zu versorgen. Stärkere Eingriffe in einen Bereich wirken stets in beiden Bereichen. Beschädigung größerer Teile der Wurzeln können zu Totholzbildung im Kronenbereich und damit zu erhöhten

Pflegekosten im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht führen. Starke Kronenrückschnitte können das Absterben von Wurzelbereichen bewirken und schaffen damit Eintrittspforten für Pathogene [8]. Zunächst versuchen jedoch Gehölze solche Verluste, sei es im Kronen- oder im Wurzelbereich durch manchmal heftige Regenerationsreaktionen zu kompensieren. Möglicherweise kann dieses Verhalten vor allem in Leitungsgräben in den ersten Jahren nach einer Baumaßnahme zu nachteiligen Interaktionen mit den neu geschaffenen Infrastrukturen führen [9]. Wurzeleinwuchs in Abwasserkanälen und -leitungen ist daher in vielen Fällen ein wiederkehrendes Problem, da die Wurzeln nach ihrer mechanischen Entfernung in der Regel im darauf folgenden Jahr erneut erwachsen.

Darüber hinaus haben Aufgrabungen ergeben, dass sich Wurzeln beispielsweise im Raum zwischen der Rohrrinnenwandung und der äußeren Oberfläche eines Schlauchliners ausbreiten können. Die Wurzeln haben in den beobachteten zwei Fällen Distanzen von mehreren Metern zurückgelegt. (Abb. 1 A und B, [10] und [11])

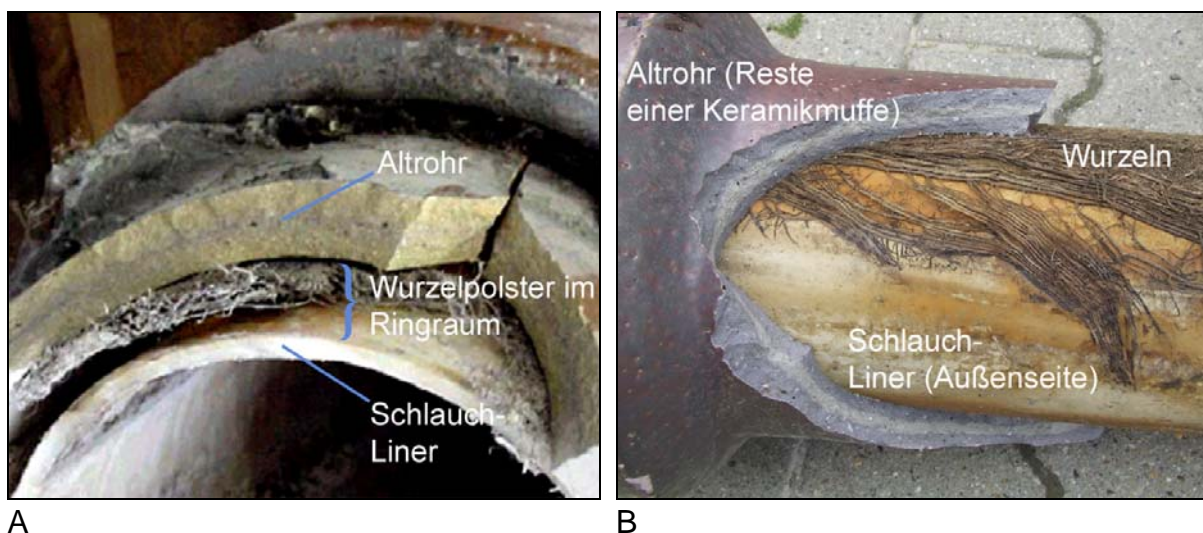


Abb. 1: Analyse des Wurzelwachstums zwischen Altrohr und Schlauchlinern. In beiden Fällen haben sich die Wurzeln im Ringraum ausgebreitet. Sie konnten dort eine große Distanz innerhalb der Leitung zurücklegen. A Wurzelpolster im Ringraum zwischen Schlauchliner und Altrohr, hier im Fall eines Hauptkanals aus Steinzeug [10]. B Wurzelpolster im Ringraum zwischen Schlauchliner und Altrohr, hier im Fall eines Grundleitung [11].

2.2 Zustandserfassung - Struktur von Netzen

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Sanierung von Wurzeleinwuchsschäden ist eine vorherige Zustandserfassung und eine Reinigung der betreffenden Leitungsabschnitte. Grundsätzlich unterscheidet sich das **Vorgehen der Zustandserfassung und Sanierung** für private und öffentliche Netze hinsichtlich Vorbereitung und Gesamtaufwand. Auch das Alter der Leitungsnetze kann eine wesentliche Rolle spielen, so erscheint bei Gebäuden mit Baujahren vor 1965 eine Dichtheitsprüfung kaum noch sinnvoll. Insbesondere wenn zwischenzeitlich keine

Erneuerungs- oder Sanierungsmaßnahmen zu verzeichnen waren, sollte bei diesen Leitungen grundsätzlich von Undichtigkeiten ausgegangen werden.

Im Bereich privater Entwässerungsnetze bestehen i.d.R. durch Verzweigungen und Bögen, lediglich eingeschränkte oder nicht vorhandene Zugangsmöglichkeiten sowie geringe Rohrdurchmesser. Oftmals finden sich in diesem Teil des Abwassernetzes mehrfache Verzweigungen, z.B. eine vom Hauptstrang abzweigende Leitung, die sich dann nochmals gabelt. Mit Abwinkelungen bis hin zu rechtwinkligen Bögen muss gerechnet werden, auch wenn dies gegen geltende Richtlinien ([12] bzw. [13]) verstößt. Gute Zugangsmöglichkeiten durch Schächte innerhalb des Gebäudes sind nur selten gegeben, i.d.R. liegen diese außerhalb des Gebäudes. Der Zugang zu Teilbereichen des Grundleitungsnetzes ist oftmals nur über Revisionsklappen an den Falleitungen möglich [14].

Im Vorfeld einer Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser empfiehlt sich eine optische Aufnahme des Leitungsnetzes, um die Randbedingungen zu erfassen (z.B. Netzlänge, Anschlußsituation etc.). Um diese Informationen mittels optischer Inspektion zu erlangen, sind gereinigte Leitungen keine grundsätzliche Voraussetzung. Nach Durchführung einer optischen Inspektion kann eine Dichtheitsprüfung mit Luft oder Wasser überflüssig werden, z.B. wenn bereits starke Schäden in den Leitungen erkannt werden.

Das grundsätzlich Vorgehen bei der Inspektion von Grundstücksentwässerungsleitungen wurde bereits in [14] detailliert beschrieben. Die folgenden drei Kapitel Netztypen, Planung von Reinigung und Inspektion sowie Ablauf der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung wurden diesem Forschungsendbericht entnommen.

2.2.1 Netztypen

Neben der groben Unterteilung des häuslichen Abwassersystems in Hausanschlussleitung und Grundleitungsbereich ist eine weitere, feinere Unterteilung des Grundleitungsbereiches in Teilnetze sinnvoll. Im Folgenden werden 5 Netztypen unterschieden.

Tabelle 1: Definition der Netztypen, aus [14]

Hausanschlussleitung	
	<p>Leitungsstrecke, die über einen Schacht und vom Hauptkanal aus zugänglich ist.</p>
Grundleitungsbereich	
Typ A	Typ B
<p>Leitungstrecke (Haltung), die beidseitig über Schächte zugänglich ist.</p>	<p>Leitungsstrecke (evt. Teilnetz), die einseitig über einen Schacht und eventuell zusätzlich über Revisionsöffnungen in Falleleitungen oder Entwässerungsgegenstände zugänglich ist.</p>
Typ C	Typ D
<p>Teilnetz, das von einer Leitung abzweigt und nur über Revisionsöffnungen von Falleleitungen oder über Entwässerungsgegenstände zugänglich ist</p>	<p>Teilnetz, das durch zahlreiche Abzweige und Verästelungen und dem Anschluss zahlreicher Entwässerungsgegenstände charakterisiert ist (kann Merkmale des Typs B oder C besitzen)</p>

HAL	Netztyp A	Netztyp B	Netztyp C	Netztyp D

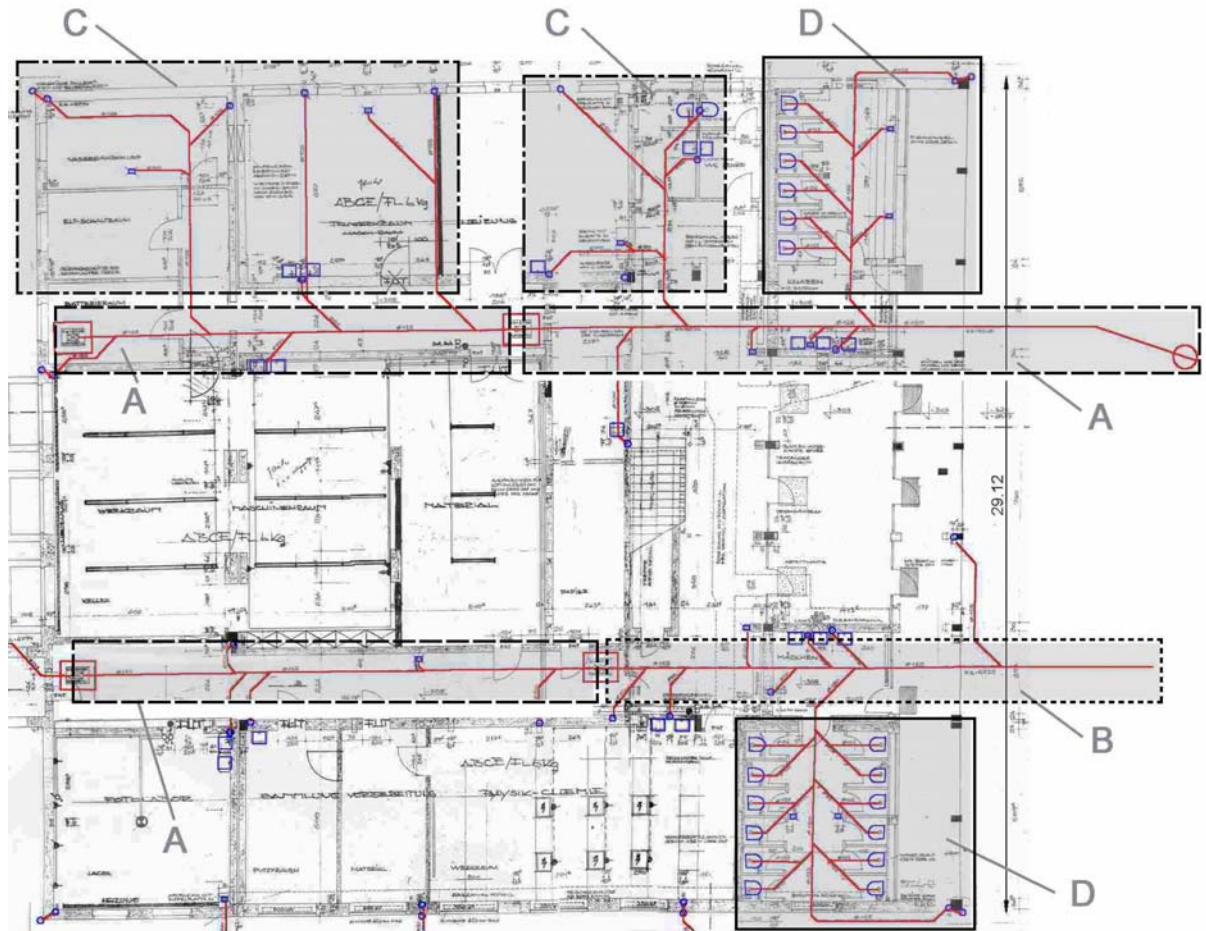


Abb. 2: Beispiel eines in Netztypen unterteilten Entwässerungsnetzes eines Gebäudes (Testobjekt Nr.2) , aus [14]

2.2.2 Planung von Reinigung und Inspektion

Vor der Verfahrens- und Geräteauswahl sollte zunächst ein Abgleich der vorhandenen Entwässerungseinrichtungen mit den Planunterlagen stattfinden. Auf Grundlage einer Ortsbegehung können häufig schon die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Verfahren abgeschätzt und die vorhandenen Pläne aktualisiert werden. In Abb. 3 ist der Ausschnitt eines Entwässerungsplanes eines Gebäudes vor (links) und nach der Aktualisierung (rechts) infolge einer Ortsbegehung dargestellt. Nachdem die Entwässerungssituation geklärt ist, sollte eine Zuordnung einzelner Netzbereiche zu Netztypen vorgenommen werden. Erst dann sollten geeignete Verfahren ausgewählt werden.

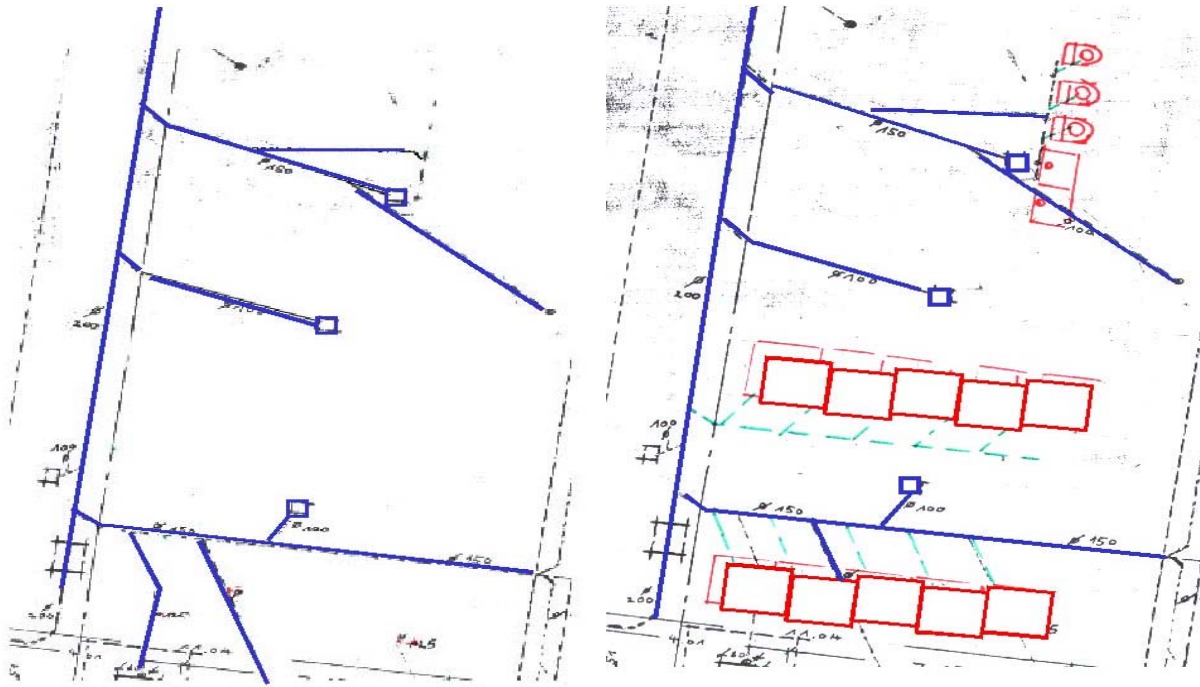


Abb. 3: Planausschnitt vor und nach der Aktualisierung infolge Ortsbegehung, aus [14]

Wird bei der Ortsbegehung ein stetiger Wasserfluss in der Hauptleitung mit ungeklärter Herkunft beobachtet, sollte zunächst eine Nebelmaschine zum Auffinden von Fehlan schlüssen eingesetzt werden. Nach kurzer, stichprobenartiger Überprüfung des Leitungsnetzes mit Kamera-Einsatz ist zu entscheiden, ob für die ausgewählten Verfahren eine Reinigung der zu inspizierenden Leitung notwendig ist.

Die **Reinigung** der Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** sollte mittels Wasserhochdruck vorgenommen werden. Liegen starke Verschmutzungen vor, die durch eine Hochdruckreinigung nicht zu beseitigen sind, kann eine Spiralmaschine eingesetzt werden. Bei seitlichen Abzweigen und den **Netztypen C und D** sollte eine Hochdruckreinigung nur vorgenommen werden, wenn ein Zugang über Abläufe von WCs gegeben ist und schwere Schäden (z.B. an der Inneneinrichtung) durch einen Wasserrückstau ausgeschlossen sind. Als Alternative kann eine Spiralmaschine mit zusätzlicher Wasserspülung eingesetzt werden.

Nach der Reinigung des Netzes beginnt die **Zustandserfassung**. Eine exakte Ortung des Leitungsverlaufes ist allein zur Vorbereitung von Dichtheitsprüfungen nicht notwendig. Die Topologie steht zunächst im Vordergrund. Eine Ortungssonde, die z.B. direkt in die TV-Kamera integriert ist, kann die Orientierung im Entwässerungsnetz unterstützen. Durch die Zugabe von Tracern an den Entwässerungsstellen lassen sich bei Kamerabeobachtung der Abzweige auch die nicht inspizier- und ortbaren Leitungen den Entwässerungsstellen zuordnen. Auf diese Weise ist neben der Lagefeststellung und Zustandserfassung zugleich die Zuordnung der Einleitungsstellen und Abzweige in einem Arbeitsgang möglich.

Um sowohl die Hauptleitungsstrecken der **Netztypen HAL, A und B** als auch deren Zuläufe zu inspizieren, empfiehlt sich idealerweise der Einsatz von Satellitenkameras. Dies setzt allerdings voraus, dass die Hauptleitung ohne Bögen geradlinig verläuft, der Leitungsdurchmesser mindestens DN 150 beträgt (für die kleinsten am Markt erhältlichen Modelle) und die Leitung keine starken Schäden wie z.B. Muffenversätze, Einbrüche, Scherbenbildung oder Querschnittsdeformationen aufweist. Darüber hinaus muss mindestens ein Schacht als offener Durchlass ausgeführt sein, da die auf dem Markt verfügbaren Modelle aufgrund ihrer Größe nicht über eine Reinigungsöffnung eingesetzt werden können. Mit dem Satellitenkopf können dann auch die seitlichen Abzweige sowie Hauptleitungsstrecken der Netztypen C und D inspiziert werden. Ist der Einsatz einer Satellitenkamera nicht möglich, sollten für die Hauptleitungsstrecken der Netztypen HAL, A und B Kameras auf Fahrwagen mit Dreh-Schwenkkopf eingesetzt werden. Ist auch dies nicht möglich, empfiehlt sich der Einsatz einer Spülkamera. Mit diesen Kameras kann die Leitung auch gleichzeitig gereinigt werden, allerdings ist die Perspektive durch den starren Axialkopf stark eingeschränkt. Ein Abschwenken der Leitungswand, z.B. zur Muffenprüfung, ist nicht möglich.

Die Zustanderfassung der kompletten **Netze der Typen C und D** ist nicht oder nur unter großem technischen und zeitlichen Aufwand durchführbar. Ggf. können die Leitungen dieser Netztypen aber stichpunktartig mittels Schiebekameras, z.T. auch mit Dreh-Schwenkkopf inspiziert werden. Ist allein die Schaffung von Zugänglichkeiten bereits mit sehr großem Aufwand verbunden, kann auch der Einsatz eines Endoskops sinnvoll sein. Gleiches gilt für seitliche Abzweige der Netztypen HAL, A und B.

Werden bei der optischen Inspektion starke Schäden, Leckagen oder Grundwasserinfiltration festgestellt, ist grundsätzlich von der Undichtigkeit der betrachteten Leitungsbereiche auszugehen. Eine Untersuchung zu Zeiten hoher Grundwasserstände bzw. dem vermehrten Auftreten von Schichtenwasser bietet sich an.

2.2.3 Ablauf der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung

Der empfohlene Ablauf der Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung ist in Abb. 4 zusammengefasst.

Wurde das Gebäude nach 1965 erbaut, ist zu prüfen, ob bereits neu entwickelte Verbindungstechniken (z.B. Steckmuffe bei Steinzeugleitungen) eingesetzt worden sind. Ist dies nicht der Fall bzw. wurde das Gebäude vor 1965 errichtet, sind grundsätzlich Undichtigkeiten im Netz zu vermuten. Alle verfügbaren Unterlagen zu Rohrmaterialien, Änderungen, Erneuerungen

oder Sanierungen des Leitungssystems sollten dann eingeholt und im Rahmen einer Ortsbegehung abgeglichen werden. Von undichten Leitungen kann insbesondere ausgegangen werden, wenn während der Nutzungsdauer keine Erneuerungs- oder Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Nur wenn der Eigentümer des Gebäudes eine Überprüfung der Dichtheit fordert und/oder wenn besondere Informationen auf ein dichtes Leitungsnetz hinweisen, sollte eine Wasserfüllstandsprüfung nach DIN 1986 am Gesamtnetz durchgeführt werden. Wird diese bestanden, kann eine Dichtheitsbescheinigung nach §45 LBO NRW ausgestellt werden. Ergibt sich die Undichtigkeit der Leitungen, sollte eine Unterteilung des Netzes in die weiter oben dargestellten Netztypen A, B, C, D erfolgen. Weitere Informationen zur Sanierungsplanung können dann durch eine Zustandserfassung an den Teilnetzen mit den o.a. Methoden gewonnen werden.

Bei Leitungsnetzen mit neuen Verbindungssystemen kann nur durch eine Prüfung eine Aussage über die Dichtigkeit getroffen werden. Für den weiteren Ablauf der Untersuchungen kann zwischen den drei Gebäudetypen **Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus und öffentlichem Gebäude** unterschieden werden. [14]

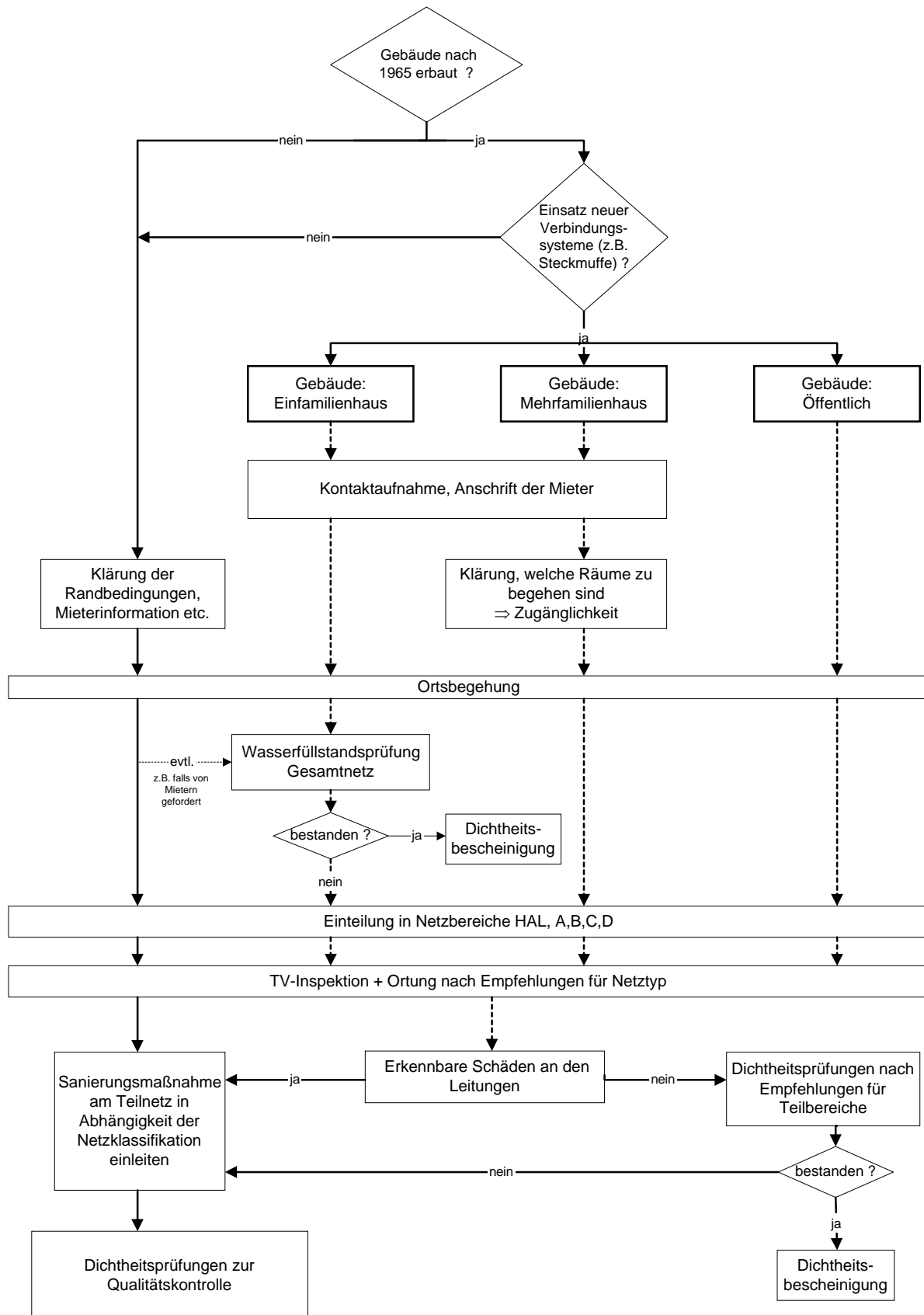


Abb. 4: Ablaufschema zum Vorgehen bei Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung in Abhängigkeit der Randbedingungen, , aus [14]

2.3 Verfahren zur Entfernung von Wurzeleinwuchs

2.3.1 Manuelle Wurzelbeseitigung

In begehbaren Kanälen kann eine Wurzelentfernung manuell durchgeführt werden. Die eingewachsenen Wurzeln werden unter Einsatz von Hilfsmitteln (Meißel oder Messer) entfernt.

2.3.2 Wurzelbeseitigung mit (schlagenden) Bohr- bzw. Fräsgeräten

Spezialgeräte zur Beseitigung von Wurzeln oder Inkrustationen sind Kettenschleudern, hydraulische Wurzelschneider und „automatische Schlag-Bohrdüsen“. Den schlagenden Geräten zur Wurzelbeseitigung lassen sich Kettenschleudern, hydraulische Wurzelschneider, „automatischen Schlag-Bohrdüsen“ sowie Kanalroboter oder Schneidkörbe zuordnen.

Eine **Kettenschleuder** (vgl. Abb. 5) besteht aus Führungsschlitten, Kettenschleuderkopf und Ketten. Der Kettenschleuderkopf mit den daran befestigten Ketten kann hydraulisch (Hochdruckdüse) oder mechanisch (Motor) angetrieben werden. Die Wurzeln werden durch die mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Ketten zerschnitten. Bei dem Einsatz einer Kettenschleuder beim IKT-Warentest „Hausanschlusstutzen“ entstanden große Schäden an Kanalrohren und Anschlussstutzen. Das Verfahren ist kostengünstig. Der Aufwand bei der Durchführung ist mit dem der Kanalreinigung vergleichbar.



Abb. 5: Kettenschleuder

Hydraulische Wurzelschneider sind ähnlich wie Kettenschleudern aufgebaut (vgl. Abb. 6). Anstelle von Ketten sind sie mit Schneidwerkzeugen ausgestattet, die durch eine schnelle Rotation die Wurzeln an der Rohrwandung abschneiden. Das Antriebsprinzip, anfallende Kosten und Aufwand zur Durchführung sind vergleichbar.

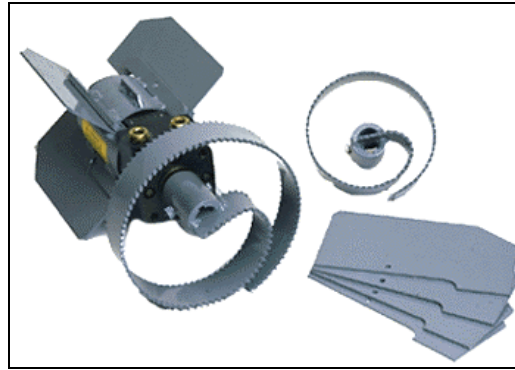


Abb. 6: Wassergetriebener Wurzelschneider

Automatische Schlag-Bohrdüsen (vgl. Abb. 7) werden zur Beseitigung von Verstopfungen und Wurzeleinwüchsen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 1000 verwendet. Vor einem Führungsschlitten wird durch Wasserhochdruck ein mit stählernen Sägemessern bestückter Bohrkopf in drehende und schlagende Bewegung versetzt. Der Bohrkopf muss so gewählt werden, dass er bis kurz vor die Rohrwandung reicht, um so die Wurzeln knapp abschneiden zu können. Der Aufwand bei der Durchführung ist mit dem der Kanalreinigung vergleichbar.



Abb. 7: Schlag-Bohrdüse (Kanalfräse)

2.3.3 Wurzelbeseitigung mit Schneidgeräten

Bei diesen Verfahren werden die Wurzeln durch Schneiden mittels Wasserstrahlen oder Schneiden entfernt.

Bei **Hochdruckwasserstrahl – Schneidegeräte** (vgl. Abb. 8) werden (rotierende) Hochdruckdüsen verwendet, um eingewachsene Wurzeln mit Wasserhochdruck zu zerschneiden. Große Schäden an Kanalrohren und Kanalbauteilen können bei diesem Verfahren durch die Einstellung des Wasserdruckes vermieden werden. Das Verfahren ist kostengünstig. Der Aufwand bei der Durchführung ist mit dem der Kanalreinigung vergleichbar.

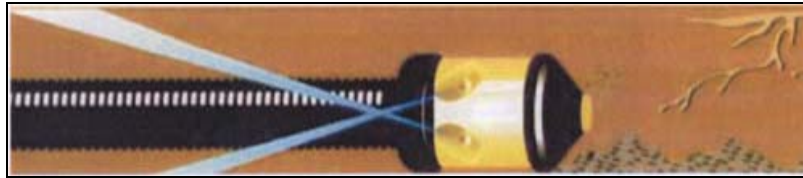


Abb. 8: Hochdruckdüse zur Wurzelentfernung

Schneidkörbe können mit hoher Kraft über eine Winde durch den Kanal gezogen werden um Wurzeln abzuscheren. Die Windenzugseile können mit einer Hochdruckdüse eingespült werden.

2.3.4 Wurzelbeseitigung mit Robotertechnik

Bei Einsatz von Robotertechnik werden mehrere Aufgaben durch den Einsatz eines Werkzeuges erfüllt. Dabei werden Verfahren eingesetzt, welche sowohl das Entfernen der Wurzeln als auch eine Kontrolle der laufenden Arbeiten leisten können.

Kanalroboter (Abb. 9) werden auf einem Fahrwagen ferngesteuert durch das Kanalrohr gefahren. Der rotierende Fräskopf kann unter Kamerabeobachtung an die entsprechende Stelle gebracht werden, so dass die Wurzeln passgenau abgefräst werden. Bei einigen Modellen kann der Durchmesser des Fräskopfes ferngesteuert verstellt und somit den Gegebenheiten im Kanalrohr angepasst werden.

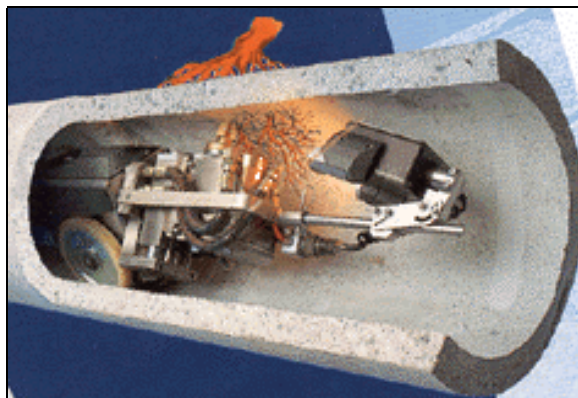


Abb. 9: Kanalroboter (Quelle KA-TE)

2.3.5 Chemische Wurzelbeseitigung

Bei dieser Methode der Wurzelentfernung werden Substanzen in den Kanal eingebracht, die ein Auflösen der Abflusshindernisse durch chemisches Entfernen der Wurzeln leisten können.

Bei der **chemischen Wurzelbeseitigung** werden Herbizide in den außer Betrieb gesetzten Kanal entweder in flüssiger Form oder als Schaum eingefüllt oder direkt auf die entsprechenden Stellen aufgesprüht. Je nach Konzentration führen die Herbizide nach ca. 4 bis 20 Wochen zu einer Verrottung der Wurzeln. Die Wirkungsdauer kann sich über zwei Jahre erstrecken.

2.4 Inspektionssysteme für Hausanschluss- und Grundleitungen

Mittlerweile werden zahlreiche neu entwickelte Inspektionssysteme am Markt angeboten, die eine Inspektion des Grundstücksentwässerungsnetzes von einem einzelnen Zugangspunkt aus erlauben. Im IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ [15] wurden sechs dieser Inspektionssysteme getestet (Tabelle 2).

Tabelle 2: *Inspektionssysteme im Test (alphabetisch geordnet)*

Inspektionssystem	Anbieter
Aaligator	Schwarz Umweltservice GmbH in Bielefeld
Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500	IMS Robotics GmbH in Ottendorf-Okrilla
Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 mit Dreh-/Schwenkkopf	IMS Robotics GmbH in Ottendorf-Okrilla
Göttinger-ZK-Kanalwurm 50/300 (mini)	IMS Robotics GmbH in Ottendorf-Okrilla
Lindauer Schere (mini)	JT-elektronik GmbH in Lindau
ORION L (Kieler Stäbchen)	IBAK Helmut Hunger GmbH Co. KG in Kiel

Nachfolgend werden die getesteten Inspektionssysteme detailliert beschrieben.

2.4.1 Aaligator

Der Aaligator ist ein hydraulisch angetriebenes Kamerasystem. Die Antriebseinheit des Aaligators besitzt einen Kranz hydraulischer Düsen, die stufenlos mit Druck beaufschlagt werden können (bis zu 150 bar). Die Optik-Einheit besteht aus einer Axialkamera mit Beleuchtung und hat ebenfalls Düseneinsätze. Diese Düseneinsätze sind so angebracht, dass die Rohrwandung über ca. den halben Umfang angestrahlt werden kann. Antriebseinheit und Optik-Einheit sind durch zwei elastische Schläuche verbunden. Ein Schlauch dient zur Wasserzufuhr, der andere Schlauch beinhaltet die Daten- bzw. Versorgungskabel.



Abb. 10: Aaligator

Die in der Optik-Einheit befindlichen Düseneinsätze dienen zur Steuerung des Kamerakopfes und sind stufenreguliert. Die Düseneinsätze werden automatisch mit Wasser beaufschlagt, sobald der Druck der Antriebseinheit 100 bar übersteigt. Der Aaligator bewegt sich dann seitwärts, so dass bei gleichzeitigem, manuellen Drehen des Hochdruckschlauches ein Abbiegen in abzweigende Leitungen möglich wird. Die Drehung des Schlauches erfolgt durch einen Techniker, welcher unmittelbar an der Einschuböffnung (z.B. Schacht, Revisionsöffnung) steht und das Kamerabild des Aaligators auf einem Bildschirm beobachtet. Der Wasserhochdruck wird am Inspektionsfahrzeug gesteuert.

Der Aaligator wird bei der Inspektion zunächst hydraulisch bis zum Leitungsende vorgetrieben. Somit werden die Leitungen unmittelbar vor der Inspektion gespült. Die optische Erfassung des Leitungszustandes erfolgt beim manuellen Rückzug des Systems. Hierbei stimmen sich der Inspekteur und der Techniker am Schacht über Funk ab. Das Abschwenken von z.B. Schäden und Muffen ist nicht möglich.



Abb. 11: Aaligator im Schacht



Abb. 12: Seitwärtsbewegung des Aaligators im Rohr durch die Düsen im Kamerakopf

Laut Hersteller ist der Aaligator für den Einsatz in Nennweiten ab DN 100 geeignet. Der Aaligator kann von Schächten und Öffnungen auf dem Grundstück und vom Hauptkanal ausgehend eingesetzt werden. Das System wird auch im Hauptkanal ohne Fahrwagen betrieben. Die Längenmessung der Leitungen erfolgt über einen Meterzähler am Inspektionsfahrzeug. Sofern die Einschuböffnung nicht anfahrbar ist, wird ein transportabler Meterzähler unmittelbar an der Einschuböffnung positioniert. Über einen Peilsender kann der Aaligator im Netz geortet werden.

2.4.2 Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500

Das hydraulisch angetriebene Inspektionssystem „Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500“ (Außendurchmesser ca. 70 mm, Länge ca. 660 mm; nachfolgend: großer Kanalwurm) hat als wesentliche Bestandteile einen Packer und eine in den Kopf des Packers integrierte Axialkamera mit Beleuchtung. Der mit dem Packer verbundene Versorgungsschlauch ermöglicht den manuellen Vorschub des Systems. Laut Hersteller kann der Vorschub mit einer Verspanneinrichtung im Schacht unterstützt werden. Weiterhin kann der hydraulische Zusatzantrieb eingesetzt werden, um den großen Kanalwurm mit Wasserhochdruck vorzutreiben (max. 84 l/min bei max. 180 bar). Die seitliche Bewegung des Systems erfolgt über eine pneumatisch angetriebene Mechanik im Inneren des Packers, mit der das Gerät stufenlos in eine Richtung um bis zu 90° abgewinkelt werden kann. Ein Drehmotor am hinteren Ende des großen Kanalwurms ermöglicht die Rotation des Gerätes um 360° und somit u.a. die horizontale Ausrichtung des Kamerabildes. Das Abschwenken von z.B. Schäden und Muffen ist nicht möglich.



Abb. 13: Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500

Durch die Abwinkelung des Wurms bei gleichzeitigem Vorschub wird dieser in abzweigende Leitungen eingefahren. Die Steuerung der Mechanik führt der Inspekteur durch. Dieser stimmt den Vortrieb des Systems mit einem Techniker, der sich z.B. beim manuellen Vorschub im Schacht befindet, über Funk ab. Die optische Erfassung des Leitungszustandes kann sowohl beim Vorschub als auch beim Rückzug des Systems erfolgen. Beim manuellen Rückzug werden dann

die abzweigenden Leitungen befahren. In Abhängigkeit von der Inspektionsaufgabe wird der Vorschub durch den hydraulischen Zusatzantrieb unterstützt, wodurch das Netz gleichzeitig gereinigt wird.

Neben seiner Funktion als Inspektionseinheit kann der Kanalwurm als Absperrblase für Dichtheitsprüfungen eingesetzt werden, indem er mit Hilfe der Kamera an gewünschter Position (bspw. in einer abzweigenden Leitung) platziert und der Packer wie herkömmliche Absperrlemente mit Luftdruck beaufschlagt wird.

Der große Kanalwurm wird über Schächte bzw. größere Inspektionsöffnungen auf dem Grundstück eingesetzt. Die Längenmessung der Leitungen erfolgt beim Einsatz des großen Kanalwurms über einen Meterzähler, der unmittelbar an der Einschuböffnung positioniert ist. Der große Kanalwurm ist mit einem Peilsender ausgestattet.

Die Befahrung von Grundstücksentwässerungsnetzen ist auch aus dem Hauptkanal heraus möglich. Hierbei kann bei größeren Nennweiten die SIDAL-Anlage (Satellitenanlage für die Inspektion und Druckprüfung von Anschlussleitungen) eingesetzt werden (Abb. 14).

Die SIDAL-Anlage wurde erstmals auf der RO-KA-TECH im September 2004, vorgestellt. Sie dient nicht nur als „Trägereinheit“ für den großen Kanalwurm bzw. zur Inspektion von Hauptkanälen und Anschlussleitungen, sondern soll zusätzlich die Dichtheitsprüfung von Hausanschlussleitungen und deren Anschlussstutzen sowie Muffen-Dichtheitsprüfungen im Hauptkanal ermöglichen.

Die SIDAL-Anlage besteht aus zwei Doppelpackern, die mittels Zuggestänge miteinander verbunden sind. Der vordere Doppelpacker ist mit einer Front-Dreh-/Schwenkkopf-Kamera zur Inspektion des Hauptkanals und einer Heckkamera ausgestattet. Ein zwischen den beiden Doppelpackern installierter Kanalwurm lässt sich mit Unterstützung der Heckkamera des vorderen Packersystems und der Kamera des Wurmes in Hausanschlüsse einlenken. Der Antrieb des Wurmes erfolgt dabei mechanisch oder hydraulisch.

Die SIDAL-Anlage wurde im Rahmen des Tests in Einzelfällen zur Inspektion und zur Dichtheitsprüfung von Anschlüssen eingesetzt, um ihre grundsätzliche Einsatzfähigkeit zu überprüfen.

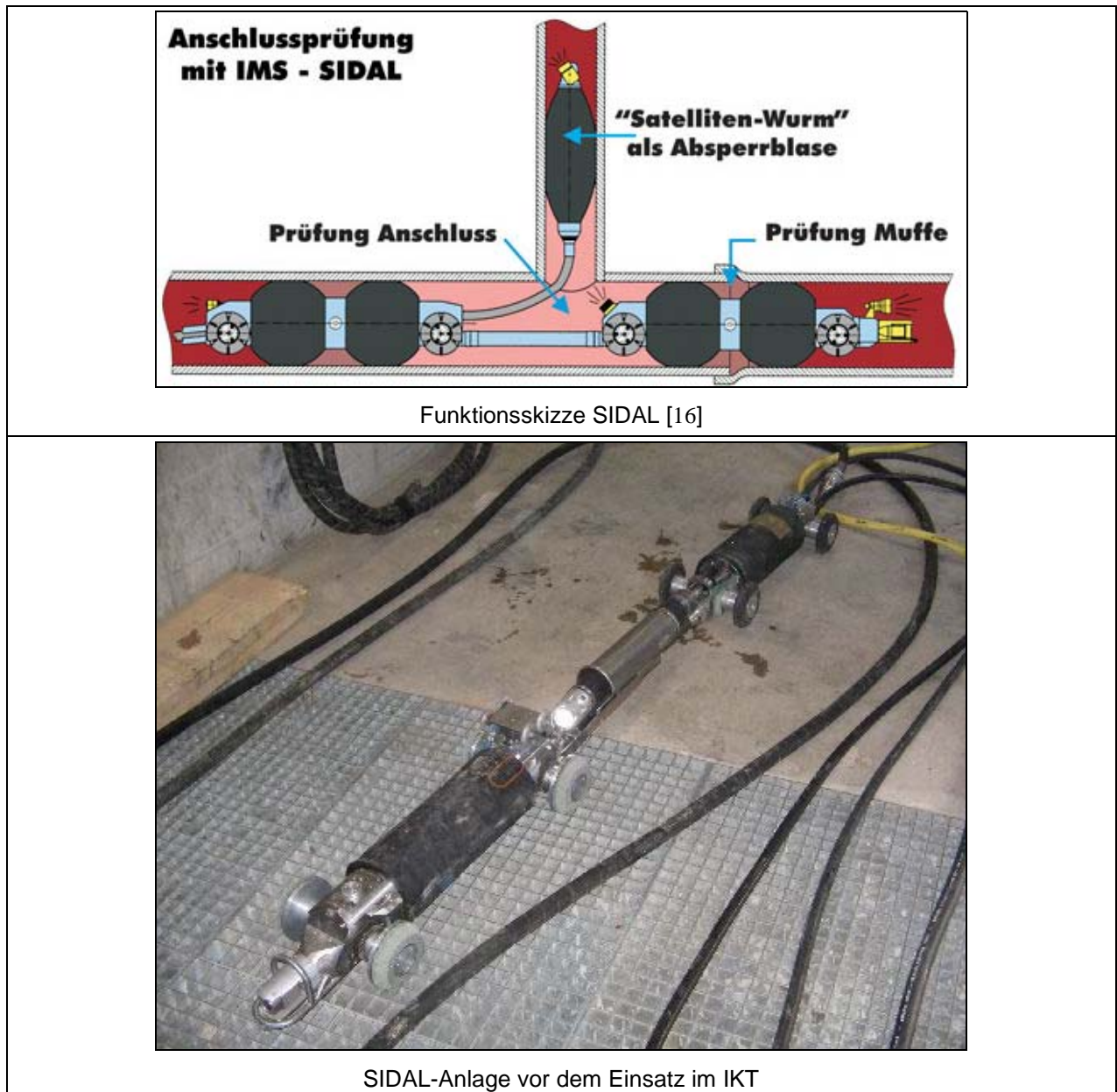


Abb. 14: Hausanschluss-Prüfsystem SIDAL (Satellitenanlage für die Inspektion und Druckprüfung von Anschlussleitungen)

2.4.3 Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 mit Dreh-/Schwenkkopf

Der Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 mit Dreh-/Schwenkkopf (Außendurchmesser ca. 70 mm, Länge ca. 660 mm; nachfolgend: großer Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf) ist die Weiterentwicklung des Göttinger-ZK-Kanalwurms 70/500. Die Funktionsweise der beiden Kanalwürmer ist weitestgehend vergleichbar (siehe 2.4.2). Auch der große Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf besteht aus einem Packer mit integrierter Kamera. Bei Bedarf kann der Vorschub ebenfalls durch Wasserhochdruck unterstützt werden. Im Gegensatz zum Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 ist jedoch der große Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf mit einer Dreh-/Schwenkkopf-Kamera (Drehbereich ca. 400°; Schwenkbereich ca. 270°) ausgestattet. Eine

zusätzliche Front-Spüleinrichtung am großen Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf soll die Säuberung der Kameralinse ermöglichen.

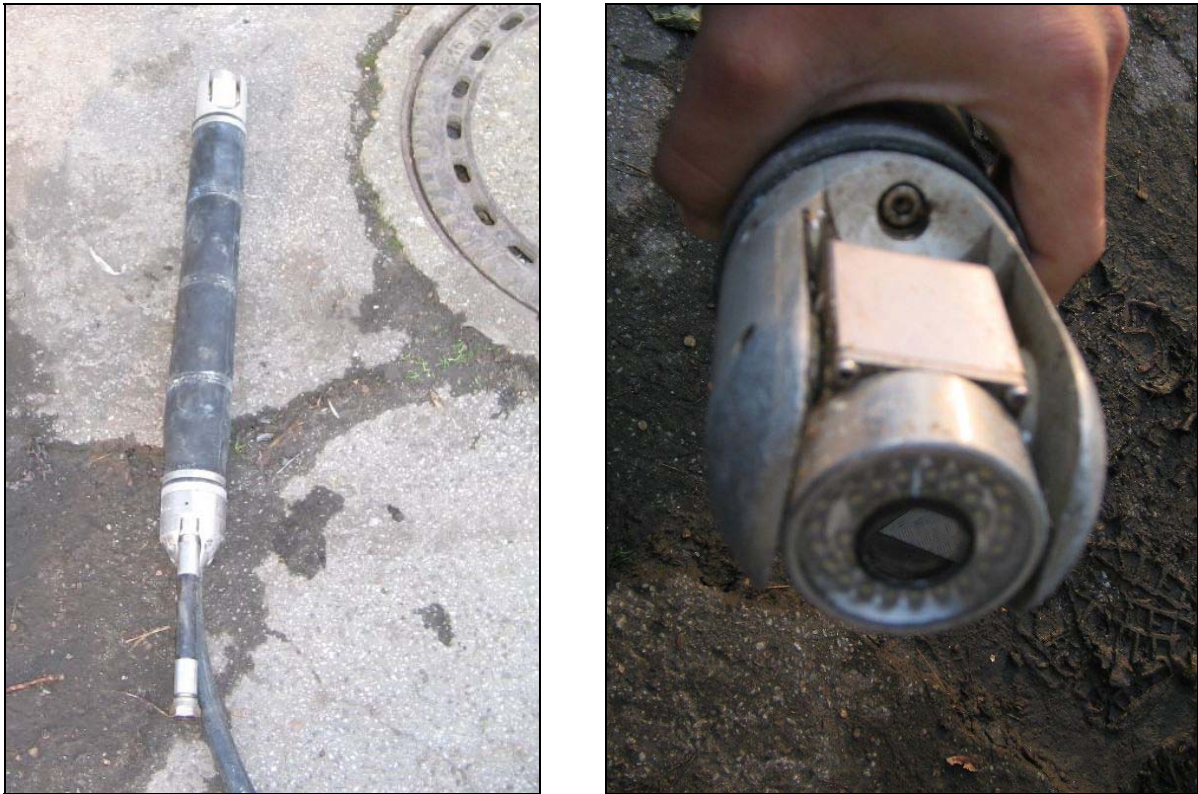


Abb. 15: Göttinger-ZK-Kanalwurm 70/500 mit Dreh-/Schwenkkopf

Die Inspektion von Grundstücksentwässerungsnetzen erfolgt beim Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf grundlegend analog zum großen Kanalwurm ohne Dreh-/Schwenkkopf (siehe 2.4.2). Allerdings können mit der Dreh-/Schwenkkopf-Kamera Schäden, Muffen und Leitungsenden komplett abgeschwenkt und im Detail aufgenommen werden. Ferner kann die Kameralinse des Kanalwurms durch die Front-Spüleinrichtung bei einer Verschmutzung u. U. unmittelbar im Kanal gereinigt werden, wodurch das zeitaufwendige Zurückziehen des Wurms vermieden wird.

Auch der Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf kann für Dichtheitsprüfungen eingesetzt werden. Er wird ebenfalls über Schächte bzw. größere Inspektionsöffnungen auf dem Grundstück und aus dem Hauptkanal heraus eingesetzt, bei größeren Nennweiten mit der SIDAL-Anlage (vgl. 2.4.2). Ein Peilsender ist in den großen Kanalwurm mit Dreh-/Schwenkkopf integriert.

2.4.4 Göttinger-ZK-Kanalwurm 50/300 (mini)

Der Göttinger-ZK-Kanalwurm 50/300 (Außendurchmesser ca. 50 mm, Länge ca. 400 mm; nachfolgend: kleiner Kanalwurm) ist die kleinere Version des Göttinger-ZK-Kanalwurms 70/500. Die Funktionsweise des kleinen Kanalwurms ist im Wesentlichen mit der des großen Kanalwurms

vergleichbar (siehe 2.4.2). Der kurze Packer ist mit einer Axialkamera mit automatischer, horizontaler Bildausrichtung und Beleuchtung ausgestattet. Eine Reinigungsfunktion für die Kameralinse ist nicht vorhanden. Auch der kleine Wurm besitzt den hydraulischen Zusatzantrieb. Im Gegensatz zum großen Kanalwurm besitzt er keinen Drehmotor, kann allerdings aufgrund der anders gestalteten Mechanik im Inneren des Packers stufenlos in vier Richtungen um bis zu 90° abgewinkelt werden.



Abb. 16: Göttinger-ZK-Kanalwurm 50/300 (mini)

Die Inspektion von Grundstücksentwässerungsnetzen wird beim kleinen Kanalwurm vergleichbar zu dem großen Kanalwurm durchgeführt (siehe 2.4.2). Das Abschwenken von z.B. Schäden und Muffen ist nicht möglich. Als Absperreinheit für Dichtheitsprüfungen ist der kleine Kanalwurm nicht konzipiert.

Der kleine Kanalwurm kann über Schächte bzw. größere Inspektionsöffnungen auf dem Grundstück eingesetzt werden. Laut Hersteller kann auch der kleine Kanalwurm mit der SIDAL-Anlage aus dem Hauptkanal heraus in Anschlusskanäle eingebracht werden (siehe 2.4.2). Der kleine Kanalwurm besitzt keinen Peilsender.

2.4.5 Lindauer Schere (mini)

Die Lindauer Schere (mini) besteht aus einem Kamerakopf (Außendurchmesser ca. 85 mm, Länge ca. 250 mm) mit Beleuchtung und daran montierter, ausfahrbarer und schwenkbarer

Scherenmechanik. Die Kamera ist als Dreh-/Schwenkkopf-Kamera konzipiert (endlosdrehbar, Winkelbereich 200°). Mit Hilfe einer Schnur, die im Kamerakopf auf- und abgewickelt wird, kann die Schere aus- und eingefahren werden. An den beiden Spitzen der Schere befindet sich zur Stabilisierung eine Zugfeder, welche sich beim Ausfahren entspannt. Der Vorschub des Systems kann durch Einsatz von Schiebestangen bzw. hydraulisch mit Wasserhochdruck erfolgen. Die Steuerung der Kamera erfolgt elektrisch. Bei der Erfassung einer abzweigenden Leitung wird der Kamerakopf vom Inspekteur zunächst über seine Dreh-Schwenkfunktion in Richtung des aufzunehmenden Abzweiges gelenkt. Anschließend wird die Schere ausgefahren, so dass der Kamerakopf beim weiteren Vorschub abgelenkt und in den Abzweig eingefahren werden kann. Nach dem Einfahren in den Abzweig wird die Schere wieder zurückgezogen, wodurch die Dreh-/Schwenkkopffunktion der Kamera voll genutzt werden kann.



Abb. 17: Lindauer Schere (mini)

Der Vorschub des Systems wird mit einem Techniker abgestimmt, welcher sich an der Einfahröffnung befindet. Die optische Erfassung des Leitungszustandes kann sowohl beim Vorschub als auch beim Rückzug des Systems erfolgen. Da die Leitvorrichtung (Schere) bei der optischen Erfassung des Netzzustandes zurückgezogen ist, kann die Leitungswandung mit der Dreh-/Schwenkkopfkamera rechtwinklig abgeschwenkt werden, Schäden, Muffen und Leitungsenden können damit detailliert erfasst werden. Bei Einsatz einer Hochdruckdüse wird das Netz während der Inspektion gleichzeitig gereinigt.

Die Lindauer Schere kann über Schächte bzw. größere Inspektionsöffnungen auf dem Grundstück und bei gleichzeitigem Einsatz des Fahrwagens SKI II auch ausgehend vom Hauptkanal eingesetzt werden. Hierzu wird die Lindauer Schere auf dem Fahrwagen montiert.



Abb. 18: Einführung der Lindauer Schere (mini) in einen Abzweig



Abb. 19: Lindauer Schere (mini) mit Fahrwagen

Die Längenmessung der Leitungen erfolgt mit einem Meterzähler an der Einschuböffnung. Die Peilung der Lindauer Schere ist durch einen zusätzlich integrierten Sender möglich.

Ergänzt wurde die Lindauer Mini-Schere nach dem Warentest [15] durch **ASYS ein unterirdisches Ortungs- und Kanalverlaufsmeßsystem**. Das System wurde von JT-Elektronik gemeinsam mit der Universität der Bundeswehr München entwickelt wurde. ASYS ist eine Art „pseudo-unterirdisches GPS“ für die Grundstücksentwässerung. Mit Hilfe von Bewegungssensoren im Kamerakopf ermöglicht ASYS eine exakte Positionsbestimmung der Optik im dreidimensionalen Raum. Regelmäßige Abfragen der Position, erlauben damit die Erstellung eines Leitungsverlaufsplans während der Inspektion der Leitungen unter Grundstück und Haus. [17]

2.4.6 ORION L (Kieler Stäbchen)

Die ORION L, auch als „Kieler Stäbchen“ bezeichnet, besteht aus einem Kamerakopf (Außendurchmesser ca. 60 mm, Länge ca. 250 mm) mit Beleuchtung und daran befestigtem Führungsstab mit vorn angesetzter Kugel. Der Führungsstab ist austauschbar, wodurch Stäbe mit unterschiedlichen Dimensionen (z.B. Längen) eingesetzt werden können. Die Kamera ist als Dreh-/Schwenkkopf-Kamera konzipiert (endlosdrehbar). Somit kann der Führungsstab, der nicht teleskopierbar ist, in jede Richtung geschwenkt werden. Der Vorschub des Systems erfolgt manuell durch Einsatz eines Schiebestabs (Kunststoffschlauch mit eingezogenem Kamerakabel und Glasfaserstab). An diesen Schiebestab kann bei Bedarf eine Hochdruckdüse mit Spülschlauch montiert werden, um den Vorschub hydraulisch zu unterstützen. Die Steuerung der Kamera erfolgt elektrisch. Die ORION L wird mit Hilfe des Führungsstabes in die abzweigende Leitung eingeführt. Nachdem der Kamerakopf in Richtung des Abzweigs gelenkt wurde, wird der Stab

vom Inspekteur in die Leitung eingefädelt, um den Kamerakopf in den Abzweig einschieben zu können.



Abb. 20: ORION L

Der Vorschub des Systems wird mit einem Techniker abgestimmt, welcher sich an der Einfahröffnung befindet. Die Inspektion kann sowohl beim Vorschub als auch beim Rückzug erfolgen. Der Führungsstab befindet sich bei der optischen Erfassung permanent im Aufnahmebereich der Kamera. Durch den Stab ist auch ein Abschwenken der Leitungswandung nur bedingt möglich, wobei der Grad der Einschränkung von der Dimension des Stabes und der Nennweite des Leitungsabschnittes abhängt. Bei Einsatz einer Hochdruckdüse wird das Netz während der Inspektion gleichzeitig gereinigt.

Die ORION L kann über Schächte bzw. größere Inspektionsöffnungen auf dem Grundstück und bei gleichzeitigem Einsatz des Fahrwagens LISY 150 auch ausgehend vom Hauptkanal eingesetzt werden. Hierzu wird die ORION L auf den Fahrwagen LISY 150 montiert.



Abb. 21: Einführung der ORION L über ein PVC-Rohr



Abb. 22: ORION L mit dem Fahrwagen LISY 150

Die Längenmessung der Leitungen erfolgt über einen Meterzähler an der Einschuböffnung. Die ORION L ist mit einem Peilsender ausgestattet.

3 Inspektion und Wurzelentfernung

3.1 Situation in Raesfeld

Im Ortsteil Raesfeld-Erle, der im Trennsystem entwässert und sich in der Wasserschutzzone IIIa und IIIb befindet, ist ein Schmutzwassersammler der Nennweite DN 250 bis DN 400 als Hauptsammler zur Kläranlage Raesfeld-Erle verlegt (vgl. Abb. 23). Dieser wurde in den 60er Jahren noch mittels Teerstrick abgedichtet, so dass davon auszugehen ist, dass im Muffenbereich Undichtigkeiten vorliegen, aus denen Schmutzwasser in den umgebenden Boden- und Grundwasserkörper austreten kann. Eine möglichst kurzfristige Abdichtung der schadhaften Stellen ist aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet somit erforderlich.

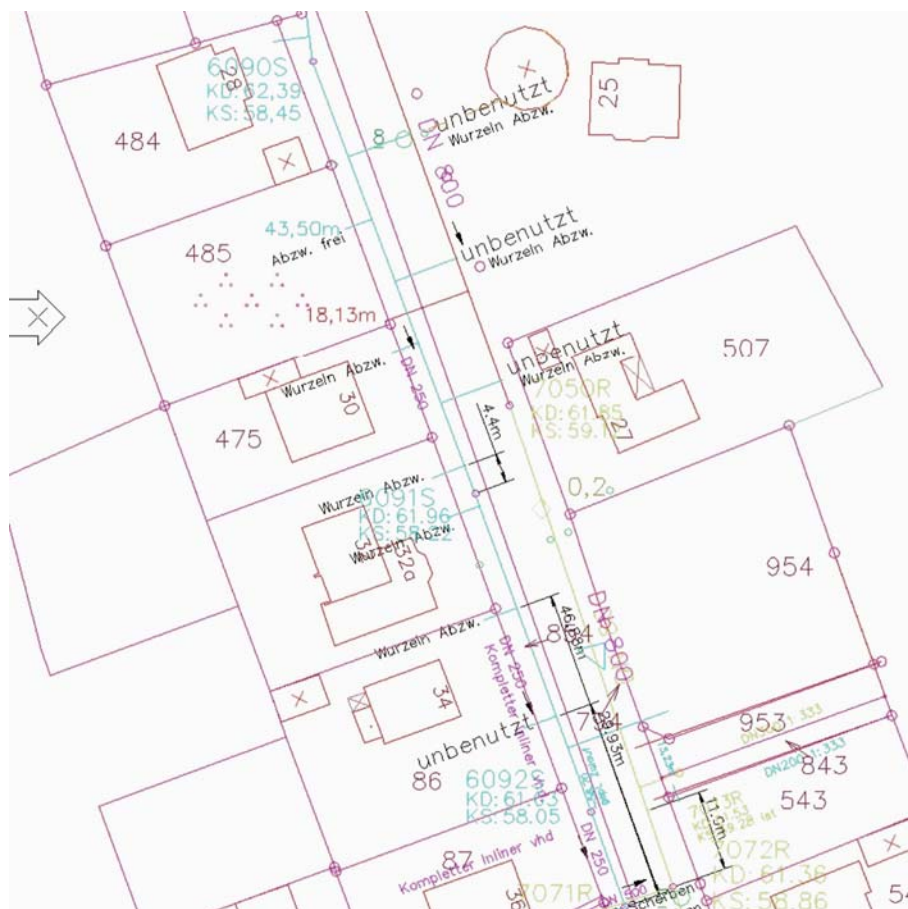


Abb. 23: Übersicht der Kanäle und der Bebauung im berücksichtigtem Bereich der Gemeinde Raesfeld.

Der Schmutzwasserkanal befindet sich im Bereich des Gehwegs bzw. des Grünstreifens einer Landstraße. Die Oberfläche ist, mit Ausnahme des Bereiches des Grünstreifens versiegelt (vgl. Abb. 24). Der Grünstreifen ist mit Kastanien bepflanzt, die jeweils in einem Abstand von ca. 15 m zueinander stehen (vgl. Abb. 25). Die Bäume wurden nach Angaben des Grünflächenbetreibers in Raesfeld im Jahr 1982 gepflanzt.

Im Rahmen einer Inspektion des in einer Tiefenlage von 3,5 m bis 4,0 m verlegten Schmutzwasserkanals wurden zusätzlich zu den Undichtigkeiten Schäden in Form von Wurzeleinwuchs festgestellt. Als Verursacher konnten die auf der Trasse stehenden Kastanienbäume identifiziert werden. Daraufhin wurden einzelne Kanalabschnitte des Schmutzwasserkanals mit Kurzschläuchen repariert. Darüber hinaus wurden Haltung mit Inliner renoviert. Ziel der Sanierungsmaßnahme war somit neben der Abdichtung der Leitung auch die Vermeidung von weiterem Wurzeleinwuchs.



A



B

Abb. 24: Lage des Schmutzwassersammlers im Straßenbereich skizziert. **A** Blick in nördliche Richtung, **B** Blick in südliche Richtung.

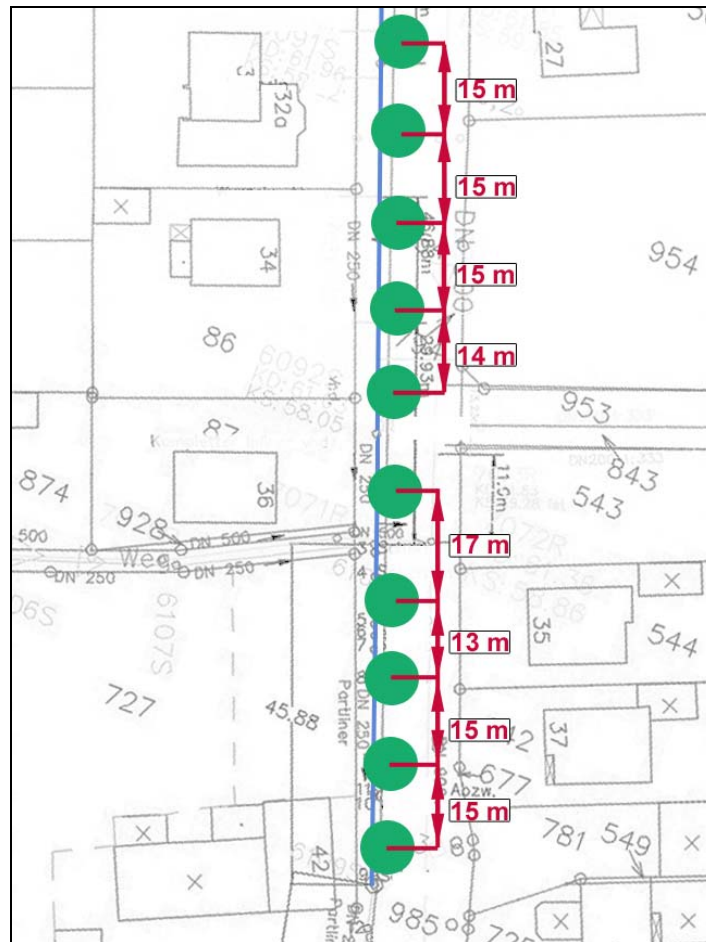


Abb. 25: Übersichtszeichnung der Umgebung im Bereich der betrachteten Leitungsabschnitte. Bepflanzung, Rosskastanie: (*Aesculus Hippocastanum* L.) grün; Schmutzwasserkanal: blau; Bemaßung: rot. (Ausschnitt)

Allerdings zeigte sich, dass die bisher durchgeführten Maßnahmen der Wurzelentfernung und Sanierung in den o. a. Kanalabschnitten nicht den gewünschten Erfolg brachten. So konnten zwar durch den Einsatz einer Kettenschleuder erneut eingewachsene Wurzeln aus dem Sammler entfernt werden, bei der anschließenden Inspektion wurden aber erhebliche Beschädigungen in Form von Rissen und Scherben festgestellt. Ebenso konnte durch die Sanierung der Kanalabschnitte keine dauerhafte Wurzelfreiheit gewährleistet werden. Eine Kontrolle der Haltungen ergab, dass erneut Wurzeleinwuchs Probleme bereitet. Die Wurzeln dringen dabei sowohl über nicht sanierte Muffen (vgl. Abb. 26 bis Abb. 30) als auch über Hausanschlüsse (vgl. Abb. 31) in den Hauptkanal ein.



Abb. 26: Wurzeleinwuchs im Hauptkanal (Haltung 6109S - 6108S, 16,7 m). Zustand am 03.03.1999.



Abb. 27: Wurzeleinwuchs im Hauptkanal (Haltung 6109S - 6108S, 19,9 m). Zustand am 03.03.1999.



Abb. 28: Wurzeleinwuchs im Hauptkanal (Haltung 6108S, 21,4 m). Zustand am 03.03.1999.

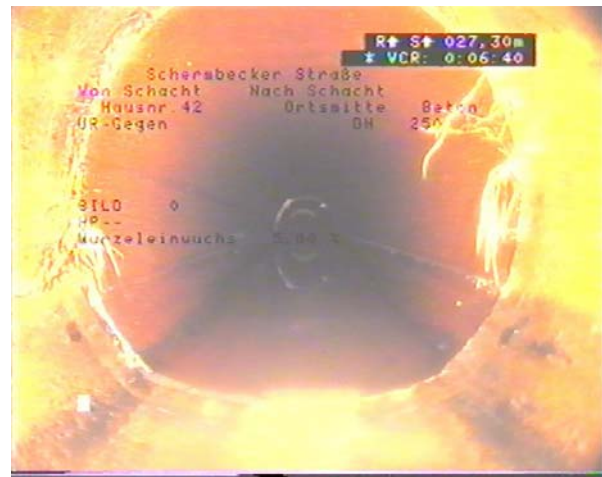


Abb. 29: Wurzeleinwuchs im Hauptkanal (Haltung 6109S - 6108S, 27,3 m). Zustand am 03.03.1999.



Abb. 30: Wurzeleinwuchs im Hauptkanal vor der Wurzelentfernung und Sanierung der Leitung (Haltung 6109S - 6108S - 6092S, 53,1 m).



Abb. 31: Wurzeleinwuchs im Einmündungsbereich einer Grundstücksentwässerungsleitung vor der Wurzelentfernung und Sanierung der Leitung (Haltung 6109S - 6108S, 12,28 m).

Grundsätzlich unterschieden sich die betrachteten sechs Haltungen zum Zeitpunkt der durchgeführten Untersuchungen aufgrund ihres Zustand sowie der bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen (vgl. Tabelle 3). Drei Haltungen wurden komplett mit Inlinern saniert. In einer Haltung wurde ein ca. 6,7 m langer Kurzschlauch eingebaut. In einer weiteren Haltung wurden punktuelle Schäden in Form von Wurzeleinwuchs mit Kurzschläuchen saniert. In einer Haltungen wurden noch keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. In den mit Inlinern sanierten Haltungen wurden die seitlichen Zuläufe jeweils aufgefräst. Weitergehende Sanierungsmaßnahmen, z.B. in Form von Stützensanierung oder Sanierung der Hausanschlussleitungen wurden noch nicht durchgeführt. Auch an den Schachtbauwerken wurden noch keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

Tabelle 3: Beschreibung des Zustandes der betrachteten sechs Haltungen.

Schacht oberhalb	Schacht unterhalb	Haltungslänge [m]	Bemerkung
6089S	6090S	46,07	Das Ende der Haltung, betrachtet in Fließrichtung wurde mit einem Kurzschlauch saniert. Länge des Kurzschlauchs ca. 6,7 m. Abzweig im berücksichtigten Kanalabschnitt.
6090S	6091S	68,68	Haltung komplett mit einem Inliner saniert. Die Zugänge zu den sechs Abzweigen wurden jeweils aufgefräst.
6091S	6092S	49,64	Haltung komplett mit einem Inliner saniert. Die Zugänge zu drei Abzweigen wurden jeweils aufgefräst. Ein unbenutzter Abzweig wurde wahrscheinlich durch den Inliner verschlossen.
6092S	6108S	15,92	Haltung komplett mit einem Inliner saniert. Der Zugang zu dem einzigen Abzweig in der Haltung wurde aufgefräst.
6108S	6109S	45,59	Punktuelle Sanierung des Schadensfalls Wurzeleinwuchs mit Kurzschläuchen. Schäden in der Haltung in Form von Rissen, Scherben und Unterbögen.
6109S	6176S	28,72	Schäden in der Haltung in Form von Rissen und Scherben. Kein Schaden in Form von Wurzeleinwuchs. Die Haltung wird deshalb nicht berücksichtigt.

Die Haltungen des Hauptkanals sowie die seitlichen Anschlüsse sind als Skizze in Abb. 23 dargestellt. Darüber hinaus ist die Anzahl und die Lage der Abzweige und die jeweiligen Abstände zu den Schächten in Abb. 32 dargestellt.

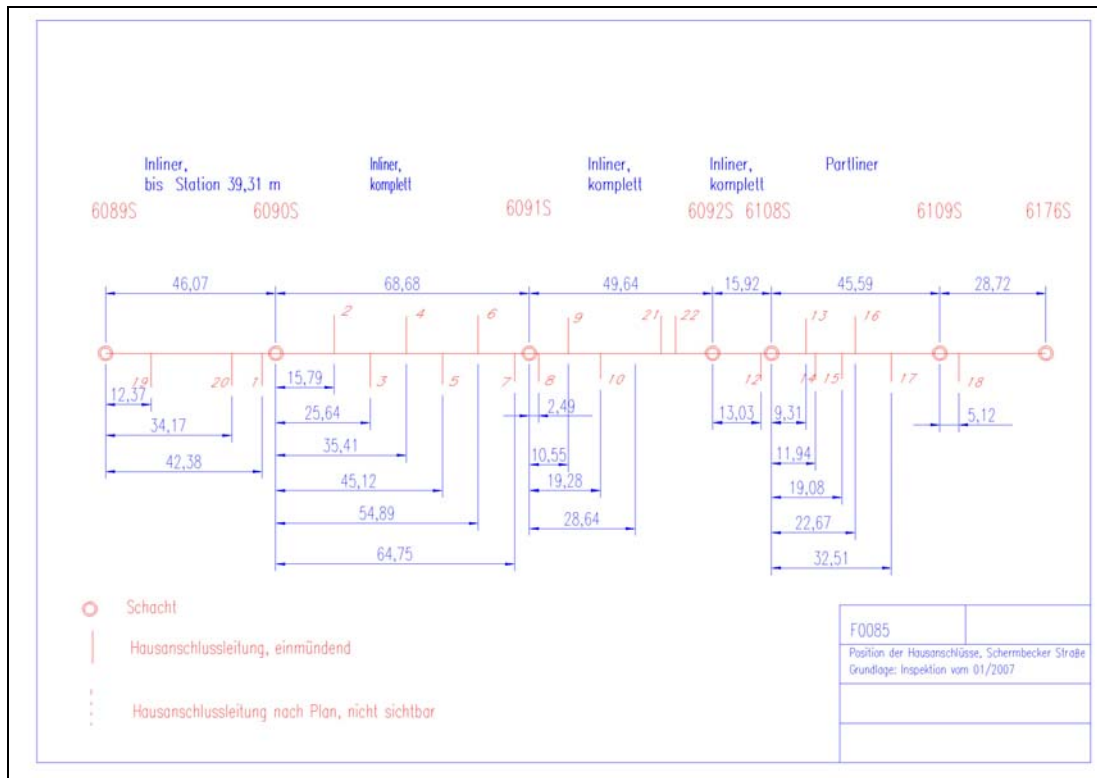


Abb. 32: Anzahl und Lage der Abzweige in den untersuchten Haltungen

Im Rahmen des Projektes wurden sowohl die Haltungen des **Schmutzwasserkanals DN 250** als auch die zugehörigen **Grundstücksentwässerungsleitungen** inspiziert. Ein besonderes Augenmerk wurde darüber hinaus auf die Inspektion der Einbindungen der Hausanschlussleitungen in Form von **Stutzen und Abzweigen** an den Hauptkanal gelegt.

Die Ergebnisse der Inspektionen sind im Folgenden dargestellt. Die Auswertung erfolgte unter besonderer Berücksichtigung des Schadenfalls Wurzeleinwuchs und kann grundsätzlich wie folgt unterschieden werden:

1. Unsanierter Bereiche mit Wurzeln in Rohrverbindungen und durch Risse
2. Wurzeleinwuchs im Bereich von mit Kurzschläuchen (bis ca. 2,0 m) sanierten Bereichen
3. Wurzeleinwuchs in mit Inlinern sanierten Bereichen: Beschreibung der Schwachstellen (Einmündung in Schächte, aufgefräste Stutzen)
4. Schächte: Wurzeleinwuchs durch die Schachtwand, z.B. bei gemauerten Schächten oder durch die Fugen von Schachtringen.

Darüber hinaus zeigte sich, dass Wurzeln zum einen die Inspektion be- und verhindern können. So lag ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen auf der **inspektionsbegleitenden Entfernung**

von **Wurzeln** aus dem Hauptkanal, den Stutzen bzw. Abzweigen und Grundstücksentwässerungsleitungen mit unterschiedlichen Geräten bzw. Verfahren.

3.2 Schmutzwasserkanal DN 250

Im Schmutzwasserkanals DN 250 wurden die Haltungen zwischen den Schächten 6089 S und 6176 S am 04.01.2007 optisch inspiziert und die Inspektionsvideos unter besonderer Berücksichtigung des Schadensfalls Wurzeleinwuchs ausgewertet. Die Inspektion ergab, dass insbesondere die Hausanschlüsse zum Teil massiv verwurzelt waren. So behinderten in einem Fall aus einem Abzweig in den Hauptkanal einwachsende Wurzeln die Durchführung der Inspektion.



Abb. 33: Wurzeleinwuchs durch einen seitlich Zulauf. Die einwachsenden, bis zu daumendicken Wurzeln verhindern die weitergehende Inspektion des Hauptkanals DN 250.

Anhand dieses Einzelfalls wurde klar, dass sowohl zur Aufrechterhaltung der Vorflut, zur Verhinderung von Geruchsbelästigungen sowie zur Durchführung der Inspektionen Wurzeln punktuell aus den Muffen und Rissen sowie aus den Stutzen bzw. Abzweigen entfernt werden müssen.

Ohne eine vorherige Wurzelentfernung wurde ein Großteil des Kanals inspiziert. Die Inspektion ergab, dass Wurzeln grundsätzlich durch alle sichtbaren und nicht sichtbaren Schwachstellen des Hauptkanals eingewachsen sind. Wurzeleinwuchs in die mit Inlinern sanierten Haltungen fanden ausschließlich über die seitlichen Zuläufe in den Hauptkanal statt. Die genauen Einwuchsstellen konnten nicht in allen Fällen im Rahmen dieser Inspektion erkannt werden. Auch konnte nicht immer zwischen Abzweigen und Stutzen unterschieden werden. Dies erfolgte erst nach der Entfernung von Wurzeln aus den Stutzen und Abzweigen. Die Ergebnisse dieser Inspektionen sind in Kapitel 3.3 beschrieben.

Die Inspektion der Haltungen vor der Wurzelentfernung ergab, dass Wurzeln an unterschiedlichen Bauteilen der sanierten und unsanierten Haltungen eingewachsen sind. Zur Übersicht sind diese Einwuchsorte beispielhaft im Folgenden dargestellt:

In einem Fall wurden einwachsende Wurzeln in einem **Schacht** festgestellt. Durch welche Schwachstelle im Schachtbauwerk die Wurzeln eingewachsen sind, konnte nicht ermittelt werden. Möglicherweise sind die Wurzeln durch Risse im gemauerten Schachtunterteil gewachsen und ragen jetzt bis in das Schachtgerinne (vgl. Abb. 35).



Abb. 34: Wurzeleinwuchs in einem Schacht. Die Wurzeln wachsen höchstwahrscheinlich durch die gemauerten Schachtböden ein. (vgl. auch Abb. 35)

In den untersuchten **unsanierten Haltungen** waren zum Untersuchungszeitpunkt Wurzeln insbesondere durch die Rohrverbindungen und seitliche Zuläufe eingewachsen (vgl. Abb. 36 und Abb. 37). Aber auch durch Risse einwachsende Wurzeln wurden festgestellt.

In den Haltungen, die im Jahre 1999 neben schadhafte Rohrverbindungen auch Schäden in Form von Rissen und Scherben aufwiesen, wurden **Kurzschläuche** eingebaut. Die Inspektion nach ca. 8 Jahren ergab, dass in den Bereichen vor und hinter den Kurzschläuchen Wurzeln durch Risse eingewachsen sind. Neben einwachsenden Einzelwurzeln (vgl. Abb. 38) konnten auch kleine Wurzelpolster vorgefunden werden (vgl. Abb. 39). Aber auch ein Kurzschlauch ohne Wurzeleinwuchs in diesen Bereichen wurde angetroffen (vgl. Abb. 40).

Wurzeleinwuchs in den mit **Inlinern sanierten Haltungen** wurde ausschließlich an den seitlichen Zuläufen festgestellt. Dabei stellt der in Abb. 33 dargestellte Zulauf den größten festgestellten Einwuchsfall in den untersuchten Haltungen dar. Grundsätzlich ließen sich diese Zuläufe allerdings in keinem Fall detailliert untersuchen.

Vor diesem Hintergrund wurden im Hauptkanal unterschiedliche Methoden zur Wurzelentfernung angewandt. In einem ersten Schritt wurde der Kanal mit einer **rundumstrahlenden Hochdruckreinigungsdüse** gereinigt. Eine Veränderung des Wurzelbildes konnte hierdurch nicht

festgestellt werden. Im nächsten Schritt wurden zwei unterschiedliche **Robotersysteme** eingesetzt, um Wurzeln aus den Rohrverbindungen und den seitlichen Zuläufen zu entfernen.



Abb. 35: Wurzeinwuchs im Schacht des Hauptkanals. Im Bereich der Berme sind Wurzeln zu erkennen. (Haltung 6090S – 6091S, 67,8 m).



Abb. 36: Wurzeinwuchs durch einen seitlichen Zulauf. Die Wurzeln haben in der angeschlossenen Leitung ein Polster gebildet, das in den Hauptkanal hereinragt und dort ein Abflusshindernis bildet. (Haltung 6109S - 6108S, 26,27 m).



Abb. 37: Wurzeinwuchs durch eine Rohrverbindung des Hauptkanals. Die Wurzeln haben ein Polster gebildet, das im Hauptkanal ein Abflusshindernis bildet. (Haltung 6109S - 61080S, 15,71 m).



Abb. 38: Wurzeinwuchs in einem Riss im Hauptkanal (Haltung 6109S – 6108A, 33,13 m). Einzelne Wurzeln sind durch den Spalt zwischen den Scherben des Steinzeugrohrs eingewachsen.



Abb. 39: Wurzeln am Rand eines Kurzschlauchs im Hauptkanal. (Haltung 6109S – 6108S, 32,77 m).



Abb. 40: Rand eines Kurzschlauchs ohne das Auftreten von Wurzeln. (Haltung 6109S – 6108S, 31,58 m).

Zur Entfernung von Wurzeln aus den Rohrverbindungen und seitlichen Zuläufen des Hauptkanals wurde ein **Fräsroboter** mit hydraulischem Antrieb und auswechselbaren Fräsköpfen der **Firma KA-TE, Freienbach (Schweiz)** eingesetzt [18]. Der Roboter besteht aus einem elektrisch angetriebenen Fahrwagen und einem hydraulisch angetriebenen Fräser (vgl. Abb. 41). Der Fräser kann mit unterschiedlichen Werkzeugen bestückt werden. Zur visuellen Kontrolle der Arbeiten ist eine Kamera mit Scheibenwischer vor dem Fräskopf angebracht (vgl. Abb. 42). Für die Fräsarbeiten in den Rohrverbindungen des Hauptkanals wurde ein flacher Fräskopf aus Hartmetall montiert (vgl. Abb. 42) und die Wurzeln bündig zur Rohrwandung abgetrennt.



Abb. 41: Einbringen des Fräsroboter zur Wurzelentfernung in einen Schacht des Hauptkanals in der Schermbecker Straße in Raesfeld.

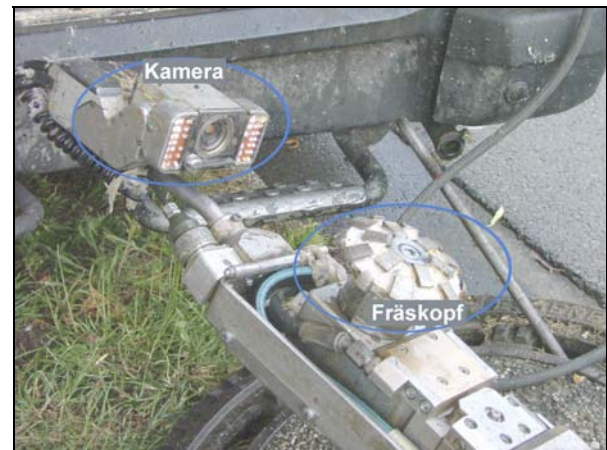


Abb. 42: Der Fräsroboter besitzt zur visuellen Kontrolle neben dem schwenkbaren Hartmetall-Fräskopf eine schwenkbare Kamera.

Für die Entfernung von Wurzeln aus den Bereichen der seitlichen Zuläufe wurde das Werkzeug am Fräser getauscht. Zum Einsatz kam jetzt ein konischer geformter Fräser mit drei Verlängerungen (vgl. Abb. 43). Darüber hinaus kann der Fräser senkrecht zur Fahrachse teleskopiert werden, so dass das konische Fräswerkzeug bis in den seitlichen Zulauf gefahren werden kann (vgl. Abb. 44). Eine visuelle Kontrolle der Fräsarbeiten kann in diesem Moment nicht mehr erfolgen und wird blind bzw. „nach Gefühl“ ausgeführt.

Der Erfolg der Fräsarbeiten konnte beispielhaft durch die Entnahme eines Wurzelpolsters aus einem Schacht dokumentiert werden. Zu erkennen waren sowohl fingerdicke Wurzel als auch davon abzweigenden Fein- und Feinstwurzeln, die ein dichtes Wurzelpolster bilden (vgl. Abb. 45 und Abb. 46)



Abb. 43: Zur Entfernung von Wurzelpolstern im Einmündungsbereich der Anschlussleitungen (Abzweige) wurde ein Fräskopf mit einer Verlängerung eingesetzt.

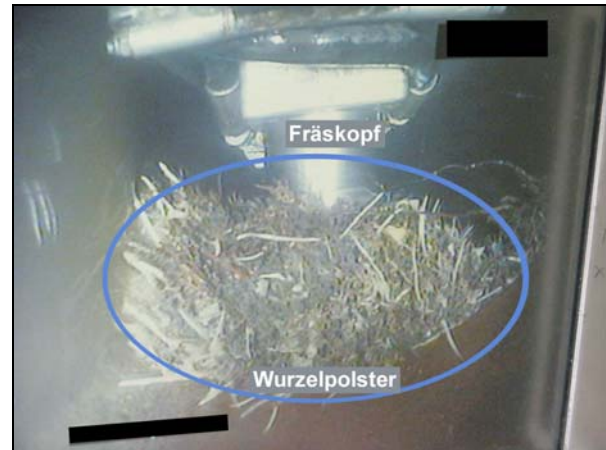


Abb. 44: Ausfräsen eines Wurzelpolsters unter Kamerabeobachtung im Einmündungsbereich. Online-Bild der Kamera (vgl. Abb. 42)



Abb. 45: Aus dem Kanal entferntes Wurzelpolster.



Abb. 46: Detail des aus dem Kanal entfernten Wurzelpolsters.

Da beim Einsatz von Hartmetall-Fräsern unbeabsichtigt Schäden an den Rohren, Rohrverbindungen, Abzweigen und Stutzen auftreten können, wurde ein weiteres Robotersystem mit alternativen Werkzeugen insbesondere zur Entfernung der Wurzeln aus den Abzweigen bzw. Stutzen eingesetzt.

3.3 Stutzen und Abzweige

Zur Entfernung der Wurzeln aus den Abzweigen bzw. Stutzen des Schmutzwasserkanals DN 250 wurde ein zweites pneumatisch betriebenes **Robotersystem der Firma JT-Elektronik, Lindau** eingesetzt. Der Fahrwagen des Roboters wird elektrisch angetrieben. Das rotierende Werkzeug des Roboters wird pneumatisch angetrieben. Es können unterschiedliche Werkzeuge an pneumatisch betriebenen Fräsroboter [20] montiert werden. Im Rahmen der hier beschriebenen inspektionsbegleitenden Wurzelentfernung kamen zwei unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz. Zum einen die Scheibe eines Trennschleifers (vgl. Abb. 47 und Abb. 48), zum anderen eine im Karosseriebau eingesetzte sogenannte Topfbürste (vgl. Abb. 49 und Abb. 50).



Abb. 47: Pneumatisch betriebener Fräsroboter der Fa. JT-Elektronik mit Trennscheibe als Fräswerkzeug (Gesamtansicht)

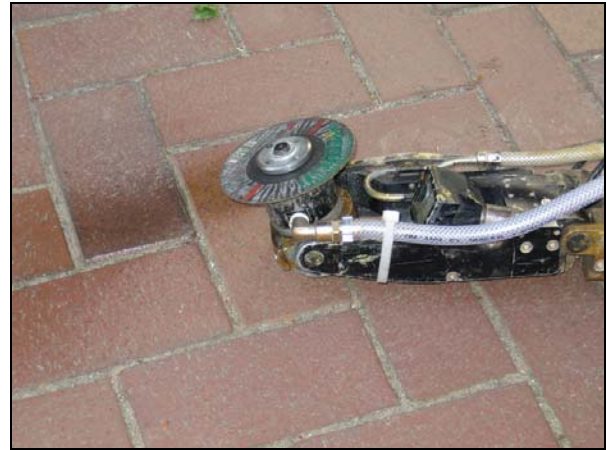


Abb. 48: Pneumatisch betriebener Fräsroboter der Fa. JT-Elektronik: Detail Trennscheibe.



Abb. 49: Pneumatisch betriebener Fräsroboter der Fa. JT-Elektronik mit Topfbürste als Fräswerkzeug (Gesamtansicht)



Abb. 50: Pneumatisch betriebener Fräsroboter der Fa. JT-Elektronik: Detail Topfbürste.

Auf den Einsatz der Trennscheibe als Werkzeug zur Wurzelentfernung wurde nach kurzem Einsatz verzichtet. In den Kanal einragende Wurzeln konnten zwar leicht mit diesem Werkzeug abgeschnitten und entfernt werden, es zeigte sich aber, dass bei der Entfernung von Wurzeln aus den seitlichen Zuläufen eine visuelle Kontrolle des Schneidvorgangs nicht mehr möglich war, so dass die Gefahr bestand, das Rohrmaterial nachhaltig zu schädigen (vgl. Abb. 51). Aus diesem Grunde wurde im nächsten Schritt die Topfbürste für die Wurzelentfernung eingesetzt.

In Abb. 52 ist beispielhaft ein seitlicher Zulauf aus einer mit Inliner sanierten Haltung dargestellt. Zu erkennen ist die Topfbürste vor der Wurzelentfernung. Darüber hinaus lässt sich der aufgefräste Inliner vom Altrohr abgrenzen. Der seitliche Zulauf wurde in diesem Fall durch ein Abzweigstück aus Steinzeug hergestellt. Die leicht ovale Form der Schnittstelle zwischen Zulauf und Hauptkanal lässt erahnen, dass es sich bei diesem Abzweig nicht um einen 90°-Abzweig sondern um einen 45°- oder 60°-Abzweig handelt. An den Flanken des Abzweigstücks ist nicht

mehr die typische bräunliche Färbung der Steinzeugglasur erkennbar. Weiterhin ist die Oberfläche der Flanken nicht glatt. Dieser Abzweig wurde höchstwahrscheinlich während des Öffnens des Liners durch den eingesetzten Fräsroboter, unter Verwendung eines Hartmetallwerkzeugs beschädigt. Eine vergleichbare Beschädigung des Abzweigs ist in Abb. 53 dargestellt. Auch hier wurde der Inliner nach der Sanierung aufgefräst und das verwendete Abzweigstück des Schmutzwasserkanals aus Steinzeug beschädigt.

Eine weitere, wesentliche Verschlechterung der Rohrschubstanz infolge der Wurzelentfernung konnte durch den Einsatz der Topfbürste minimiert werden. Die Topfbürste ist ein im Vergleich zu einem Hartmetallfräser weiches Werkzeug. Beim Auftreffen der weichen, zu Litzen verdrehten Metalldrähte auf einen harten Gegenstand weichen die Litzen dem Gegenstand zunächst aus. Erst in Abhängigkeit von der Einwirkdauer wird der Werkstoff angegriffen. Einwachsende Wurzeln sind unabhängig von ihrer Dicke im Vergleich zum Rohrwerkstoff Steinzeug weicher, so dass auch bei einer längeren Einwirkdauer der rotierenden Topfbürste zuerst die Wurzeln durchtrennt werden, bevor der Rohrwerkstoff versagt. Im Rahmen der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass auch der für die Sanierung verwendete Inliner-Werkstoff im Verhältnis zu den Wurzeln als härter zu beurteilen ist. Eine weitergehende Schädigung des Steinzeugkanals sowie des Inliners konnte so durch den Einsatz der Topfbürste minimiert werden. In Abb. 54 sind beispielhaft die minimalen Veränderungen an einem Steinzeugabzweig nach länger dauernder Einwirkung der Topfbürste dargestellt. Die aus den Abzweigen in den Schmutzwasserkanal einwachsenden Wurzeln konnten so nicht nur bündig mit der Rohrwandung des Schmutzwasserkanals sondern bis zu ca. 10 cm in die Anschlussleitung entfernt werden. Auch diese „blind“ durchgeführten Arbeiten veränderten die Oberflächen der Steinzeugabzweige nur minimal.

Als weitere Möglichkeit der Wurzelentfernung aus den Abzweigen des Hauptkanals wurde eine Kettenschleuder eingesetzt. Die Erfahrungen mit diesem Werkzeug sind in Kapitel 3.4 beschrieben.

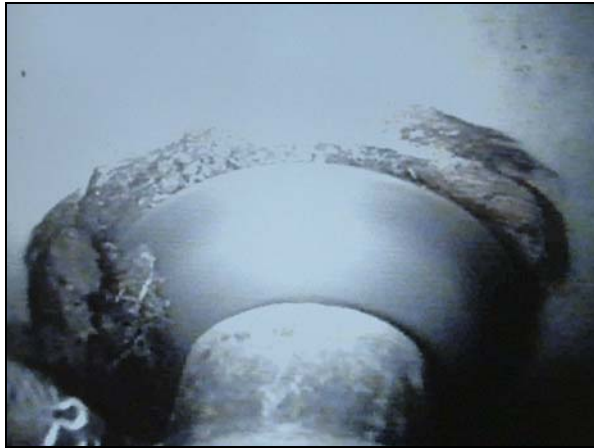


Abb. 51: Einsatz einer Trennscheibe zur Wurzelentfernung aus dem Abzweig. Eine visuelle Kontrolle der Schnittkante ist nicht möglich.



Abb. 52: Beseitigung von Wurzeinwuchs mit Hilfe einer Topfbürste. Durch die Schneidrichtung des Werkzeugs (rot gekennzeichnet) ist ein Erreichen der Wurzelpolster innerhalb der Anschlussleitung (blauer Pfeil) nur eingeschränkt möglich.

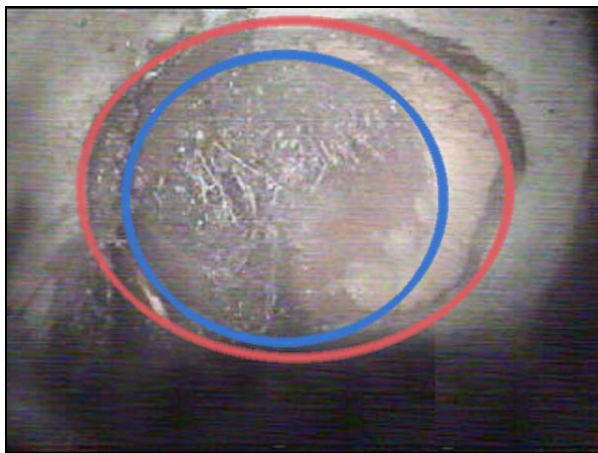


Abb. 53: Zustand des Steinzeugabzweigs nach Einsatz eines Hartmetall-Fräskopf. Der seitliche Zulauf war bereits über den ursprünglichen Durchmesser (blau gekennzeichnet) hinaus aufgefräst. Die Ausfräsung im Schlauchliner (rot gekennzeichnet) hat einen größeren Durchmesser als die einmündende Leitung.



Abb. 54: Durch den Einsatz der Topfbürste entstehen lediglich geringe Materialveränderungen.

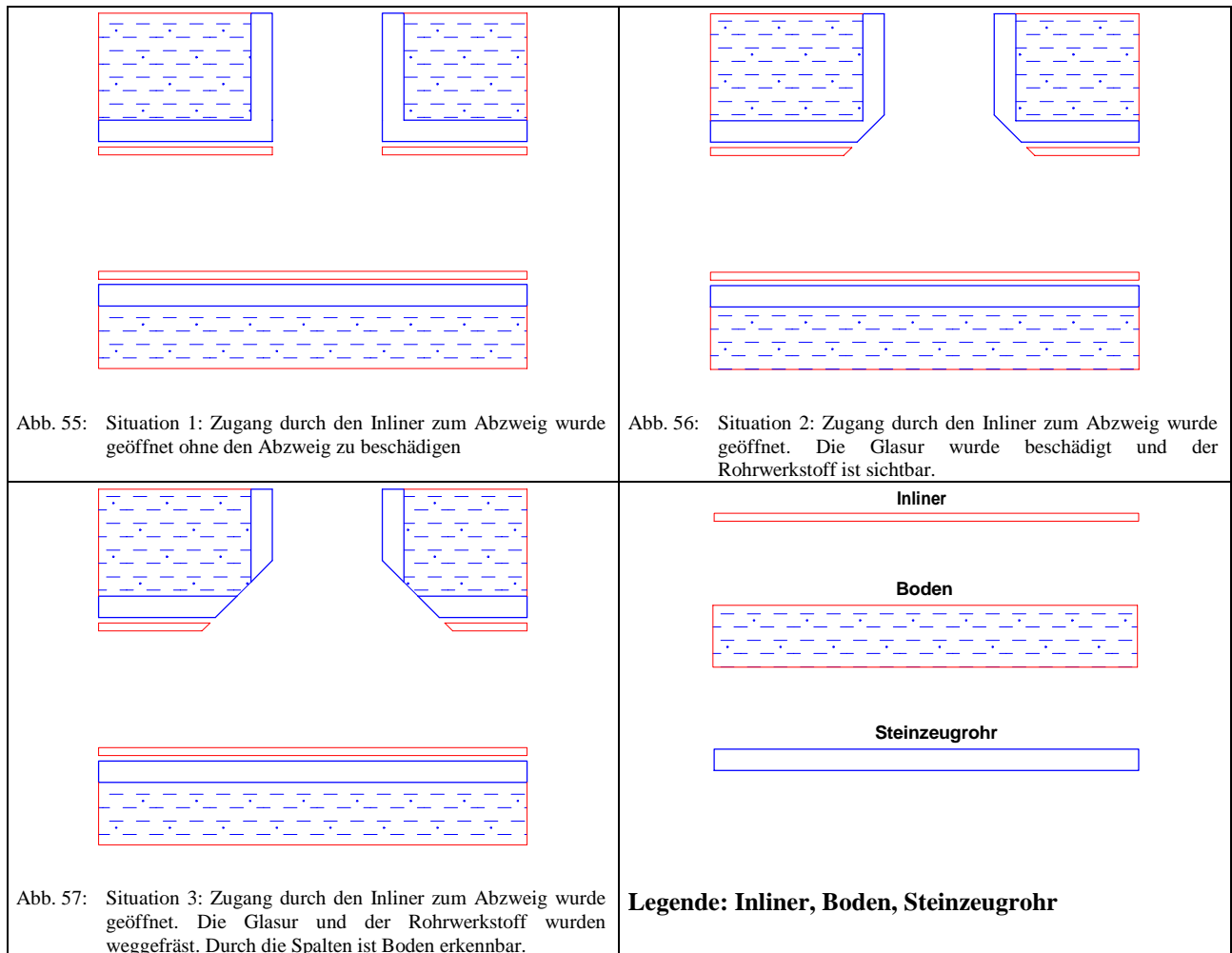
Inspektion der Abzweige und Stutzen

Während und nach der Entfernung der Wurzeln aus den seitlichen Zuläufen konnten die Abzweige inspiziert und die Einzelschäden beurteilt werden.

An den Abzweigen der nicht sanierten bzw. mit Kurzschläuchen sanierten Haltungen konnten keine Schäden am Rohrwerkstoff festgestellt werden. Eingesetzt wurden Abzweige mit unterschiedlichen Winkeln der abgehenden Leitungen. Gefunden wurden sowohl 90°-Abzweigen sowie 60°- oder 45°-Abzweige. Die Wurzeln waren grundsätzlich durch die erste Rohrverbindung zwischen Abzweig und Hausanschlussleitung eingewachsen (vgl. Abb. 58). Darüber hinaus wurden weitere Wurzeln in den Hausanschlussleitungen festgestellt, so dass die Querschnitte mehrerer Hausanschlussleitungen bis zu 100 % verschlossen (Vollverschluss) waren (vgl. Abb. 59). Eine weitergehende Beurteilung der Einmündungsbereiche dieser Abzweige erfolgte erst nach erneuter Wurzelentfernung (vgl. Kapitel 3.4).

Während der Inspektion der unsanierten Kanäle wurde klar, dass die seitlichen Anschlüsse der Hausanschlussleitungen grundsätzlich durch den Einbau von Abzweigen ausgeführt wurden. Mit Blick auf die mit Inlinern sanierten Haltungen des Schmutzwasserkanals DN 250 kann davon ausgegangen werden, dass auch hier Abzweige eingebaut wurden. Im Rahmen der Inspektion der Abzweige in den mit Linern sanierten Haltungen konnten nach der Wurzelentfernung folgende drei Situationen erkannt werden:

- Der Inliner wurde nach der Sanierung aufgefräst, ohne das Steinzeugrohr zu beschädigen (vgl. Situation 1 in Abb. 55).
- Der Inliner wurde aufgefräst, die Glasur des Steinzeugrohres wurde abgefräst bzw. beschädigt und der unglasierte Rohrwerkstoff ist sichtbar (vgl. Situation 1 in Abb. 56).
- Der Inliner und das Steinzeugrohr wurden so weit aufgefräst, bis das Bettungsmaterial sichtbar wurde (vgl. Situation 1 in Abb. 57).



Grundsätzlich wurde festgestellt, dass die aufgefästen seitlichen Einmündungen der Hausanschlussleitungen, unabhängig von der verwendeten Anschlussart eine Schwachstelle im Inliner darstellen. Durch diese Schwachstellen können Wurzeln eindringen, die entlang des Inliners im Ringraum zwischen Altrohr und Inliner wachsen (vgl. Abb. 1 A und B). Durch Unachtsamkeiten beim Auffräsen der Inliner entsteht an den in Situation 3 beschriebenen Fällen eine weitere Schwachstelle, durch die Wurzeln in den Hauptkanal eindringen können, da aus einem wurzelfesten Abzweig ein nicht fachgerecht eingebauter Stutzen entsteht, der eindringenden Wurzeln keinen Widerstand entgegensetzen kann. Die Folgen sind für einen konkreten Fall in Abb. 61 dargestellt. Durch die jetzt vorhandenen Spalten im Abzweig wachsen Wurzeln in den Schmutzwasserkanal ein. Insbesondere mit Blick auf die Wahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens in geschlossener Bauweise muss die Situation 3 getrennt von den Situation 1 und 2 betrachtet werden.



Abb. 58: Blick in die Hausanschlussleitung nach der Wurzelentfernung. Die Wurzeln wachsen durch die erste Rohrverbindung zwischen Abzweig und Hausanschlussleitung ein.

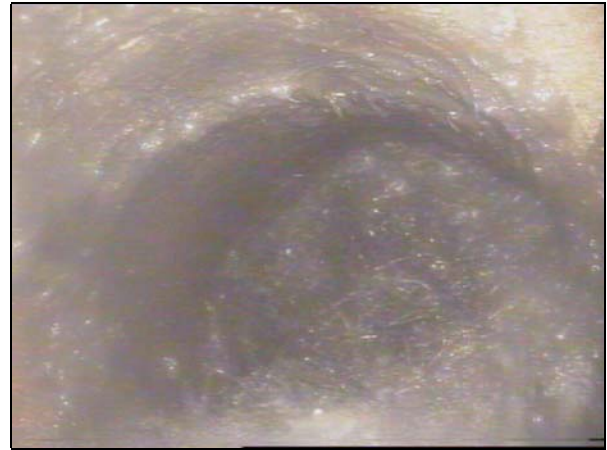


Abb. 59: Blick in die Hausanschlussleitung nach der Wurzelentfernung. Wurzeln verstopfen die Hausanschlussleitung immer noch zu 100 % (Vollverschluss).



Abb. 60: Durch den Stutzen einer Grundstücksentwässerungsleitung sind Wurzeln eingewachsen und verschließen den Querschnitt der Anschlussleitung nahezu vollständig.



Abb. 61: Einmündungsbereich einer Grundstücksentwässerungsleitung. An der Grenze zwischen Schlauchliner und einmündender Leitung befinden sich Wurzeln, die den Querschnitt der einmündenden Leitung vermindern.

3.4 Grundstücksentwässerungsleitungen

In der Gemeinde Raesfeld obliegt dem Anschlussnehmer die Herstellung, Erneuerung und Veränderung sowie die laufende Unterhaltung der Abwasseranlagen in den Gebäuden einschließlich Kontrollschacht. Die Herstellung, Erneuerung und Veränderung, die laufende Unterhaltung (Reinigung, Ausbesserung), sowie die Beseitigung von Grundstücksanschlussleitungen von der Straßenleitung bis zum Kontrollschacht führt die Gemeinde selbst oder durch einen von ihr beauftragten Unternehmer auf Kosten des Anschlussnehmers aus. Schäden die an der Anschlussleitung durch Baumwurzeln verursacht werden, gehen zu Lasten der Gemeinde, wenn die in Frage kommenden Bäume Eigentum der Gemeinde sind. (vgl. [19])

Im Rahmen der Begehung der von Wurzeleinwuchs betroffenen Grundstücke auf der Schermbecker Straße in Raesfeld-Erle wurde festgestellt, dass die betroffenen Hausanschlussleitungen nicht in allen Punkten den Forderungen der Entwässerungssatzung entsprechen. Insgesamt liegen 11 bebaute Grundstücke in dem betrachteten Leitungsabschnitt. Auf den Grundstücken stehen in der Regel Einzelgebäude mit baulich daran anschließenden Nebengebäuden. Auf zwei Grundstücken wurden Revisionsschächte vorgefunden. Der untersuchte Straßenabschnitt ist in Abb. 62 dargestellt.



Abb. 62: Luftbild der Schermbecker Straße in Raesfeld Erle (rot umrandet). Die Bäume (Kastanien) stehen auf der östlichen Seite der Schermbecker Straße. Der untersuchte Schmutzwasserkanal liegt direkt unterhalb der Baumreihe. (Quelle: www.maps.google.de)

Aus den Bestandsplänen der Gemeinde Raesfeld geht hervor (vgl. Kapitel 3.1), dass nicht an alle, in den Hauptkanal eingebauten Abzweige Hausanschlussleitungen angeschlossen sind. Diese

Abzweige sind im Bestandsplan als unbenutzt gekennzeichnet (vgl. Abb. 23). In den Hauptkanal einwachsende Wurzeln wurden aber sowohl über die benutzten als auch über die unbenutzten Abzweige dokumentiert.

Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung des Zustandes der Abzweige stellt sich die Situation vor der Sanierung folgendermaßen dar:

- Nur zwei Grundstücksentwässerungsleitungen können über einen Revisionsschacht auf dem Grundstück erreicht werden.
- Unbenutzte Anschlussleitungen können in keinem Fall von den Grundstücken startend inspiziert werden.
- Verwurzelungsgrade von bis zu 100 % behindern die Inspektion im Bereich der Anschlüsse an den Hauptkanal.

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen bot es sich an, die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen aus dem Hauptkanal startend durchzuführen. Auf diese Weise bestand die Chance sowohl die benutzten als auch die unbenutzten Anschlüsse bzw. Anschlussleitungen inspizieren zu können. Zur technischen Umsetzung musste Gerätetechnik aus dem Hauptkanal eingesetzt werden, mit der zum einen Wurzeln aus den Anschlussbereichen und aus den Grundstücksentwässerungsleitungen entfernt werden können und zum anderen die Inspektion der verästelten Grundstücksentwässerungsnetze möglich ist. Zum Einsatz kam die Lindauer Mini-Schere mit ASYS, ein unterirdisches Ortungs- und Kanalverlaufsmeßsystem (siehe auch Kapitel 2.4.5) in Kombination mit der Positionierungssystem **SPE** der Firma JT-Elektronik, Lindau. Ergänzt wurden die Geräte durch Kanalreinigungswerkzeuge zur Wurzelentfernung der Firma Enz, Giswil (Schweiz). Unterstützt wurden die Inspektionen darüber hinaus durch einen Dienstleister, der zum einen den Schmutzwasserkanal vor den jeweiligen Arbeitsschritte reinigte und zum anderen über die Hochdruckpumpe und einen ½-Zoll Spülschlauch die Energie für die unterschiedlichen Reinigungsgeräte lieferte (vgl. Abb. 63). In Abb. 64 ist die Situation vor Ort zum Zeitpunkt der Inspektion sowie in Abb. 65 und Abb. 66 die eingesetzte Inspektionstechnik dargestellt.



Abb. 63: Reinigung des Schmutzwasserkanals DN 250 vor dem Einsatz der Lindauer Mini-Schere.



Abb. 64: Einrichten der Baustelle für die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen aus dem Schmutzwasserkanal DN 250



Abb. 65: Lindauer Mini-Schere mit ASYS und Positionierungssystem SPE (unten rechts dargestellt) vor dem Einsatz.



Abb. 66: Horizontale Ausrichtung der Lindauer Mini-Schere zur Kalibrierung des unterirdischen Ortungs- und Kanalverlaufsmeßsystems ASYS.

Die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen vom Hauptkanal erfolgte schrittweise. In einem ersten Schritt wurden nicht verwurzelte oder „leicht“ verwurzelte Leitungen mit der Lindauer Mini-Schere untersucht. Im zweiten Schritt wurde die Zugänglichkeit zu den verwurzelten benutzten und unbenutzten Grundstücksentwässerungsleitungen aus dem Hauptkanal hergestellt. Im dritten Schritt wurden auch diese, nun aus dem Hauptkanal zugänglichen Leitungen inspiziert.

Die Tauglichkeit der Lindauer-Schere zur Inspektion von verästelten Grundstücksentwässerungsleitungen wurde bereits in [15] gezeigt. Das grundsätzliche Vorgehen bei der Inspektion verästelter Grundstücksentwässerungsleitungen wurde darüber hinaus in [14] beschrieben. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieses Berichtes das Vorgehen bei der Inspektion der verwurzelten Grundstücksentwässerungsleitungen aus dem Hauptkanal beschrieben.

Wurzelenfernung aus den Grundstücksentwässerungsleitungen

Bereits zur Beurteilung der Einwuchssituation und der Schäden an den Abzweigen des Hauptkanals wurden Wurzeln unter Einsatz von Fräsrobotern aus den Abzweigen entfernt (vgl. 3.3). Jedoch verstopften weiterhin Wurzeln den Zugang zu den Hausanschlussleitungen. Iterativ wurde nun in drei Versuchsschritten getestet, wie diese Wurzeln aus den Grundstücksentwässerungsleitungen entfernt werden können:

- Versuch 1: Wurzelenfernung mit rundumstrahlender Düse mit Vorstrahl.
- Versuch 2: Wurzelenfernung mit einer Rotationsdüse der Fa. Enz.
- Versuch 3: Wurzelenfernung mit einer Kettenschleuder der Fa. Enz,

Eine Schwierigkeit bestand darin, die drei unterschiedlichen Werkzeuge aus dem Hauptkanal in die Hausanschlussleitung einzuführen. Hierfür konnte das in Abb. 67 dargestellte SPE-System der Fa. JT-Elektronik genutzt werden [20]. Es besteht aus einem ferngesteuerten Fahrwagen, an dem ein schwenkbarer Arm zur Positionierung der Inspektionsgeräte vor den seitlichen Anschlüssen angebracht ist (vgl. Abb. 67). Statt des üblicherweise verwendeten Satellitensystems oder der Lindauer Schere wurden diesmal die über Wasserhochdruck betriebenen Reinigungswerkzeuge für Hausanschlussleitungen vor den Leitungen positioniert (vgl. Abb. 67).



Abb. 67: System SPE der Fa. JT-Elektronik [20]. Der Fahrwagen besitzt neben Kamera und Beleuchtung einen schwenkbaren Arm zur Positionierung eines Reinigungswerkzeugs.

Der Vorgang der Positionierung der Reinigungswerkzeuge ist beispielhaft in Abb. 68 und Abb. 69 dargestellt. Während der Fahrt durch den Hauptkanal wird die SPE in Fahrtrichtung positioniert. Sobald der seitliche Anschluss erreicht wird, kann die Positionierungseinrichtung unter Kamerakontrolle in Richtung des Anschlusses geschwenkt werden. Im nächsten Schritt wird der Reinigungsvorgang eingeleitet und die Reinigungsdüse schiebt sich aufgrund des Rückstoßes in die Hausanschlussleitung.



Abb. 68: Einsatz des Systems SPE [20] zur Positionierung einer Reinigungsdüse mit Vorstrahl im Einmündungsbereich einer Grundstücksentwässerungsleitung, vor dem Einschwenken in die HAL.

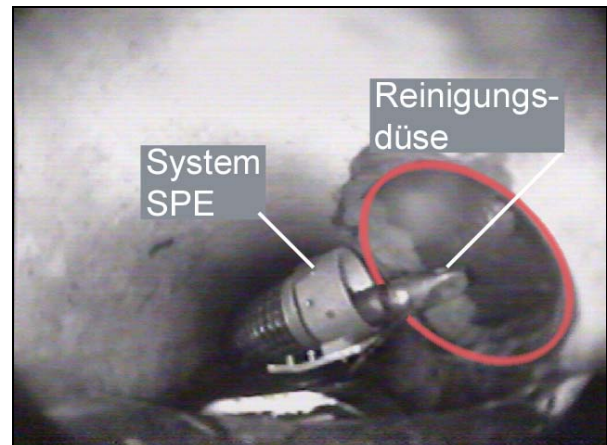


Abb. 69: Einsatz des Systems SPE [20] zur Positionierung einer Reinigungsdüse mit Vorstrahl im Einmündungsbereich einer Grundstücksentwässerungsleitung (rot gekennzeichnet). Die Düse wurde mit Hilfe des schwenkbaren Arms an die Einmündung herangeführt.

Versuch 1 schlug fehl. Die in den Leitungen vorhandenen Wurzelpolster waren zum Teil so dicht, dass die eingesetzte Düse mit Vorstrahl das Wurzelpolster noch nicht einmal durchdringen konnte. Nach zwei erfolglosen Einsätzen wurde mit Versuch 2, d.h. der Wurzelentfernung mit einer Rotationsdüse der Fa. Enz, begonnen. Die eingesetzte HD-Rotationsdüse ist in Abb. 70 dargestellt.



Abb. 70: HD-Rotationsdüse, der Rückstoß des Wasserdruckes aus rückwärts gerichteten Düsen treibt den Düsenkörper nach vorne (am linken Ende der Düse, verdeckt) Zusätzlich befindet sich am rechten Ende ein drehbarer Kopf, der durch die mit dem blauen Pfeil gekennzeichneten, seitlich strahlenden Düse in Rotation versetzt wird.

Die Rotationsdüse kann mit einem Druck an der Düse von bis zu 280 bar betrieben werden. Im Rahmen der Versuche stand ein übliches Kanalreinigungsfahrzeug mit einem maximalen Druck an

der Düse von ca. 120 bar zur Verfügung. In einigen Fällen gelang es, die Rotationsdüse durch das Wurzelpolster hindurch in die Hausanschlussleitung gleiten zu lassen. Die anschließende Inspektion ergab aber, dass insbesondere verholzte Wurzeln nicht abgetrennt werden konnten, sondern lediglich die Rinde von diesen Wurzeln abgelöst wurde. Offen bleibt, ob beim Einsatz eines HD-Reinigungsfahrzeuges mit einem Druck an der Düse von bis zu 280 bar die Entfernung der Wurzeln möglich gewesen wäre. Eine Inspektion der verwurzelten Grundstücksentwässerungsleitungen war auch nach Einsatz der Rotationsdüse nicht möglich.

Als letzte Möglichkeit der Wurzelentfernung wurde im Versuch 3 eine Kettenschleuder der Fa. Enz eingesetzt. Mit Kettenschleudern werden die Wurzeln mechanisch entfernt. Sie gehören zu den Standardverfahren bei der Entfernung von Wurzeln aus Grundstücksentwässerungsleitungen und werden in diesem Anwendungsfall üblicherweise mechanisch angetrieben. Darüber hinaus ist bekannt, dass Kettenschleudern die Rohrsubstanz nachhaltig schädigen können (vgl. [21]). Die Ketten der hier eingesetzten Kettenschleuder wurden so eingestellt, dass eine minimale Schädigung der Rohre zu erwarten war. Darüber hinaus wurde die Fräse mit einem mitgelieferten Bohrkopf bestückt, um auch dichte Wurzelpolster durchdringen zu können. Die Positionierung der Kettenschleuder erfolgte mit dem SPE-System. In Abb. 71 ist die an dem SPE-System montierte Kettenschleuder dargestellt. Es ist erkennbar, dass bei Betrieb der Kettenschleuder in dieser Position die SPE geschädigt werden würde. Beim Einsatz im Kanal musste deshalb darauf geachtet werden, dass das SPE-System keinen Schaden nimmt und die Kettenschleuder in die Hausanschlussleitung eingeführt wird. Als positiv hat sich in dem Zusammenhang die Entfernung der Wurzeln mit einem Roboter (vgl. Kapitel 3.3) über die Rohrwandung hinaus bis ca. 10 cm in die Hausanschlussleitung herausgestellt. Die Kettenschleuder kann durch diese Vorarbeiten verhältnismäßig einfach in der Hausanschlussleitung positioniert werden.

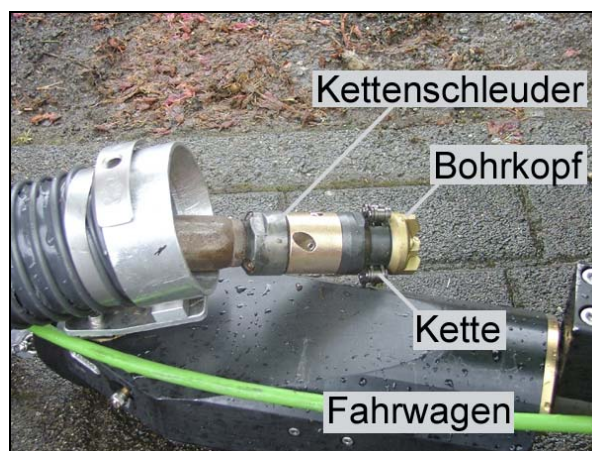


Abb. 71: HD-Kettenschleuder im SPE-System [20]. Die Kettenschleuder besitzt neben rückwärts gerichteten Düsen für den Vortrieb einen frontalen Bohrkopf und Ketten die durch den Wasserdruck in Rotation gebracht werden.

Mithilfe der Kettenschleuder konnten sowohl die benutzten als auch die unbenutzten Hausanschlussleitungen bzw. Leitungsabschnitte inspizierbar gemacht werden. Die Auswirkungen des Einsatzes der Kettenschleuder sind beispielhaft in Abb. 72 und Abb. 73 dargestellt. An den dargestellten Rohrwandungen der Steinzeugrohre ist die Auswirkung der einwirkenden Ketten der Kettenschleuder erkennbar. Bei einer vergleichsweise kurzen Einwirkzeit an einer Stelle werden durch die rotierenden Ketten die Oberflächen der Steinzeugrohre sichtbar verändert. Punktuell kommt es zu Abplatzungen (vgl. Abb. 72). Bei einer Einwirkdauer von ca. 2 Minuten wurde ein Verschlussstopfen aus Beton durchbohrt (vgl. Abb. 73). Von der Rohrwand wurde in diesem Einzelfall flächenhaft die Glasur abgetragen (vgl. Abb. 73).



Abb. 72: Grundstücksentwässerungsleitung mit Beton verschlossen. Wurzeleinwuchs wurde mit Hilfe einer Kettenschleuder beseitigt. Die Wurzelfernung hat Veränderungen am Rohrmaterial erzeugt (rot markiert).



Abb. 73: Verschluss einer Grundstücksentwässerungsleitung mit Beton. Der Beton wurde mithilfe einer Kettenschleuder mit frontalem Bohrer aufgefräst. (vgl. Abb. 71)

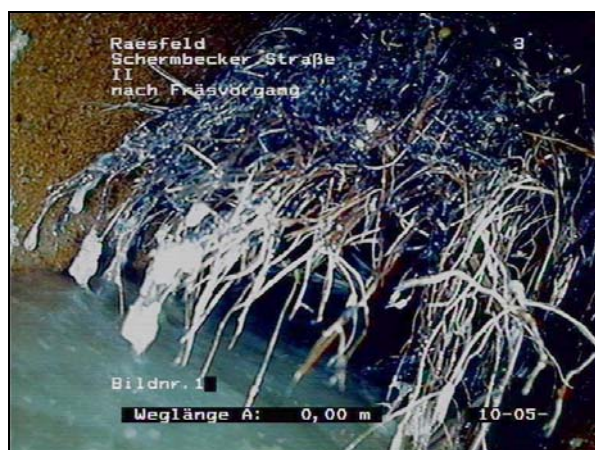


Abb. 74: Die Wurzeln wurden nur im unteren Bereich des Rohrquerschnitts mit der kurz eingestellten Kettenschleuder entfernt. Die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitung war möglich.

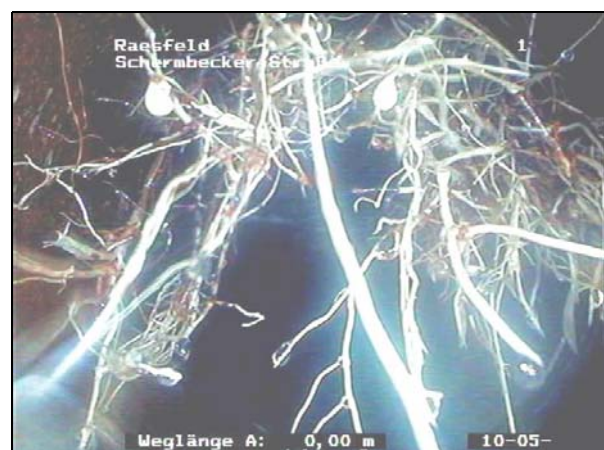


Abb. 75: Die Wurzeln wurden bis auf Einzelwurzeln mit der kurz eingestellten Kettenschleuder entfernt. Die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitung war möglich.

Zustand der Grundstücksentwässerungsleitungen

Bei der Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen wurde festgestellt, dass die Leitungen grundsätzlich einen ihrem Alter entsprechenden Zustand aufweisen. An den in den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhundert verlegten Steinzeugleitungen wurden überwiegend leichte Versätze (vgl. Abb. 83) festgestellt, die wahrscheinlich schon aus der Zeit der Verlegung stammen. Die unbenutzten Anschlüsse waren jeweils mit einem Pfropfen aus Beton verschlossen (vgl. Abb. 76).

Wurzeleinwuchs wurde grundsätzlich in dem von der Gemeinde Raesfeld betriebenen Teil der Grundstücksentwässerungsleitungen festgestellt. Die Wurzeln sind grundsätzlich in einem Abschnitt von bis zu 2,0 m vor der Einmündung der Hausanschlussleitung in den Schmutzwasserkanal massiv eingewachsen (vgl. Abb. 77 und Abb. 78). Lediglich in einem Fall wurden Wurzeln zwischen drei und sechs Metern hinter dem Abzweig (gegen die Fließrichtung betrachtet) festgestellt. Das Erscheinungsbild dieser Wurzeln lässt aber vermuten, dass sie nicht von den Kastanienbäumen der Gemeinde Raesfeld auf der Schermbecker Straße stammen. Diese Schäden werden höchstwahrscheinlich von Bäumen auf dem privaten Grundstück verursacht (vgl. Abb. 79 und Abb. 80). Im Rahmen der Begehung wurden auf zwei Grundstücken Revisionsschächte vorgefunden. Die Inspektion der zugehörigen Grundstücksentwässerungsleitungen ergab, dass die Schächte nachträglich zusammen mit einer Erneuerung des privaten Teils der Hausanschlussleitungen gebaut wurden. Die jeweiligen Werkstoffwechsel sind in Abb. 81 und Abb. 82 dargestellt.



Abb. 76: Verschluss der unbenutzten Anschlüsse mit Beton.

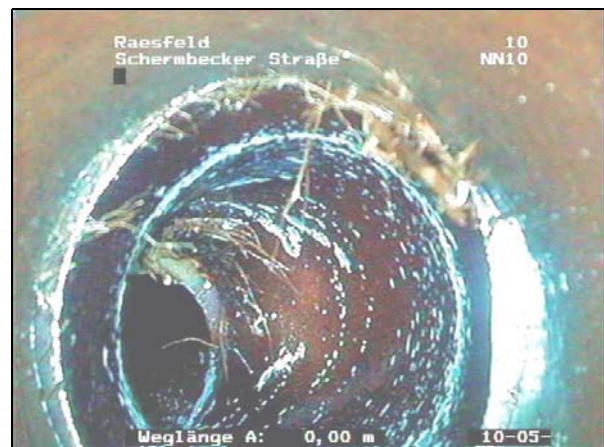


Abb. 77: Blick aus dem Hauptkanal in die Hausanschlussleitung. Wurzeln wurden insbesondere in den Rohrverbindungen im Anschlussbereich festgestellt.

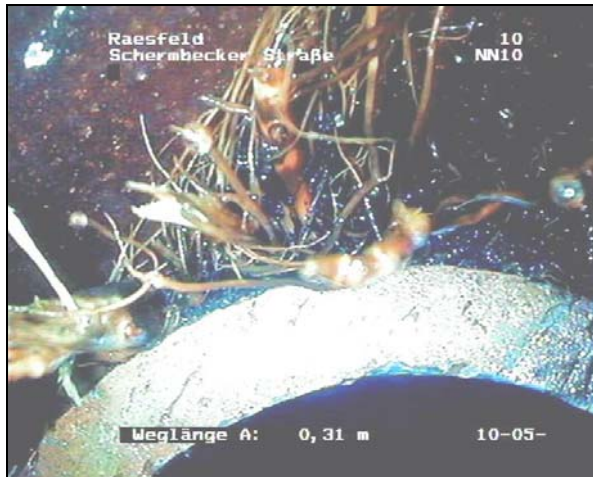


Abb. 78: Wurzeinwuchs an einer Rohrverbindung direkt hinter dem Abzweig

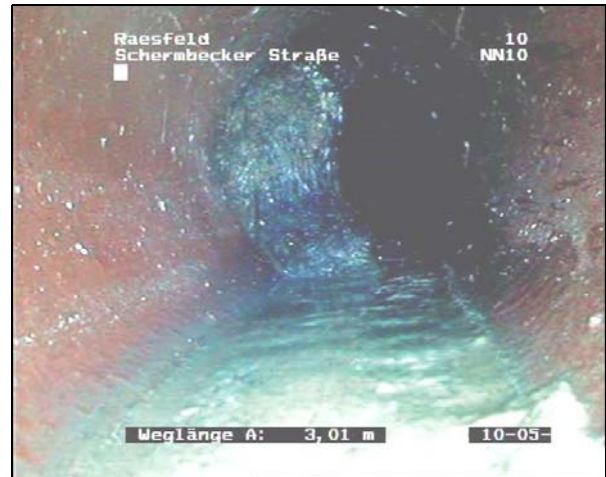


Abb. 79: In der Hausanschlussleitung mit der laufenden Nr. 10 wurden auch in einer Entfernung von drei Metern hinter dem Abzweig Wurzeln beobachtet. (s. auch Abb. 80)

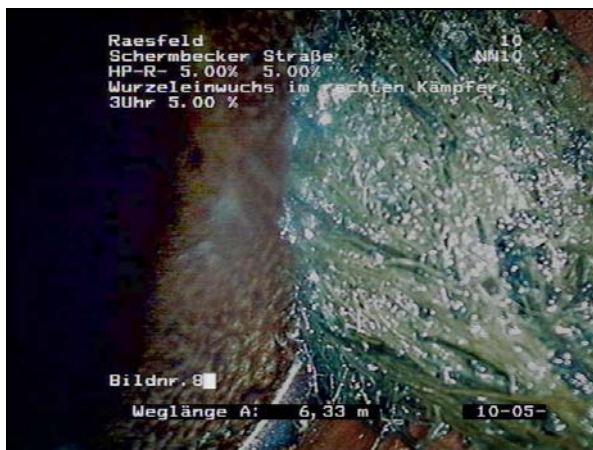


Abb. 80: Wurzeinwuchs in der Anschlussleitung mit der laufenden Nr. 10: Das Erscheinungsbild der Wurzeln lässt vermuten, dass diese Wurzeln nicht von den Kastanienbäumen auf der Schermbecker Straße stammen.

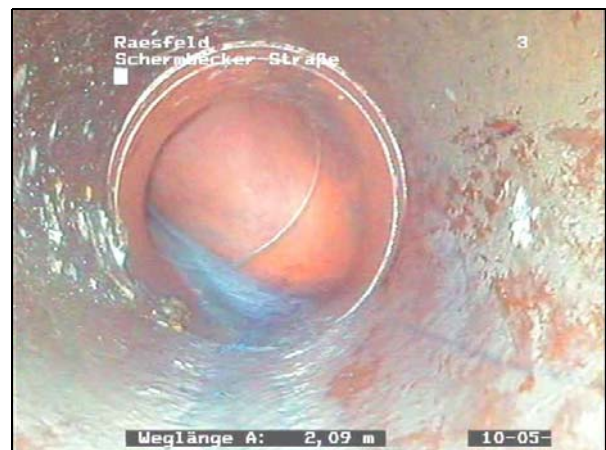


Abb. 81: Werkstoffwechsel in der Leitung mit der laufenden Nr. 3. Hier wurde bereits ein Teil der Grundstücksentwässerungsleitung erneuert.



Abb. 82: Werkstoffwechsel in der Leitung mit der laufenden Nr. 8. Hier wurde bereits ein Teil der Grundstücksentwässerungsleitung erneuert und ein Revisionsschacht eingebaut.



Abb. 83: Versatz in einer alten Grundstücksentwässerungsleitung.

4 Ergebnisse und Ausblick

4.1 Situation in Raesfeld

Im Ortsteil Raesfeld-Erle, der im Trennsystem entwässert und sich in der Wasserschutzzone IIIa und IIIb befindet, ist ein Schmutzwassersammler der Nennweite DN 250 als Hauptsammler zur Kläranlage Raesfeld-Erle verlegt. Aufgrund der Ortsatzsatzung der Gemeinde Raesfeld befinden sich die Hausanschlussleitungen bis zum jeweiligen Revisionschacht auf dem Grundstück im Besitz der Gemeinde. Der Revisionschacht und die Entwässerungsleitungen auf dem Grundstück befinden sich im privaten Besitz. Der Hauptkanal inklusive Hausanschlüsse in Form von Abzweigen wurde in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts noch mittels Teerstrick abgedichtet, so dass davon auszugehen ist, dass im Muffenbereich Undichtigkeiten vorliegen, aus denen Schmutzwasser in den umgebenden Boden- und Grundwasserkörper austreten kann. Eine möglichst kurzfristige Abdichtung der schadhaften Stellen ist aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet erforderlich.

Zu diesem Zweck wurden bereits in einzelnen Kanalabschnitten des Schmutzwasserkanals sowohl Kurzschräuche als auch komplette Inliner eingebaut. Bei der Inspektion des Sammlers im Vorfeld der Sanierung war trotz der großen Tiefenlage von 3,5 m bis 4,0 m ebenfalls Wurzeleinwuchs festgestellt worden, der zu zusätzlichen Beschädigungen der Muffenabdichtung führte. Als Verursacher konnten die auf der Trasse stehenden Kastanienbäume identifiziert werden. Ziel der Sanierungsmaßnahme war somit neben der Abdichtung der Leitung auch die Vermeidung von weiterem Wurzeleinwuchs.

Allerdings zeigte sich, dass die bisherigen durchgeführten Maßnahmen der Wurzelentfernung und Sanierung in den o. a. Kanalabschnitten nicht den gewünschten Erfolg brachten. So konnten zwar durch den Einsatz einer Kettenschleuder die eingewachsenen Wurzeln aus dem Sammler entfernt werden, allerdings wies der Kanal bei der anschließenden Inspektion auch erhebliche Beschädigungen in Form von Rissen und Scherben auf. Ebenso konnte durch die Sanierung der Kanalabschnitte keine dauerhafte Wurzelfreiheit gewährleistet werden. Eine Nachkontrolle der Inliner ergab, dass nun erneuter Wurzeleinwuchs Probleme bereitet. Die Wurzeln dringen dabei sowohl über Muffen und Undichtigkeiten als auch über die Hausanschlüsse in den Hauptkanal ein.

4.2 Inspektion der Kanäle und Leitungen

Der Schwerpunkt der Inspektion der Abwasserkanäle und –leitungen lag auf der Untersuchung des Schadensschwerpunktes Wurzeleinwuchs unter Berücksichtigung der jeweiligen individuellen Schäden. Aufgrund der Inspektion des Hauptkanals zwischen den Schächten 6089S und 6176S

konnten die Veränderungen und Schäden im Hauptkanal und an den Schächten beschrieben werden. Die Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen wurde mit der „Lindauer Schere“ unter Einsatz des unterirdischen Ortungs- und Kanalmesssystems ASYS durchgeführt.

Der von Wurzeleinwuchs betroffene Hauptkanal hat eine Gesamtlänge von ca. 255 m und umfasst sechs Haltungen. Die Hausanschlussleitungen sind jeweils über Abzweige (Formstücke) angeschlossen. Diese Formstücke wurden bereits beim Bau des Sammlers eingebaut, so dass insgesamt der Anschluss von 22 Hausanschlussleitungen möglich ist. Zum Zeitpunkt der Inspektion waren an neun Abzweigen Hausanschlussleitungen angeschlossen. Die sechs Haltungen des Schmutzwasserkanals DN 250 unterscheiden sich aufgrund der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen. In einer Haltung wurde bis jetzt noch keine Sanierungen durchgeführt. In einer Haltungen mit einer Länge von 45 m wurden Kurzschläuche eingesetzt. Drei Haltungen mit einer Gesamtlänge von ca. 134 m sind jeweils komplett mit Inlinern saniert. In einer Haltung mit einer Gesamtlänge von 46 m wurde über eine Länge von 6,7 m ein Inliner eingebaut. Stutzen und die Abschnitte von Hausanschlussleitungen bis zur Grundstücksgrenze, die sich im Besitz der Gemeinde Raesfeld befinden wurden bisher noch nicht saniert. Sanierungen an den sieben Schachtbauwerken wurden noch nicht durchgeführt.

Der Zustand der untersuchten Haltungen unterscheidet sich jeweils aufgrund der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen. In allen Haltungen wurden einwachsende Wurzeln festgestellt. In den mit Inlinern sanierten Haltungen wachsen Wurzeln lediglich durch die seitlichen Anschlüsse in den Hauptkanal ein. Allerdings waren auch hier einige Anschlussleitungen zu 100 % verwurzelt. In einem Fall waren Wurzeln aus der Anschlussleitung bis in den Hauptkanal gewachsen, so dass die Inspektion des Hauptkanals aufgrund der Behinderung abgebrochen werden musste. Wegen der Sichtbehinderung durch die einwachsenden Wurzeln war es nicht möglich, die exakten Einwuchsstellen in den Anschlussbereichen alleine aufgrund einer Inspektion ohne Wurzelentfernung zu beschreiben. Erst nach der Entfernung von Wurzeln aus den Anschlussbereichen unter Einsatz eines pneumatisch betriebenen Roboters, der mit einer so genannten Topfbürste als Werkzeug ausgestattet war, konnten die Einmündungsbereiche bis zu einer Tiefe von ca. 10 cm von Wurzeln befreit werden. Es zeigte sich aber, dass im weiteren Verlauf dieser Hausanschlussleitungen weitere Wurzeln den Abfluss behinderten. Grundsätzlich können drei unterschiedliche Einwuchsfälle durch den Anschlussbereich beschrieben werden:

1. Wurzeln wachsen durch die erste Rohrverbindung zwischen Abzweig und Hausanschlussleitung ein, bilden dann ein Wurzelpolster und verstopfen die Hausanschlussleitung.

2. Wurzeln wachsen zwischen dem Altrohr und dem aufgefästen Inliner in den Hauptkanal ein.
3. Beim Öffnen der nach der Sanierung verschlossenen Anschlüsse wurden nicht nur die Liner aufgefäst. Auch die Abzweige aus Steinzeug wurden in einigen Fällen durch Fräsarbeiten soweit geschädigt, dass Boden im direkten Verbindungsbereich sichtbar ist und Wurzeln einwachsen.

In die nicht bzw. teilweise sanierten Haltungen des Hauptkanals wachsen Wurzeln an unterschiedlichen Stellen ein. Zu nennen sind Rohrverbindungen, Risse und Abzweige. Schäden an den als Formstücke ausgebildeten Abzweigen wurden nicht festgestellt. An diesen Stellen wachsen Wurzeln durch die erste Rohrverbindung zwischen Abzweig und Hausanschlussleitung ein, bilden dann ein Wurzelpolster und verstopfen sowohl in Nutzung befindliche als auch unbenutzte Abzweige. In einem Fall wurden einwachsende Wurzeln in einem Schacht beobachtet.

Die Inspektion der Hausanschlussleitungen erfolgte aus dem Hauptkanal gegen die Fließrichtung unter Einsatz der Lindauer Schere mit ASYS, in mehreren Arbeitsschritten:

Aufgrund der Ergebnisse der Inspektion des Hauptkanals DN 250 wurden Verwurzelungsgrade von Hausanschlussleitungen von bis zu 100 % festgestellt. Im Rahmen der Inspektion der Grundstücksentwässerungsleitungen zeigte sich, dass die Wurzeln nicht nur wie ein Vorhang die Sicht in die Hausanschlussleitungen versperrten, sondern eine massive Verstopfung darstellten, so dass eine Inspektion ohne Wurzelentfernung nicht möglich war. Aus diesem Grund wurde auf drei unterschiedliche Arten versucht, die Wurzeln jeweils vom Hauptkanal startend zu entfernen. Eine besondere Schwierigkeit bestand darin, die jeweiligen Reinigungsgeräte aus dem Hauptkanal in den Anschlusskanal einzufädeln. Dies wurde jeweils mit der Positionierungseinheit SPE der Fa. JT-Elektronik, Lindau realisiert. Der erste Versuch zur Wurzelentfernung wurde mit einer rundumstrahlenden Düse mit Vorstrahl durchgeführt. Mit dieser Düse konnten die Wurzeln nicht entfernt werden. Beim nächsten Versuch wurde eine Rotationsdüse eingesetzt. Die rotierenden Wasserstrahlen führten zwar zu einer Entfernung der Wurzelrinde, der verholzte Teil konnte aber nicht abgetrennt werden. Erst durch den Einsatz einer Kettenschleuder der Fa. Enz konnten die Wurzeln soweit entfernt werden, dass eine Inspektion möglich wurde. In fast allen Fällen wurde festgestellt, dass Wurzeln lediglich in die letzten 2 m der Hausanschlussleitungen vor der Einmündung in den Schmutzwasserkanal DN 250 eingewachsen waren, so dass sich die verwurzelten Bereiche der Hausanschlussleitung im öffentlichen Teil des Kanalnetzes befinden. Nur in einem Fall wurden Wurzeln jenseits der Grundstücksgrenze festgestellt.

4.3 Ausblick

Die Inspektionen des Hauptkanals und der Grundstücksentwässerungsleitungen haben gezeigt, dass die Wurzeln zum jetzigen Zeitpunkt schwerpunktmäßig über undichte Muffen einwachsen. Vergleicht man die Inspektionsbilder der Jahre 1999 und 2007 scheint die Wuchsentensität zugenommen zu haben. Auch scheinen jetzt nach und nach die Rohrverbindungen der Hausanschlussleitungen betroffen zu sein. Diese Beobachtungen aus dem Hauptkanal decken sich mit Ergebnissen von Forschungsvorhaben (vgl. [5]), dass Wurzeln bevorzugt den Leitungsgraben besiedeln und mit der Zeit den Weg insbesondere durch undichte Rohrverbindungen, nicht fachgerecht eingebaute Stutzen etc. in die Kanäle finden.

Vor diesem Hintergrund sollte für die betroffenen Leitungsabschnitte ein Sanierungskonzept erarbeitet werden, mit dem die Wurzeln dauerhaft sowohl aus dem Schmutzwasserkanal DN 250 als auch aus den öffentlichen und den privaten Grundstücksentwässerungsleitungen ferngehalten werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hier in der Sanierung der Abzweige des Schmutzwasserkanals DN 250.

5 Literatur

- [1] ATV-M 143, Teil 1: Grundlagen der Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen. 5. Dezember 1989, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- [2] Stein, D.; Kaufmann, O.: Schadensanalyse an Abwasserkanälen aus Beton- und Steinzeugrohren der Bundesrepublik Deutschland – West. Korrespondenz Abwasser 02/93.
- [3] Meyer, F.H.: Bäume in der Stadt, Ulmer Verlag Stuttgart, 1982.
- [4] Bosseler, B.; Birkner, T.; Sokoll, O.; Brüggemann, T.: Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei den kommunalen Netzbetreibern und Wasserverbänden in NRW". Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; Dezember 2003.
- [5] STÜTZEL, TH.; BOSSELER, B.; BENNERSCHIEDT, C.; SCHMIEDENER, H.: „Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen- und -kanäle - Ursachen, Prüfung und Vermeidung“. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Spezielle Botanik der Ruhr-Universität Bochum unter Beteiligung verschiedener NRW-Netzbetreiber im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNLV), August 2004.
- [6] BURN, L.S.: Elastomeric Pipe Joint Performance – Sewer & Stormwater Pipelines. Präsentation auf der Sitzung der COST C15 – Tagung in Brüssel, Februar 2005. unveröffentlicht
- [7] RIDGERS, D.; ROLF, K.; STÄL, Ö.: Management and planning solutions to modern PVC- and concrete sewer pipes' lack of resistance to root penetration. Osnabrücker Baumpflegetag 2004
- [8] SHIGO, A.L., Moderne Baumpflege - Grundlagen der Baumbiologie (Originaltitel: Modern Arboriculture). Deutsch von Rolf Kehr und Heinz Butin; Thalacker, Braunschweig 1994
- [9] MALEK, VON M., MOLITOR, W., PEßLER, K.: Der Baumpfleger. Ulmer, 1999
- [10] BOSSELER, B.; SCHLÜTER, M.: Abschlussbericht des Forschungsvorhabens Qualitätseinflüsse Schlauchliner: Stichproben-Untersuchung an sanierten Abwasserkanälen. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; Dezember 2003.
- [11] Dokumentation der Aufgrabung eines häuslichen Leitungsnetzes in Bochum an der Klinikstraße. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, unveröffentlicht.
- [12] DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung. Beuth Verlag, Januar 1995.
- [13] DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung. Februar 2003, Beuth Verlag.

-
- [14] Bosseler, B; Puhl, R.; Harting, K.: Zustandserfassung und Dichtheitsprüfung von Hausanschluss- und Grundleitungen Endbericht zu den Vorhaben: I Dichtheitsprüfungen an Hausanschluss- und Grundleitungen Einsatzgrenzen, Verfahren, Prüfkriterien – II Grundlagen der Sanierungsplanung für Hausanschluss- und Grundleitungen. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; April 2003.
- [15] BOSSELER, B.; KALTENHÄUSER, G.: IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“. IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; September 2005.
- [16] Firmeninformation der Fa. ZK-Kanalprüftechnik GmbH, Wettstetten, 2004.
- [17] Firmeninfo Fa. JT-Elektronik GmbH, Lindau: www.jt-elektronik.de
- [18] Firmeninformationen Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH, Jünkerath, www.katec-kanaltechnik.de
- [19] Satzung über die Entwässerung der Grundstücke und den Anschluss an die öffentliche Abwasseranlage der Gemeinde Raesfeld (Entwässerungssatzung) vom 18. Juli 1995. <http://www.gemeinde-raesfeld.de>
- [20] Firmeninformationen JT-Elektronik GmbH, Lindau; <http://www.jt-elektronik.de/>
- [21] BOSSELER, B.; BENNERSCHIEDT, C.: Ökologische Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in Abwasserkanälen und -leitungen und ökonomische Maßnahmen zur Schadensvermeidung und Sanierung. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; März 2001.