

# Abwasserdruckleitungen *-Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung-*

## *Kurzbericht*



Harting, K.  
Gelsenkirchen, Dezember 2006



## Fördernde Stelle



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

## Bearbeitung



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur  
Exterbruch 1  
45886 Gelsenkirchen

## Wissenschaftliche Leitung

Dr.-Ing. Bert Bosseler

## Projektleitung und Bearbeitung

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Harting

Dipl.-Ing. Andreas Downar

Dipl. Biol. Heiko Schmiedener

Wir danken allen projektbeteiligten Netzbetreibern für die zahlreichen Anregungen und die fachlichen Diskussionen sowie die weitreichende Unterstützung bei der inhaltlichen Bearbeitung des Forschungsprojektes:

Herr Dipl.-Ing. (FH) Michael Böke-Hasselmeier

Herr Dipl.-Ing. (FH) Axel Borges

Herr Dipl.-Ing. (FH) Klaus-Eckhard Brinkmann

Herr Jürgen Frick

Herr Dipl.-Ing. Thomas Günther

Herr Bernd Hellweg

Herr Dipl.-Ing. (FH) Peter Jungblut

Herr Dipl.-Ing. (FH) Guido Jüssen

Herr Michael Lanz-Eckstein

Herr Anton Nemeth

Herr Dipl.-Ing. Matthias Neumann

Herr Dipl.-Ing. Gerhard Odenthal

Herr Dipl.-Ing. (FH) Jens Plöger

Herr Dipl.-Ing. (FH) Tobias Rasche

Herr Dipl.-Ing. Norbert Schindler

Herr Dipl.-Ing. (FH) Hubertus Schmidt

Herr Uwe Schmitz-Habben

Herr Dipl.-Ing. (FH) Elmar Schneider

Herr Oliver Zimmermann

Abwasserbetrieb der Stadt Porta Westfalica

Stadtentwässerungsbetrieb der Stadt Düsseldorf

LINEG

Technische Betriebe Leverkusen

Stadtentwässerung Hannoversch Münden

Gemeinde Holzwickede

Abwasserbetrieb Erkelenz

Abwasserwerk des Stadt Bad Honnef

Stadtentwässerung Neuss

Amt für Stadtentwässerung Hemer

Gemeinde Möhnese

Städtischer Abwasserbetrieb Wermelskirchen

Gemeinde Extertal

Stadt Detmold

Gemeinde Reichshof

Stadt Rietberg

LINEG

ehemals Stadt Rietberg

Stadt Rietberg

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG, ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>UNTERSUCHTE VERFAHREN .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>PRAXISEINSÄTZE.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>IKT-TESTSTRECKE.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>TESTSTRECKE PORTA WESTFALICA .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>FAZIT UND AUSBLICK .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>31</b>

## **Vertrauen ist gut – Kontrolle und Reinigung ist manchmal besser**

Viele Netzbetreiber haben Abwasserdruckleitungen gebaut, weil sie kostengünstig und leicht zu verlegen sind. Gleichzeitig hat man dabei inständig gehofft, dass diese Systeme nie gereinigt oder inspiziert werden müssen. Denn Druckleitungen weisen so gut wie keine Wartungs- und Kontrollöffnungen auf. Jede Reinigungsarbeit wird dazu durch Gefällewechsel, Bögen und ständige Vollfüllung erschwert.

Erfahrungen mit abfallenden Förderleistungen der Pumpwerke und verstopften Leitungen zeigen inzwischen, dass auch bei Abwasserdruckleitungen Reinigungsarbeiten notwendig werden können. Hier bestehen jedoch große Unsicherheiten darüber, welche Verfahren überhaupt geeignet sind. Schließlich steht immer das Risiko im Raum, dass das Reinigungsbemühen am Ende zu einer Totalverstopfung führt.

Das IKT hat dieses Thema aufgegriffen und in Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern ein Forschungsprojekt zum Thema Reinigung von Abwasserdruckleitungen durchgeführt. Im Forschungsvorhaben sind die am Markt erhältlichen Verfahren hinsichtlich ihrer Reinigungsleistung und Einsatzmöglichkeiten getestet worden. Unter dem gestiegenen Kostendruck gibt der Leitfaden den Netzbetreibern die Möglichkeit für den eigenen Betrieb die geeigneten Verfahren zur Unterhaltung seiner Druckleitungsnetze auszuwählen.

**Dipl.-Ing. (FH) Michael Böke-Hasselmeier**  
*Sprecher des IKT-Projektbeirats „Abwasserdruckleitungen“*

## 1 Veranlassung, Zielstellung und Vorgehensweise

Pumpstationen und Abwasserdruckleitungen sind vielfach Bestandteil der Kanalisation. Insbesondere in Gebieten mit geringer Siedlungsdichte oder unzureichender Gefällesituation spielen sie oft eine wichtige Rolle. In Nordrhein-Westfalen betreiben rund 90 % der Kanalnetzbetreiber (357 von insgesamt 396) Druckrohre [1]. Die Gesamtlänge der Druckrohrleitungen in NRW beläuft sich auf 3.491 km und entspricht damit einem Anteil von 3,8 % des gesamten öffentlichen Abwassernetzes [1].

Die Unterhaltung dieser Leitungen zur Aufrechterhaltung der hydraulischen Leistungsfähigkeit, somit auch die Reinigung, stellt eine wesentliche Aufgabe des Kanalnetzbetreibers dar. Allerdings liegen zur Reinigung von Abwasserdruckleitungen nur wenige Erfahrungen vor. Fehlende Wartungs- und Kontrollöffnungen sowie Gefällewechsel, Hoch- und Tiefpunkte, Bögen und die weitgehende Vollfüllung der Leitungen erschweren die Reinigungsarbeiten.

Da bei vielen Netzbetreibern Unsicherheiten bestehen, wann eine Reinigung der Leitungen erforderlich ist und welche Verfahren eingesetzt werden können, beschränkt sich die Reinigung und Wartung der Anlagen meist auf die Pumpstationen und die Be- und Entlüftungsventile. In diesem Zusammenhang klagen viele Netzbetreiber über Probleme und Störungen beim Betrieb ihrer Druckleitungen. So wird beispielsweise von verstopften Leitungen, Fettablagerungen, Querschnittsreduktionen, Verfettungen der Be- und Entlüftungsventile sowie verminderten Pumpenförderleistungen berichtet. Auch die Geruchsproblematik durch Schwefelwasserstoffbildung, die in vielen Fällen Beschwerden der Bürger nach sich zieht, ist ein von den Netzbetreibern häufig genanntes Problem. Lange Aufenthaltszeiten des Abwassers in den Pumpenschächten oder in der Druckleitung selbst können zu einer Faulung des Wassers mit Entstehung von Schwefelwasserstoff führen, der insbesondere an den Übergabeschächten der Druckleitung in die Freispiegelkanalisation in die Umgebungsluft ausgast und bereits in geringen Konzentrationen unangenehme Gerüche verursacht. Viele Bürger verbinden mit Gerüchen aus der Kanalisation eine mangelnde Reinigung der Leitungen und Kanäle. Inwieweit sich jedoch Schwefelwasserstoffbildung in Abwasserdruckleitungen durch Reinigungsmaßnahmen bekämpfen lässt, ist unklar.

Vor diesem Hintergrund wurden im vorliegenden Forschungsvorhaben in Zusammenarbeit mit 16 Netzbetreibern verschiedene Verfahren zur Reinigung von Abwasserdruckleitungen untersucht. Ziel war es, praxisorientiert die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen zu erfassen, die Reinigungsleistung der Verfahren abzuschätzen und Anhaltswerte für die entstehenden Kosten zu ermitteln. Auf dieser Basis sollten wesentliche Vor- und Nachteile der Verfahren sowie Empfehlungen für die Reinigung von Druckleitungen abgeleitet werden. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag in der Beobachtung und Auswertung von Testeinsätzen der einzelnen Verfahren, um die generelle Funktionsweise, die Reinigungswirkung sowie die Handhabbarkeit aufzunehmen.

Testeinsätze wurden an bestehenden Leitungen der Netzbetreiber und an einer Teststrecke auf dem IKT-Außengelände durchgeführt. Die Praxiseinsätze dienten in erster Linie dazu, Hinweise zur Handhabung sowie den Einsatzgrenzen und notwendigen Voraussetzungen für den Einsatz der Verfahren aufzunehmen. In der Teststrecke konnten die Praxisbedingungen

simuliert und Reinigungsversuche unter reproduzierbaren Randbedingungen durchgeführt werden, um vergleichende Aussagen, z.B. zur Reinigungsleistung und zum Stofftransport, treffen zu können. Darüber hinaus konnten verbliebene Fragestellungen, die im Rahmen der Praxiseinsätze nicht geklärt werden konnten, hier nachgestellt und untersucht werden.

Im Ergebnis wurden die gewonnenen Erfahrungen zusammengefasst, gemeinsam mit den 16 beteiligten Netzbetreibern bewertet und erste Empfehlungen für den praxisgerechten Einsatz der Verfahren abgeleitet.

## 2 Untersuchte Verfahren

In das Untersuchungsprogramm wurden die fünf folgenden Reinigungsverfahren aufgenommen:

1. Impuls-Spül-Verfahren,
2. Molchen,
3. Hochdruckreinigung mittels Kanalspüldüse,
4. Erzeugung erhöhter Fließgeschwindigkeiten mittels Hydrant und Ejektor,
5. Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000“.

Schwerpunktmäßig wurden das *Impuls-Spül-Verfahren* sowie die *Molchtechnik* als speziell für die Reinigung von Trinkwasserdruckleitungen bzw. von Pipelines und Industrieleitungen konzipierte Verfahren getestet und die im Bereich der Freispiegelkanalisation übliche Reinigung mittels *Hochdruck-Spüldüse* in die Untersuchungen einbezogen. Darüber hinaus wurden ergänzende Spülversuche unter *Hydranten-Einsatz* und mit einem *Ejektor* durchgeführt.

Aufgrund der im Zusammenhang mit dem Betrieb von Abwasserdruckleitungen häufig genannten Geruchsprobleme wurde zusätzlich ein biologisches Verfahren („Lipolyt 2000“) in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, dessen Anwendungsgebiet außer in der Vermeidung und Verminderung organischer Ablagerungen auch in der Geruchsbekämpfung durch Unterdrückung der Schwefelwasserstoffbildung liegt.

Das Untersuchungsprogramm umfasste Praxiseinsätze bei Netzbetreibern sowie Reinigungsversuche an einer speziell für dieses Vorhaben entwickelten Teststrecke auf dem IKT-Gelände sowie einer in Zusammenarbeit mit dem Abwasserbetrieb der Stadt Porta Westfalica errichteten Teststrecke auf einer Kläranlage.

### ***Impuls-Spül-Verfahren***

Beim ursprünglich aus der Wasserversorgung stammenden Impuls-Spül-Verfahren handelt es sich um eine patentierte<sup>1</sup> Weiterentwicklung des klassischen Luft-Wasser-Spülverfahrens zur Reinigung von Trinkwasserleitungen.

In der Druckleitung wird, i.d.R. über die Pumpstation, ein Grundabfluss erzeugt, der nach Angaben des Anbieters Mindestfließgeschwindigkeiten zwischen 0,2 m/s und 0,3 m/s erreichen sollte. Über T-Stücke, Spülstutzen, Entlüftungsventile oder Anbohrschellen werden mit Hilfe eines Kompressorfahrzeuges impulsartig große Druckluftvolumina in die Leitung gegeben. Druck, Luftvolumen und zeitlicher Abstand der Impulse werden dabei abhängig von Randfaktoren, wie Leitungsdurchmesser und -verlauf, Länge des Spülabschnitts und Betriebsdruck, gewählt.

In der Regel wird das Fahrzeug (vgl. auch Abb. 1) zunächst am Ende der Leitung angeschlossen und später in mehreren Stationen weiter in Richtung Pumpwerk positioniert. Dabei liegen die Abstände der Stationen zwischen 500 m und 1000 m. Bei mangelnden An-

---

<sup>1</sup> Patent der Fa. Hammann Wasser-Kommunal GmbH, Annweiler am Trifels

schlussmöglichkeiten werden z.T. auch Strecken bis ca. 2,5-3 km gespült<sup>1</sup>. Das Spülwasser tritt i.d.R. am Übergabepunkt in den Freispiegelkanal über.

Der vom Anbieter beschriebene Effekt, dass die Druckimpulse Luftblasen von mehreren Metern Länge erzeugen, die mit der Fließgeschwindigkeit des Wassers durch die Leitung gefördert werden und an den Grenzflächen zum Wasser Turbulenzen erzeugen, konnte an der Teststrecke nicht beobachtet werden. Statt dessen entstanden turbulente Luft-Wasser-Gemische von mehreren Metern Länge, die den gesamten Rohrquerschnitt ausfüllten und mit hohen Fließgeschwindigkeiten von über 30 m/s durch die Leitung gefördert wurden.



Abb. 1: Impuls-Spül-Verfahren im Praxiseinsatz: A Kompressorfahrzeug; B Anschluss des Druckluftschlauches an die Druckleitung; C Spülwasser am Übergabeschacht am Ende der Druckleitung

### **Molchen**

Beim ursprünglich aus dem Gas- und Wassersektor bzw. aus dem Pipelinebereich stammenden Molchen wird ein „Reinigungsmolch“ über eine spezielle Aufgabestation („Molchschleuse“) in die Druckleitung eingesetzt. Ist diese nicht vorhanden, werden üblicherweise die Flanschverbindungen in der Pumpstation getrennt und der Molch wird über die Öffnung, ggf. mit Hilfe eines konischen Rohrstücks, in die Leitung eingesetzt. Mit Hilfe eines Transportmediums, i.d.R. Wasser, wird der Molch durch die Leitung gefördert. Dabei werden Ablagerungen von der Rohrwandung gelöst und aus der Leitung transportiert.

Je nach Verschmutzungssituation werden mehrere Reinigungsdurchgänge mit unterschiedlichen Molchtypen gefahren. Dabei können die Molche hinsichtlich Durchmesser, Härtegrad sowie Form und Material variiert werden.

Molche sind in den unterschiedlichsten Ausführungen erhältlich (vgl. Abb. 2). Vielfach werden im Abwasserbereich Schaumstoffmolche eingesetzt. Sie werden als reine Schaumstoffkörper oder mit Beschichtungen eingesetzt, z.B. aus kreuzweise angeordneten Kunststoffstreifen, mit vollständiger Kunststoffummantelung oder mit Nylon- oder Stahlbürstenbesätzen. Darüber hinaus werden so genannte Scheiben- oder Manschettenmolche aus unterschiedlichen Kunststoffen oder Metall angeboten.

Für Kunststoffleitungen oder bei Innenbeschichtungen werden von den Herstellern meist Kunststoffausfertigungen empfohlen, um eine Beschädigung der Rohrwand zu vermeiden.

---

<sup>1</sup> Auskunft der Fa. Hammann Wasser-Kommunal GmbH, Annweiler am Trifels



### Hochdruckreinigung

Bei Einsatz einer Hochdruckspüldüse wird die Leitung außer Betrieb genommen und in einem Schacht geöffnet, beispielsweise indem ein Passstück ausgebaut wird. Über die Öffnung wird der Spülschlauch in die Leitung eingebracht. Das dabei in den Schacht strömende Abwasser bzw. Spülwasser muss mit einem Saugfahrzeug entfernt werden.

Aufgrund der begrenzten Reichweite der Spülschläuche sind Wartungs- und Kontrollschächte in kurzen, regelmäßigen Abständen notwendig. Übliche Schlauchlängen von Kanalspülfahrzeugen liegen i.d.R. zwischen 80 m und 120 m. Sonderfahrzeuge werden teilweise auch mit Schläuchen um 500 m ausgerüstet. Die tatsächliche Reichweite ist aufgrund von Reibungswiderständen durch Spülstutzen, Rohrwandung und Ablagerungen meist erheblich geringer.



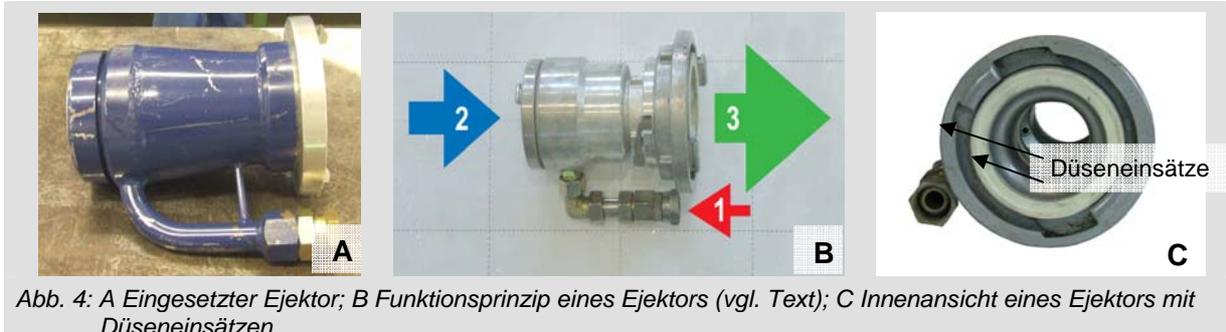
### Spülung mittels Hydrant und Ejektor

In der Wasserversorgung ist das Spülen einer Leitung mit Trinkwasser ein gängiges Verfahren, um Druckleitungen zu reinigen. Grundsätzlich ist das Verfahren nur bis zu begrenzten Leitungsdurchmessern geeignet, bei denen genug Wasser bereitgestellt und eine ausreichende Fließgeschwindigkeit erzeugt werden kann. Für den Trinkwasserbereich werden im DVGW Arbeitsblatt W 291 [2] als Einsatzgrenze maximale Leitungsdurchmesser von DN 150 genannt. Die empfohlenen Fließgeschwindigkeiten liegen bei 2 m/s bis 3 m/s.

In Versuchen an der IKT-Teststrecke wurden ein Hydrant und ein Ejektor genutzt, um erhöhte Fließgeschwindigkeiten zu erzeugen. (Praxishinweis: Beachtung hygienetechnischer Vorschriften beim Einsatz eines Hydranten erforderlich!)

Bei der Ejektortechnik wird in einem Speicher befindliches Wasser (oder der Abfluss in einer Leitung) durch Erzeugung eines Unterdrucks beschleunigt. Über den Saugwasseranschluss (s. Abb. 4, Bild B, Nr. 2) wird dem Ejektor das zu befördernde Wasser zugeleitet. An den Treibwasseranschluss (s. Abb. 4, Bild B, Nr. 1) wird der Hochdruckschlauch eines

Spülfahrzeugs angeschlossen, über den das unter Druck stehende Wasser in Düseninsatz innerhalb des Ejektors gefördert wird. Das über die Düseninsätze beschleunigte Treibwasser führt zu einem Unterdruck und reißt das über den Sauganschluss zugeführte Wasser mit sich.



### **Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000“**

Das Produkt „Lipolyt 2000“ (s. Abb. 5) enthält nach Angaben des Anbieters Mikroorganismen, Enzyme und Trägermaterial. Die enthaltenen Bakterien sollen die sulfidproduzierenden Bakterien durch Lebensvorteile verdrängen (Einsatz nur bei häuslichem Abwasser). Ihre Stoffwechselaktivitäten sollen einen Abbau organischer Verbindungen ohne Sulfid- bzw. H<sub>2</sub>S-Bildung bewirken. Hierbei sollen folgende Effekte entstehen:

- Abbau von Ablagerungen und Schwimmdecken in Schächten und Hebeanlagen,
- Abbau organischer Bestandteile in Ablagerungen und somit auch Lösen bindiger Ablagerungen aus z.B. Sand und Fett,
- Abbau von Sielhaut und
- Vermeidung einer H<sub>2</sub>S-Bildung.

Sämtliche Sulfid-Entstehungspunkte, d.h. alle Pumpenschächte und Hebeanlagen, werden mit dem Präparat geimpft. Bei der erstmaligen Impfung wird i.d.R. das gesamte Leitungsvolumen durch „geimpftes“ Wasser ausgetauscht. Dabei wird dem Schacht Frischwasser und Substrat (ca. 6 kg/m<sup>3</sup> Leitungsvolumen) zugegeben und über die Pumpen in die Leitung gefördert. Anschließend wird die Leitung für eine Einwirkzeit von mindestens vier Stunden außer Betrieb genommen.

Eine Nachimpfung in geringerer Dosis wird vom Anbieter halbjährlich empfohlen.

Das Produkt „Lipolyt 2000“ wurde ausgewählt, da bereits Referenzen im Bereich von Abwasserdruckleitungen vorlagen (s. Langfassung des Berichtes) und zudem auf Anfrage genauere Angaben zu den enthaltenen Gattungen und Arten der Bakterien gemacht wurden.



Abb. 5: A und B biol. Substrat „Lipolyt 2000“; C Zugabe des Substrates mit Wasser in einen Pumpenschacht

### 3 Praxiseinsätze

Insgesamt wurden zehn Praxiseinsätzen in Hannoversch Münden, Bad Honnef, Leverkusen Wermelskirchen, Bad Honnef, Erkelenz, Lindlar, bei der Gemeinde Möhnesee und im Extertal durchgeführt. Dabei wurden Informationen zur Handhabung sowie den Einsatzgrenzen und notwendigen technischen Voraussetzungen für den Einsatz des Impuls-Spül-Verfahrens, des Molchens, der Hochdruckspülung und des biologischen Produktes erfasst. Zusätzlich konnten durch TV-Inspektionen von Leitungsteilstrecken vor und nach Einsatz der Verfahren Hinweise zur Reinigungsleistung sowie zu möglichen Ablagerungssituationen in Abwasserdruckleitungen aufgenommen werden. Bei Einsätzen des biologischen Produktes zur Geruchsbekämpfung wurden Schwefelwasserstoffmessungen ergänzt. Bildbeispiele der Praxiseinsätze sind in Abb. 6 bis Abb. 9 zusammengestellt.



Abb. 6: Bildbeispiel Praxiseinsatz Impuls-Spül-Verfahren: A Druckluftschlauch zwischen den impulsartigen Druckluftzugaben; B Druckluftschlauch während der Druckluftzugaben; C Normalabfluss in einer Leitung und D Spülschwallaustritt unter Druckluftzugaben

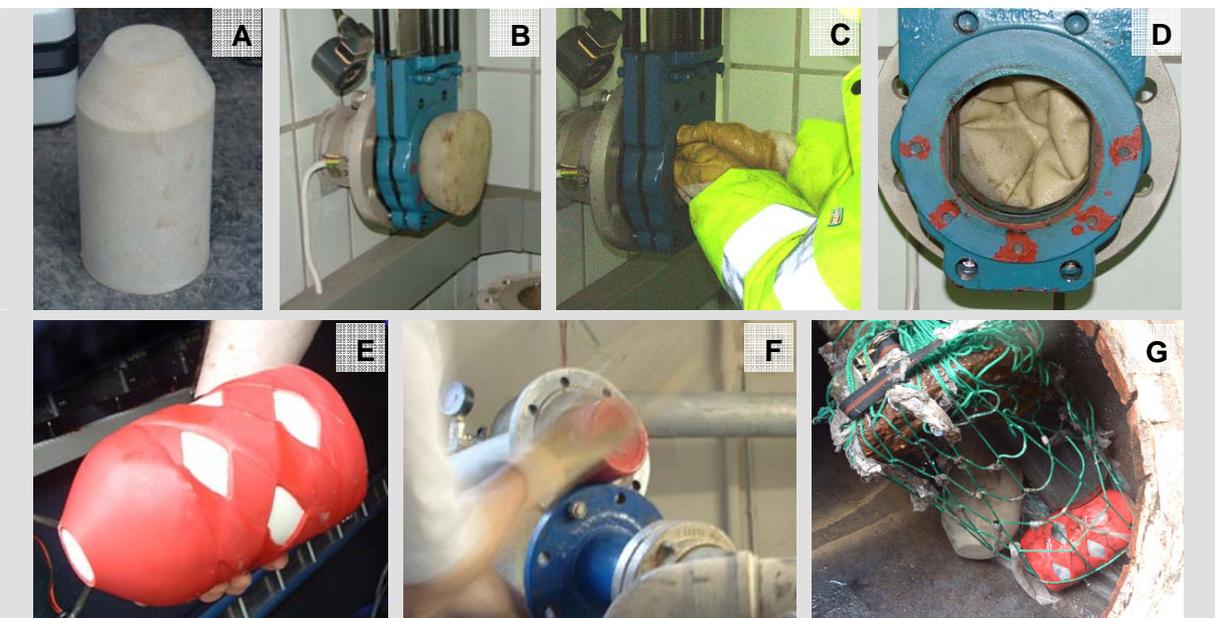
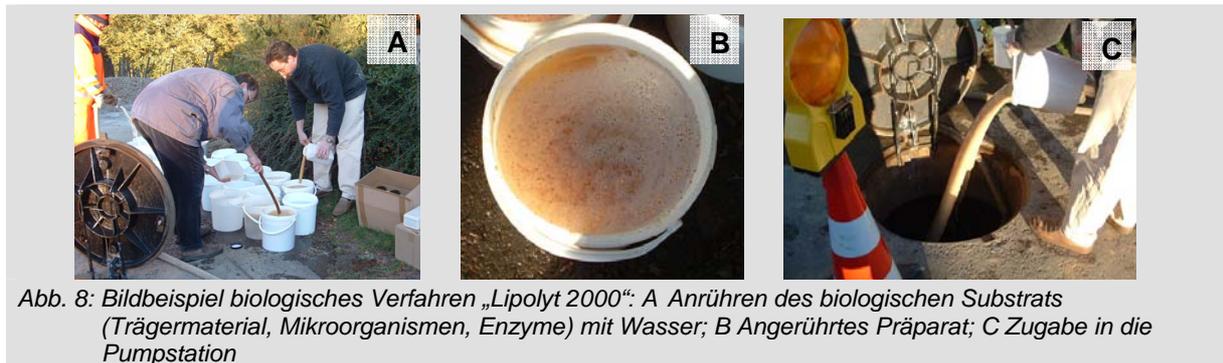


Abb. 7: Bildbeispiel Praxiseinsatz Molchen: Einbringen eines Schaumstoffmolches (A bis D) und eines kunststoffbeschichteten Schaumstoffmolches (E und F) in geöffnete Rohrverbindungen bei Fehlen einer Molchschleuse; G Auffangnetz am Übergabeschacht



Einzelheiten zur Handhabung der Verfahren sowie Schlussfolgerungen zu technischen Voraussetzungen und wichtige Vor- und Nachteile der untersuchten Reinigungsverfahren können der Langfassung des Berichtes entnommen werden. Wesentliche Hinweise sind in Kapitel 6 dieses Kurzberichtes zusammengefasst.

Zur möglichen **Ablagerungssituation** in Abwasserdruckleitungen lieferten die TV-Inspektionen im Rahmen der Praxiseinsätze sowie Erfahrungen der beteiligten Netzbetreiber folgende Hinweise (s. auch Abb. 10 und Abb. 11): Haftende Ablagerungen in Form Sielhaut und/oder Fett können als häufig auftretende Ablagerungen eingeschätzt werden. Auch Verstopfungen treten gelegentlich auf. Dahingegen können starke Sandablagerungen oder Kiese als eher seltene Ablagerungen angenommen werden. Allerdings kann die Ansammlung von Sand oder kleinen Steinen über die Dauer des Betriebes, insbesondere in Senken oder vor Steigungstrecken, nicht ausgeschlossen werden.





## 4 IKT-Teststrecke

Einen weiteren Untersuchungsschwerpunkt neben den Praxiseinsätzen bildeten Versuche an einer Teststrecke auf dem IKT-Gelände. An dieser Strecke konnten unterschiedliche Ablagerungssituationen simuliert und Reinigungsversuche unter reproduzierbaren Randbedingungen durchgeführt werden, um vergleichende Aussagen z.B. zur Reinigungsleistung und zum Stofftransport der Verfahren treffen zu können.

Insgesamt wurden 28 Reinigungsversuche mit vier unterschiedlichen Verfahren durchgeführt. Das Impuls-Spül-Verfahren sowie das Molchen wurden einem Versuchsprogramm mit acht unterschiedlichen Ablagerungssituationen unterzogen. Die Hochdruckspüldüse sowie Schwallspülungen mittels Ejektor und Hydrant wurden zu Vergleichszwecken bei sechs Ablagerungssituationen getestet.

Für die Teststrecke wurden durchsichtige **PVC-Glas-Rohre DN 100** verwendet, um die Reinigungsvorgänge beobachten zu können. Die rund 60 m lange Strecke beinhaltet einen „Standardbereich“ und einen „Extrembereich“ (s. Abb. 12). Der ca. 30 m lange Standardbereich aus einem geraden, nahezu waagerechten Leitungsstück soll dabei den einfachsten Verlauf einer Druckleitung nachbilden. Der Extrembereich enthält schwierige geometrische Verhältnisse durch Gefälle- und Steigungsstrecken, Hoch- und Tiefpunkte sowie Bögen zwischen 45° und 90° (als PVC-Winkelformstücke).

In den **Standardbereich** wurden verschiedene Ablagerungen eingebracht, um das Lösen und Mobilisieren der Ablagerungen zu beobachten. Im **Extrembereich** wurde der Weitertransport gelöster Ablagerungen aufgenommen. Für die Reinigungsversuche wurden das Impuls-Spül-Verfahren, das Molchen, Hochdruckspülungen und Wasserzugaben über einen Hydranten sowie einen Ejektor eingesetzt. Auf Versuche mit dem biologischen Produkt wurde verzichtet, da der Versuchsaufbau (z.B. Betrieb der Leitung mit Frischwasser, Versuche mit mineralischen Ablagerungssituationen) nicht den Einsatzgebieten entsprach. Stattdessen wurde für dieses Verfahren die Zahl der begleiteten Praxiseinsätze erhöht.

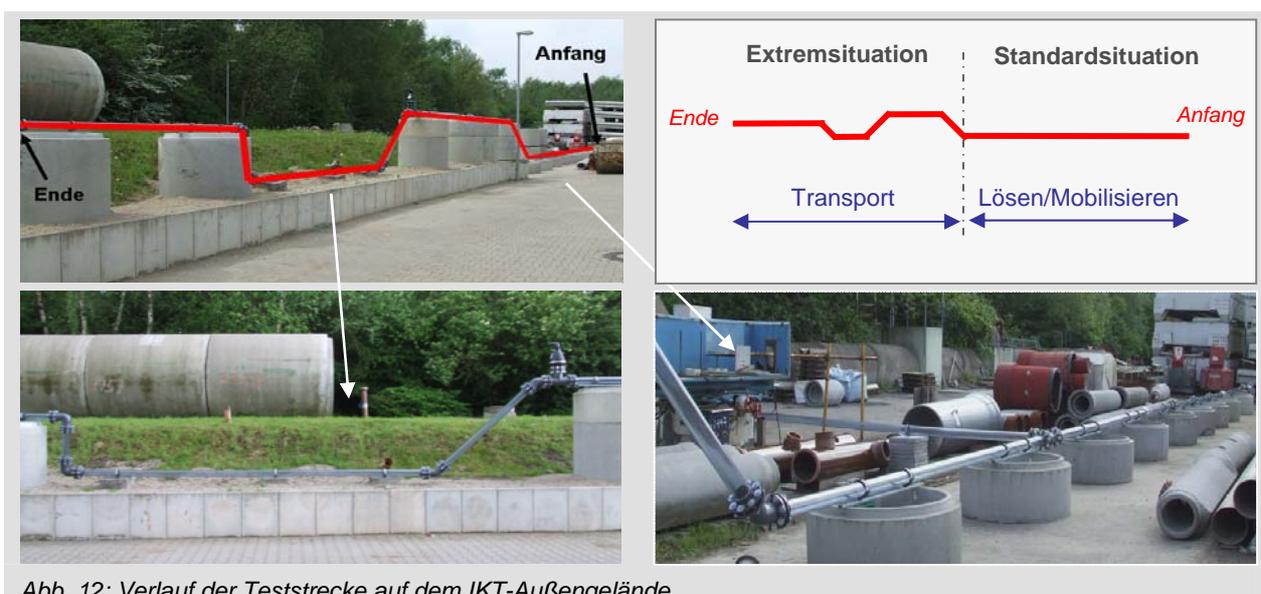


Abb. 12: Verlauf der Teststrecke auf dem IKT-Außengelände

Bei den nachgebildeten **Ablagerungssituationen** sollten zum einen ein breites Feld an möglichen Ablagerungssituationen abgedeckt und zum anderen Extrembedingungen geschaffen werden, um die Leistungsgrenzen der Verfahren näherungsweise zu erfassen. So wurden **haftende Ablagerungen** aus Fett und Fett-Sand-Gemischen, **stark verfestigte Ablagerungen** in Form von Flüssigboden und Estrichbeton sowie **lockere, unverfestigte Ablagerungen** von Kiessand über Kies bis hin zu einzelnen Steinen in die Teststrecke eingebracht (vgl. Abb. 13). Darüber hinaus wurde eine **Verstopfung** durch sandige, kiesige Bestandteile in Verbindung mit faserigen, bindigen Anteilen simuliert.

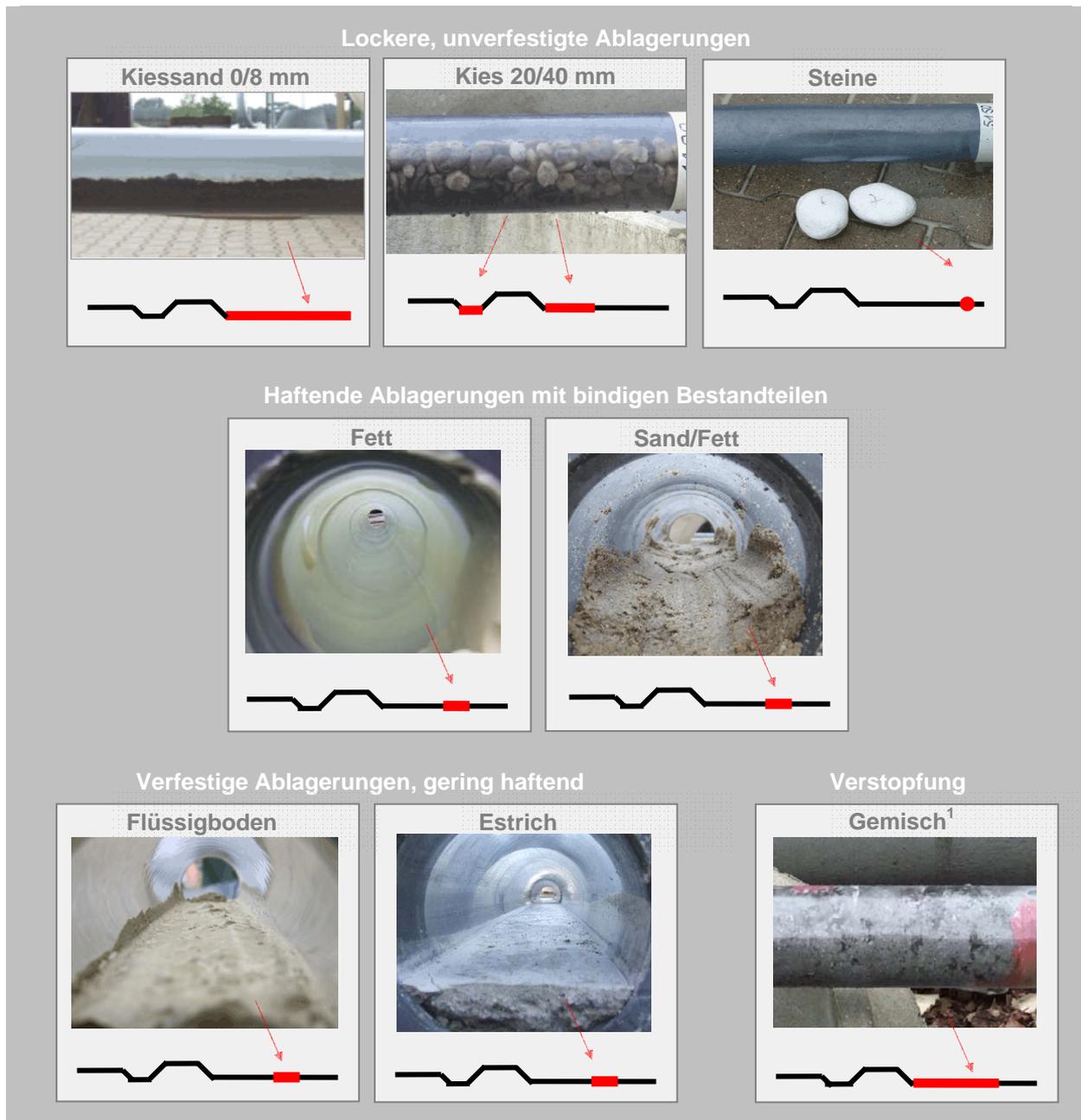


Abb. 13: Nachgestellte Ablagerungssituationen an der IKT-Teststrecke

<sup>1</sup>Gemisch aus Kiessand, Laub, Faserstoffen (Bast, Hanf, Toilettenpapier), Bentonit-Körnern und Wasser

Details zu den nachgebildeten Ablagerungssituationen sowie den Ergebnissen der verschiedenen Reinigungsversuche können der Langfassung des Berichtes entnommen werden. Einige wichtige Schlussfolgerungen aus den Versuchen sind in Kapitel 6 dieser Kurzfassung zusammengestellt.

## 5 Teststrecke Porta Westfalica

Ergänzend zur IKT-Teststrecke, die mit Reinwasser betrieben wird, wurde eine Teststrecke auf einer Kläranlage in Porta Westfalica errichtet, durch die Abwasser (rein häuslicher Herkunft) gefördert wird. Mit Hilfe einer Pumpe wird Wasser aus dem Kläranlagenzulauf entnommen und einer PE Leitung DN 100 mit ca. 100 m Länge zugeführt, die über einen Schacht mit angeschlossener Freispiegelleitung zurück in den Zulauf der Kläranlage entwässert (vgl. Abb. 14). Zur Isolierung wurde die freiliegende Leitung mit Stroh und Folie überdeckt.

Zielsetzung des Betriebs der Teststrecke war es, Sielhaut in der PE-Leitung für ergänzende Reinigungsversuche mittels Molch und Impuls-Spül-Verfahren anzusiedeln (vgl. Abb. 15). Darüber hinaus konnte die Teststrecke als Anschauungsobjekt zur Entstehung und Rückbildung der Sielhaut dienen.

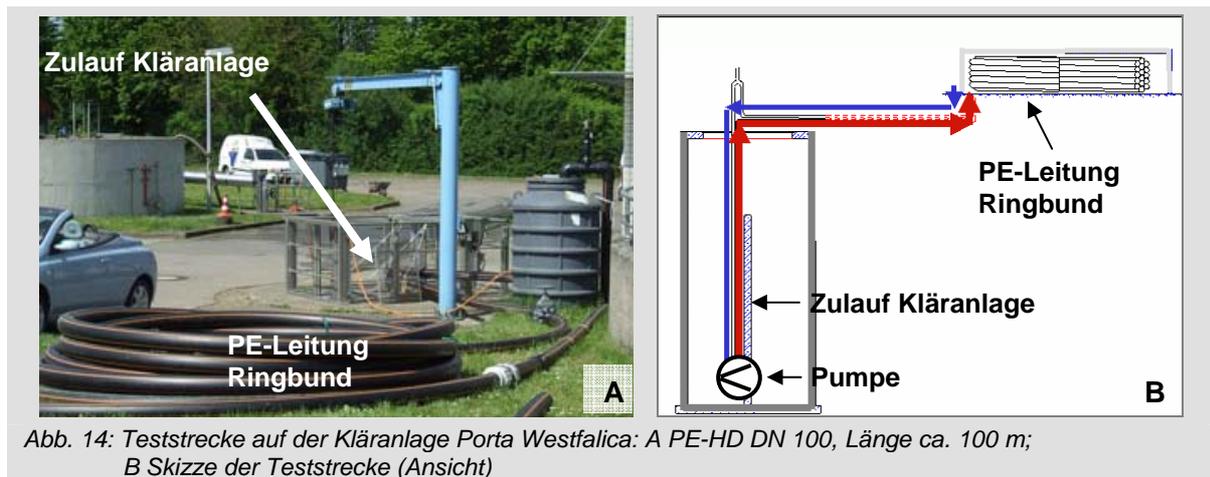


Abb. 14: Teststrecke auf der Kläranlage Porta Westfalica: A PE-HD DN 100, Länge ca. 100 m; B Skizze der Teststrecke (Ansicht)

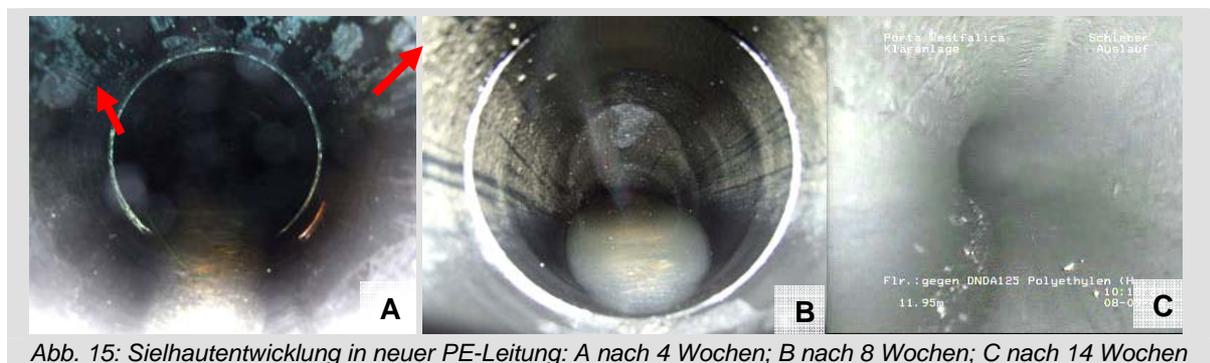


Abb. 15: Sielhautentwicklung in neuer PE-Leitung: A nach 4 Wochen; B nach 8 Wochen; C nach 14 Wochen

## 6 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Auf Basis der Erfahrungen aus den Praxiseinsätzen sowie den Ergebnissen der Reinigungsversuche an der Teststrecke wurden die untersuchten Verfahren bewertet. Zu jedem Verfahren wurden die Einsatzbereiche und die wesentlichen technischen Voraussetzungen für die Anwendung sowie Hinweise zur Reinigungsleistung, den möglichen Risiken, den entstehenden Kosten sowie zum Personalbedarf und der Qualifikationen zusammengestellt. Auf dieser Basis wurden abschließend die wesentlichen Vor- und Nachteile des jeweiligen Verfahrens abgeleitet. Einige wesentliche Punkte sind in den folgenden Ausführungen zusammengefasst (Details s. Kapitel 7 der Langfassung).

### **Impuls-Spül-Verfahren**

Das Impuls-Spül-Verfahren besaß an der Teststrecke die höchste Transportleistung, jedoch war die Lösekraft gegenüber dem Molchen und der Hochdruckspüldüse eingeschränkt. So konnten lockere Ablagerungen wie Sand und Kies sowie einzelne Steine befördert werden, jedoch stark haftende Ablagerungen wie Fett nur in Teilen entfernt werden.

Die an der Teststrecke aufgenommenen Transportleistungen des Impuls-Spül-Verfahrens könnten sich mit zunehmender Spüllänge, anderen Leitungsmaterialien und -verläufen verringern. Grundvoraussetzung für die Effektivität der Impuls-Spülung ist daher, dass ausreichend Spülstationen eingerichtet werden und die Impulse mit ausreichendem Druck und Volumen erzeugt werden können. Ein wesentlicher Vorteil des Impuls-Spülens ist, dass die Pumpstation in der Regel nicht außer Betrieb genommen werden muss.

Einen kurzen Überblick zu den Einsatzbereichen des Impuls-Spül-Verfahrens und technischen Voraussetzungen, der Reinigungsleistung sowie zu möglichen Risiken und Vor- und Nachteilen gibt Tab. 1 (vgl. auch Abbildungen in Tab. 2)

Tab. 1: Überblick zu Einsatzbereichen sowie Vor- und Nachteilen des Impuls-Spül-Verfahrens

Impuls-Spül-Verfahren	
Technische Voraussetzungen	<p><b>Spülbare Leitungsdurchmesser<sup>1</sup>:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis DN 300/400 unter Einsatz <i>eines</i> Kompressorfahrzeugs</li> <li>• Ab DN 400/500 unter Einsatz <i>zwei</i> synchronisierter Fahrzeuge</li> <li>• Maximal DN 700/800 (Sonderfallplanung unter Einsatz <i>mehrerer</i> Fahrzeuge)</li> </ul> <p><b>Erforderliche Spülzugänge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art: T-Stücke, Spülstutzen, Anschlüsse von Be- und Entlüftungsventilen oder Anbohrschellen</li> <li>• Abstände: zwischen einigen hundert Metern bis zu max. 3 Kilometern<sup>1</sup>, abhängig von Leitungsgeometrie und Ablagerungssituation</li> <li>• Zugangsmöglichkeit für Kompressorfahrzeug erforderlich</li> </ul> <p><b>Bereitzustellender Grundabfluss in der Druckleitung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit einer Fließgeschwindigkeit von mind. 0,2-0,3 m/s<sup>1</sup></li> <li>• I.d.R. über das Pumpwerk erzeugt</li> </ul> <p><b>Be- und Entlüftungsventile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschluss aller Ventile</li> </ul> <p><b>Einsatzgrenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschränkung der Transportleistung der Spülimpulse möglich, z.B. bei starken Steigungen bzw. Höhenunterschieden, starkem Gefälle, hohem Betriebsdruck der Leitung oder zu großen Abständen der Spülzugänge</li> </ul>

<sup>1</sup> nach Angaben des Anbieters

Tab. 1 (Forts.): Überblick zu Einsatzbereichen sowie Vor- und Nachteilen des Impuls-Spül-Verfahrens

Impuls-Spül-Verfahren	
Reinigungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport <b>lockerer, leichter Ablagerungen</b> wie Sand oder organischer Ablagerungen bis hin zu <b>lockeren, massigen Ablagerungen</b> wie Kies oder einzelnen Steinen bei ausreichender Spülkraft der Impulse möglich (abh. von Abstand der Spülstutzen, Impulsvolumen und Druck)</li> <li>• Eingeschränktes Lösen <b>haftender Ablagerungen</b> wie Fett</li> <li>• Kein Lösen fester <b>Inkrustierungen</b></li> <li>• Keine Einsatzmöglichkeit bei <b>Verstopfungen</b></li> </ul>
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine <b>Verstopfung</b> ist nicht auszuschließen</li> <li>• <b>Dynamische Belastungen</b> der Leitung</li> <li>• <b>Druckstöße</b> in der Leitung sind nicht auszuschließen</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spülung i.d.R. <b>im Betrieb</b> der Leitung</li> <li>• Als <b>Spülzugang</b> sind T-Stücke oder Anbohrschellen ausreichend</li> <li>• Länge der <b>Spülabschnitte</b> beträgt teilweise bis zu 2-3 km<sup>1</sup> abhängig von der Netzgeometrie und der Ablagerungssituation</li> <li>• Keine grundsätzlichen Einsatzgrenzen durch <b>Nennweitenänderungen, Bögen, Düker</b></li> <li>• <b>Leitungsschonende</b> Reinigung bezüglich Abrasionsverhalten</li> <li>• Hohe <b>Transportleistung</b> bei ausreichend kurzen Spülabständen sowie ausreichenden Spül- drücken und -impulsen</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Anwendung bei <b>Verstopfungen</b></li> <li>• Eingeschränkte <b>Lösekraft</b></li> <li>• Eingeschränkte <b>Kontrollmöglichkeit</b> des Spülerfolges</li> <li>• Bereitstellung eines dauerhaften <b>Förderstroms</b></li> <li>• Ein <b>Verstopfen</b> der Leitung ist nicht vollständig auszuschließen</li> <li>• Nur <b>ein Dienstleister</b> am Markt verfügbar (patentiertes Verfahren)</li> <li>• Besondere <b>Beanspruchung</b> freiliegender Leitungen durch dynamische Lasten</li> </ul>

<sup>1</sup> nach Angaben des Anbieters

Tab. 2: Bildbeispiele zur Reinigungswirkung des Impuls-Spül-Verfahrens

vor der Reinigung	nach der Reinigung	Erläuterung
 <p>S698170 - S698210 in DN 225 PEHD 05 00 08 52 Heimlich nach 100m 24.07.05</p>	 <p>S698170 - S698210 in DN 225 PEHD 05 00 06 57 Hand 100m nach 100m 06.07.05</p>	<p><b>Ablagerung:</b> vorwiegend Fett</p> <p><b>Einsatzort:</b> Praxiseinsatz Hannover Münden</p>
 <p>External 55/4.5+E-Schacht Externalstraße 56/2.8+E-Schacht</p> <p>Fir: in DN200 Polyethylen 11:56:15 -32:9/4 60:25:05 18-11-05 3:05m</p>	 <p>External 55/4.5+E-Schacht Externalstraße 56/2.8+E-Schacht</p> <p>Fir: in DN200 Polyethylen 10:30:47 -32:9/4 00:14:17 24-11-05 3:28m</p>	<p><b>Ablagerung:</b> Sielhaut</p> <p><b>Einsatzort:</b> Praxiseinsatz Extertal</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Kies</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>

**Molchen**

Das Molchen wies zusammen mit der Hochdruckspüldüse die höchste Lösekraft auf. So konnten in der Teststrecke auch stark haftende Fettablagerungen vollständig entfernt werden. Voraussetzung für eine optimale Reinigungsleistung ist allerdings der Einsatz eines den Ablagerungsbedingungen angepassten Molches. Die Transportleistung lag deutlich über der Leistung der Hochdruckspüldüse, sodass auch massige Sandablagerungen leicht entfernt werden konnten. Transportschwierigkeiten können evtl. bei Extrembedingungen mit engen Bögen in Verbindung mit massigen oder voluminösen Ablagerungen entstehen. Ein wesentlicher Vorteil des Molchens liegt in der hohen Lösekraft und darin, dass oft mehrere Kilometer Leitungslänge an einem Stück gereinigt werden können.

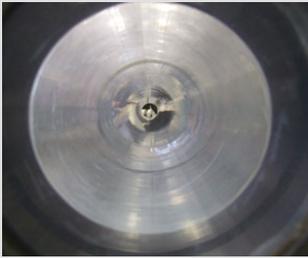
Einen kurzen Überblick zu den Einsatzbereichen des Molches und technischen Voraussetzungen, der Reinigungsleistung sowie zu den möglichen Risiken und Vor- und Nachteilen gibt Tab. 3 (vgl. auch Abbildungen der Tab. 4).

Tab. 3: Überblick zu Einsatzbereichen sowie Vor- und Nachteilen des Molchens

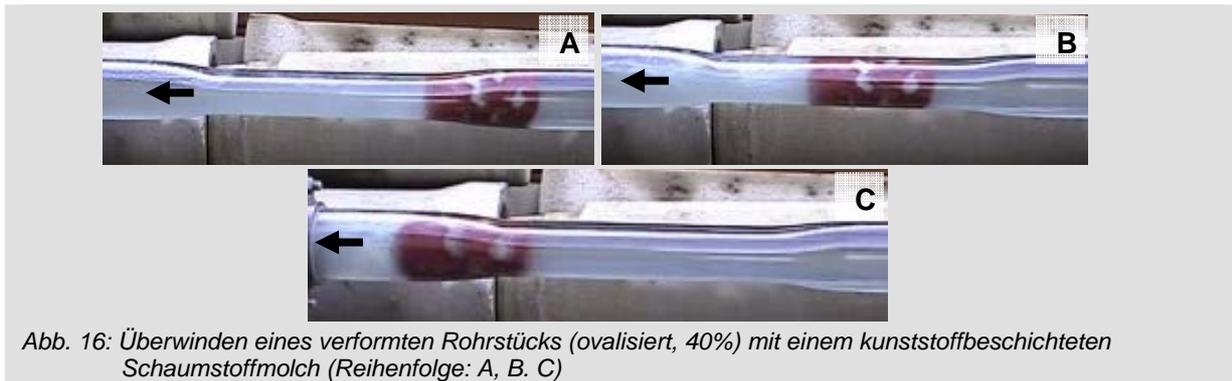
Molchreinigung	
Technische Voraussetzungen	<p><b>Molchbare Leitungsdurchmesser:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das gängige Marktangebot von Molchen für den Abwasserbereich reicht von DN 50 bis DN 1500</li> </ul> <p><b>Erforderliche Öffnungen/Zugänge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art: Molchschleusen bzw. Öffnung an der Druckleitung (z.B. durch Öffnen von Flanschverbindungen, Entfernen eines Passstückes)</li> <li>• Abstände: i.d.R. mehrere Kilometer bis über 10 Kilometer<sup>1</sup>, bei Nennweitenänderungen i.d.R. Erfordernis eines Zwischenschachtes</li> </ul> <p><b>Vortrieb des Molches:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserbereitstellung (übliches Vortriebsmedium)</li> <li>• Ggf. Anschluss externer Pumpen zur Erzeugung des Vortriebsdrucks</li> <li>• Installation von Auffangvorrichtungen im Endschacht bzw. in Zwischenschächten</li> </ul> <p><b>Einsatzgrenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.T. eingeschränkte Bogengängigkeit der Molchsysteme</li> </ul>
Reinigungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösen <b>haftender Ablagerungen</b> wie Fett und Inkrustierungen bei Einsatz entsprechender Molchsysteme möglich</li> <li>• Transport <b>leichter Ablagerungen</b> wie Sand oder organischem Material sowie <b>massiger Ablagerungen</b> wie Kies möglich, jedoch ist ein Verkeilen voluminöser, harter Ablagerungen insbesondere an Bögen nicht auszuschließen</li> <li>• Keine Einsatzmöglichkeit bei <b>Verstopfungen</b>, die durch den Druckaufbau im Rahmen des Molchvortriebs nicht behoben werden können</li> </ul>
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein <b>Steckenbleiben</b> des Molches ist nicht auszuschließen</li> <li>• Ggf. erhöhte <b>Beanspruchung</b> des Rohrmaterials abhängig vom gewählten Molchsystem</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe <b>Lösekraft</b> bei Verwendung geeigneter Molche</li> <li>• I.d.R. durchgehend molchbare <b>Leitungslängen</b> von mehreren Kilometern</li> <li>• Unabhängigkeit des <b>Reibungswiderstandes</b> zwischen Molch und Rohrwand von der Leitungslänge</li> <li>• Molchsysteme mit <b>Ortungssender</b> kombinierbar</li> <li>• Insbesondere als regelmäßige Reinigungsmaßnahme vom <b>eigenen Personal</b> des Netzbetreibers ausführbar</li> <li>• <b>Rückschluss</b> auf eine weitestgehend vollständige <b>Reinigung</b> bei Verwendung wenig kompressibler Molche und durchgängig „leichtem“ Vortrieb möglich (Beobachtung des Druckaufbaus)</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I.d.R. <b>Außerbetriebnahme</b> der Leitung erforderlich</li> <li>• Kein Einsatz bei durch den Druckaufbau nicht zu behebenden <b>Verstopfen</b></li> <li>• Ein <b>Steckenbleiben</b> des Molches ist nicht vollständig auszuschließen</li> <li>• Bei <b>Nennweitenänderungen</b> i.d.R. keine durchgängige Reinigung mit einem Molchsystem</li> <li>• Ggf. erhöhte <b>Beanspruchung</b> des Rohrmaterials abhängig vom gewählten Molchsystem</li> </ul>

<sup>1</sup> nach Angaben von Anbietern

Tab. 4: Bildbeispiele zur Reinigungswirkung des Molchens

vor der Reinigung	nach der Reinigung	Erläuterung
		<p><b>Ablagerung:</b> Fett</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Sielhaut</p> <p><b>Einsatzort:</b> Teststrecke Porta Westfalica</p>
während der Reinigung		Erläuterung
		<p><b>Aufnahmesituation:</b> Entfernen von Kiesel- sand mit einem weichen Schaumstoff- molch</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>
		<p><b>Aufnahmesituation:</b> Verkeilter, durch Molch zusammen geschobener Kies</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>

Ein **Steckenbleiben** eines Molches kann nicht vollständig ausgeschlossen werden. Jedoch scheint das Risiko deutlich geringer zu sein, als viele Netzbetreiber befürchten. An der Teststrecke zeigte sich, dass übliche Molche mit hartem Schaumstoffkern und Kunststoff-Streifen-Beschichtung auch PVC-Winkelformstücke bis 90° überwinden können, die üblicherweise in Druckleitungen nicht vorkommen sollten. Auch einragende Schieber und Verformungen des Rohres bis 40 % (ovalisiertes Rohr DN 100) konnten mit diesen Molchen überwunden werden (s. Abb. 16 und Abb. 17). Der Vortriebsdruck lag bei allen Hindernissen zwischen 4-6 bar (Betriebsdruck der Leitung < 0,5 bar). Erst bei der Kombination von PVC-Winkelstücken und massigen bzw. grobstückigen Ablagerungen, wie Steinen oder Kies, ergaben sich Schwierigkeiten.



### Hochdruckspüldüse

Die Hochdruckspüldüse zeigte an der Teststrecke ebenfalls eine gute Lösekraft, jedoch war die Transportleistung der Düse aufgrund des sich in der Leitung anstauenden Spülwassers stark eingeschränkt. Darüber hinaus zeigten sowohl die Versuche an der Teststrecke als auch die Praxiseinsätze, dass Reinigungen mittels Hochdruckspüldüsen mit einem hohen Aufwand verbunden sind und zudem deutliche Einsatzgrenzen bestehen. Beispielsweise ist die Reichweite des Spülschlauches begrenzt, sodass Wartungs- und Kontrollschächte in geringeren Abständen erforderlich werden. Als ein grundlegender Vorteil der Hochdruckspüldüse im Vergleich zur Impuls-Spülung und dem Molchen ist zu nennen, dass auch die simulierten Verstopfungen gelöst werden konnten. Voraussetzung in der Praxis ist allerdings, dass die Düse auch tatsächlich bis zum Ort der Verstopfung eingespült werden kann.

Einen kurzen Überblick zu den Einsatzbereichen der Hochdruckspülung und technischen Voraussetzungen, der Reinigungsleistung sowie zu möglichen Risiken und Vor- und Nachteilen gibt Tab. 5 (vgl. auch Bilder der Tab. 6).

Tab. 5: Überblick zu Einsatzbereichen sowie Vor- und Nachteilen der Hochdruckspülung

Hochdruckspülung	
Technische Voraussetzungen	<p><b>Spülbare Leitungsdurchmesser:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übliches Marktangebot an Kanalspüldüsen reicht von unter DN 30 bis über DN 1000</li> </ul> <p><b>Erforderliche Öffnungen/Zugänge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art: Wartungs- und Kontrollöffnungen mit Passstücken und Schiebern</li> <li>• Abstände: von unter 100 m bis maximal ca. 500 m abhängig von der Netzgeometrie</li> <li>• Zugänglichkeit für Spülfahrzeug erforderlich</li> </ul> <p><b>Abtransport des Spülwassers:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Austreten des Spülwassers am Einsatzschacht des Spülschlauches</li> </ul> <p><b>Einsatzgrenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark eingeschränkte Reichweite der Spülschläuche durch Reibungswiderstände</li> <li>• Bogenformstücke nicht oder nur selten überwindbar</li> <li>• Stark eingeschränkte Transportwirkung bei Spülung gegen das Gefälle oder bei Teil- bis Vollfüllung der Leitung (z.B. an Tiefpunkten)</li> </ul>
Reinigungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösen <b>haftender Ablagerungen</b> wie Fett und Sielhaut möglich</li> <li>• Transport <b>leichter Ablagerungen</b> wie Sand oder organischem Material möglich (erhöhter Zeitaufwand bei Teil- bis Vollfüllung)</li> <li>• Transport <b>massiger Ablagerungen</b> wie Kies schwierig (extrem hoher Zeitaufwand bei Teil- bis Vollfüllungen)</li> <li>• Lösen von <b>Verstopfungen</b> bei entsprechender Düsenwahl möglich (Voraussetzung: Einspülen des Spülschlauches bis zur Verstopfung möglich)</li> </ul>
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein <b>Steckenbleiben</b> des Spülschlauches insbesondere in Bögen ist nicht auszuschließen</li> <li>• Erhöhte <b>Beanspruchung</b> des Rohrmaterials durch Hochdruckstrahlen möglich</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe <b>Lösekraft</b> bei Verwendung geeigneter Düsen</li> <li>• Einsatz bei <b>Verstopfungen</b> möglich</li> <li>• weit verbreitete, schnell verfügbare <b>Technik</b></li> <li>• Spülung ggf. vom <b>eigenen Personal</b> des Netzbetreibers durchführbar</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark eingeschränkte <b>Einsatzmöglichkeiten</b></li> <li>• <b>Außerbetriebnahme</b> der Leitung erforderlich</li> <li>• Hochdruckspülung mit hohem <b>Aufwand</b> verbunden</li> <li>• <b>Kontrollmöglichkeit</b> des Reinigungserfolges eingeschränkt</li> </ul>

Tab. 6: Bildbeispiele zur Reinigungswirkung der Hochdruckspülung

vor der Reinigung	nach der Reinigung	Erläuterung
 <p>Extertal Extertalstraße 55/4. S+E-Schacht 54/3. S+E-Schacht</p> <p>Fir.: gegen DN200 Polyethylen -33.9 M 11:45:55 12.05m 00:18:32 18-11-05</p>	 <p>Extertal Extertalstraße 55/4. S+E-Schacht 54/3. S+E-Schacht</p> <p>Fir.: gegen DN200 Polyethylen -33.9 M 12:13:10 12.51m 00:30:24 18-11-05</p>	<p><b>Ablagerung:</b> Sielhaut</p> <p><b>Einsatzort:</b> Praxiseinsatz Extertal</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Fett</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>
während der Reinigung		Erläuterung
		<p><b>Aufnahmesituation:</b> Stochedüse in Kies- ablagerungen (zeit- aufwendiger Austrag geringer Mengen)</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>

**Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten mittels Hydrant und Ejektor**

Durch Anschluss eines Hydranten bzw. eines Ejektors an die Teststrecke konnten nur in geringem Maße erhöhte Fließgeschwindigkeiten erzeugt werden. Diese lagen mit ca. 1,9 m/s (Hydrant) bzw. 1,4 m/s bis 1,85 m/s (Ejektor) noch stets unterhalb der empfohlenen Spülggeschwindigkeiten für den Trinkwasserbereich von 2 m/s bis 3 m/s. Lockere Sandablagerungen konnten problemlos ausgespült werden, während kiesige Ablagerungen oder haftende Ablagerungen aus Fett oder Sand-Fett-Gemischen unverändert blieben (vgl. Tab. 7). Aufgrund eingeschränkter Förderhöhen und Fördermengen von Hydranten oder Ejektoren liegen die Einsatzbereiche bei geringen Höhendifferenzen der Druckleitungen und geringen Leitungsdurchmessern.

Tab. 7: Bildbeispiele zur Reinigungswirkung der Spülung mittels Hydrant

vor der Reinigung	nach der Reinigung	Erläuterung
		<p><b>Ablagerung:</b> Kiessand</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Kies</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Fett</p> <p><b>Einsatzort:</b> IKT-Teststrecke</p>

**Biologisches Verfahren „Lipolyt 2000“**

Die Wirkung des biologischen Produktes „Lipolyt 2000“ konnte im Rahmen von vier Praxiseinsätzen nicht eindeutig nachgewiesen werden (vgl. Tab. 8). Bei drei Einsätzen traten die vom Anbieter angegebenen Effekte „Abbau von Ablagerungen und Schwimmdecken im Schacht“, „Verminderung der Sielhaut in der Leitung“ sowie die „Vermeidung der Schwefelwasserstoff-Bildung“ nicht eindeutig ein. Bei dem vierten Einsatz müssten noch fortführende Schwefelwasserstoff-Messungen zu einer wärmeren Jahreszeit ergänzt werden. Allerdings liegen Informationen von Netzbetreibern vor, bei denen, nach eigenen Angaben, durch Einsatz des Produktes Ablagerungen in den Pumpstationen sowie Geruchsprobleme durch Schwefelwasserstoff gemindert werden konnten (vgl. Langfassung).

Tab. 8: Bildbeispiele zur Reinigungswirkung des biologischen Produktes „Lipolyt 2000“

vor Einsatz des Produktes	nach dreimonatiger Einwirkzeit	Erläuterung
		<p><b>Ablagerung:</b> Sielhaut</p> <p><b>Einsatzort:</b> Praxiseinsatz Erkelenz</p>
		<p><b>Ablagerung:</b> Schwimmdecke im Pumpenschacht</p> <p><b>Einsatzort:</b> Praxiseinsatz Erkelenz</p>

Auf dem Markt werden zahlreiche biologische Verfahren zur Geruchsbekämpfung und/oder zum Abbau von organischen Ablagerungen angeboten (vgl. Langfassung). Aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzungen können die Ergebnisse des untersuchten Produktes Lipolyt 2000 nicht auf andere Produkte oder Verfahren übertragen werden. Da sich in Telefonaten mit den Herstellern bzw. Anbietern zeigte, dass oft wenige Angaben zu den biologischen Abbauvorgängen gemacht werden können, sollten vor Einsatz eines biologischen Produktes in jedem Fall die Referenzen überprüft werden. Selbst wenn genauere Angaben zu Bakterienstämmen gemacht werden, bleibt die Beurteilung der Wirkung eines Produktes auf theoretischem Wege schwierig. Zum einen stellt der Schwefelkreislauf ein komplexes Thema dar und zum anderen können zahlreiche abwasserspezifische Parameter einen Einfluss auf die Abbauvorgänge haben.

### Bewertung

Tab. 9 fasst zusammen, welche Verfahren sich je nach Ablagerungssituation für die Reinigung von Druckleitungen anbieten. Grundlage sind insbesondere die Erfahrungen aus dem Einsatz in der PVC-Teststrecke im IKT. Bezüglich der dargestellten Reinigungsleistungen ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den in der Teststrecke nachgebildeten Ablagerungssituationen teilweise um Extrembedingungen handelte. Während Sielhaut und Fette nach Erfahrungen von Netzbetreibern<sup>1</sup> eher als häufig auftretende Ablagerungssituationen eingeschätzt werden können und auch Verstopfungen teilweise auftreten, sind starke Sandablagerungen oder Kiese eher als selten anzunehmen.

Das Impuls-Spül-Verfahren, das Molchen, die Reinigung mittels Hochdruckspühdüsen sowie die Spülung über einen Hydranten bzw. einen Ejektor können bei der Bewertung einander direkt gegenüber gestellt werden. Hierbei handelt es sich um Verfahren, die bei bestehenden Ablagerungen mineralischen und/oder organischen Ursprungs eingesetzt werden und an der IKT-Teststrecke geprüft wurden. Das untersuchte biologische Verfahren dagegen ist aufgrund seines Einsatzgebietes, das vorwiegend in der Vermeidung organischer Ablagerungen und der Schwefelwasserstoffentwicklung liegt, separat zu betrachten.

Tab. 9: Reinigungsleistungen der unterschiedlichen Verfahren aus den Reinigungsversuchen an Teststrecken in situ, im IKT und in Porta Westfalica

Ablagerungssituation		Reinigungsleistung			
		Impuls-Spül-Verfahren	Molchen	HD-Düse	Hydrant/Ejektor
locker, unverfestigt	Kiessand (0/8)	+2	+2	+2	+2
	Kies (20/40)	+2	~ <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>
	Steine	+1/2	~ <sup>2</sup>	Keine Prüfung	Keine Prüfung
haftend	Sielhaut	○ <sup>1/2/3</sup>	+3	+1	Keine Prüfung
	Fett/Sand	○ <sup>2</sup>	+2	○ <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>
	Fett	- <sup>1/2</sup>	+2	+2	- <sup>2</sup>
verfestigt bzw. massig	Flüssigboden*	+2	+2	Keine Prüfung	Keine Prüfung
	Estrich*	+2	~ <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>
verfestigt, abdichtend	Verstopfung	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	+2	- <sup>2</sup>

- \* aufgrund geringer Rauigkeit nicht als Inkrustierung anzusehen
- + Lösen und Transport möglich, (nahezu) vollständige Entfernung
- Lösen und Transport größtenteils möglich
- Lösen nicht bzw. nur in sehr geringen Teilen möglich und/oder Transport nicht bzw. nur in sehr geringen Teilen möglich
- ~ Lösen möglich, Transportproblem an Winkelstücken (s. auch Erläuterungen zum Molchen)
- <sup>1</sup> Ergebnisse aus Praxiseinsatz
- <sup>2</sup> Ergebnisse aus IKT-Teststrecke, PVC DN 100, L=60 m
- <sup>3</sup> Ergebnisse aus Teststrecke Porta Westfalica, PE-HD DN 100, L=100 m

<sup>1</sup> Erfahrungen der Netzbetreiber des IKT-Lenkungskreises Abwasserdruckrohre (vgl. Seite 2)

## 7 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend kann aus den Untersuchungen abgeleitet werden, dass sowohl das Impuls-Spül-Verfahren als auch das Molchen **geeignete Techniken zur Reinigung** von Abwasserdruckleitungen darstellen, jedes Verfahren jedoch seine speziellen Vor- und Nachteile besitzt. Spülungen mittels Hochdruckspüldüsen zeigen ein sehr gutes Löseverhalten, allerdings sind sie mit Blick auf die Reichweite stark begrenzt. Hydranten oder Ejektoren zeigten nur bei leicht löslichen Ablagerungen einen nennenswerten Reinigungserfolg.

Die **Geruchsproblematik** durch Schwefelwasserstoffbildung kann durch die mechanischen Reinigungsmaßnahmen allenfalls kurzzeitig behoben oder gemindert werden. Es ist davon auszugehen, dass sich die Sielhaut, in welcher ein Großteil der sulfidbildenden Prozesse ablaufen soll [4, 5, 6], innerhalb weniger Tage zumindest als dünner Film zurückbildet. Darüber hinaus können sich Sulfide bei langen Standzeiten bereits in den Sammelräumen der Pumpstationen bilden, sodass in diesen Fällen eine Reinigung der Druckleitung wirkungslos bleibt. Als **Ursache für eine Geruchsentstehung** durch Schwefelwasserstoff bei Abwasserdruckleitungen sind demnach nicht fehlende Reinigungsmaßnahmen zu nennen, sondern zu lange Standzeiten des Abwassers. Möglicherweise kann die Geruchsbildung in Einzelfällen durch eine regelmäßige Reinigung zu geruchsintensiven Zeiten (z.B. wöchentlich) vermindert werden. In der überwiegenden Zahl der Fälle ist jedoch davon auszugehen, dass sich das Problem nur durch bauliche Änderungen oder Zugabe chemischer Präparate bekämpfen lässt.

Aufgrund der kurzen Neubildungsrate der Sielhaut scheint es auch aus **hydraulischer Sicht** wenig zweckmäßig, die Sielhaut regelmäßig zu entfernen. Die Schichtdicke der Sielhaut liegt, je nach Fließgeschwindigkeiten, zwischen einigen zehntel Millimetern und mehr als einem Zentimeter [4]. Hier bietet sich zunächst ein Vergleich der evtl. erhöhten Energiekosten für den Pumpenbetrieb mit den entstehenden Reinigungskosten an.

Ebenso scheinen grundsätzliche Reinigungen in bestimmten **Reinigungsintervallen** bei Abwasserdruckleitungen nicht notwendig zu sein. Wie die Erfahrungen von Netzbetreibern<sup>1</sup> zeigen, treten nur vereinzelt, z.B. bei stark fetthaltigen Abwässern, regelmäßig Probleme mit Ablagerungen auf. Es existieren jedoch auch Druckleitungen, die seit Inbetriebnahme viele Jahre nicht gereinigt wurden und bisher ohne Funktionsstörungen betrieben werden konnten.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, **Durchflussmessgeräte** in das Pumpwerk zu integrieren. So kann anhand einer Beobachtung der Pumpenförderleistung auf mögliche Querschnittseinbußen durch Ablagerungen geschlossen und rechtzeitig vor einer Verstopfung eine Reinigung eingeleitet werden.

Tritt erst eine **Verstopfung** auf, ist der Betrieb der Leitung meist nur mit erheblichem Aufwand wieder herzustellen. Oft ist der Ort der Verstopfung nicht bekannt. Praxiserfahrungen<sup>1</sup> zeigen, dass sich teilweise durch einen wechselseitigen Druckaufbau vom Leitungsende und

---

<sup>1</sup> Erfahrungen der Netzbetreiber des IKT-Lenkungskreises Abwasserdruckrohre (vgl. Seite 2)

von der Pumpstation aus wieder ein Durchfluss erzeugen lässt, sodass die Leitung anschließend vollständig gereinigt werden kann.

Für die **Reinigung längerer Leitungen** bietet sich der Einsatz von Molchen oder des Impuls-Spül-Verfahrens an. Welches der beiden Verfahren besser geeignet ist, hängt stark von der Art der Ablagerungen und den örtlichen Gegebenheiten ab. Bei **Verstopfungen, kurzen Leitungsabschnitten** oder für **Problempunkte**, an denen wiederkehrend Ablagerungen auftreten, kann auch der Einsatz von Hochdruckspüldüsen interessant sein. Für Druckleitungen ohne bedeutende Höhenunterschiede können zum Austrag lockerer Ablagerungen ggf. Spülungen mittels Hydrant oder Ejektor vorteilhaft sein.

Vor einer erstmaligen Reinigung einer Druckleitung empfiehlt sich eine **Ortsbegehung** zur Kontrolle der Zugänglichkeiten und Funktionsprüfungen der Armaturen. In den Praxiseinsätzen waren Schieber z.T. nicht mehr funktionstüchtig oder Revisionsöffnungen ließen sich nicht öffnen. Darüber hinaus sollte der Spülwasserbezug abgeklärt und ggf. die Kläranlage über erhöhte Schmutzfrachten informiert werden.

Um gute Reinigungsmöglichkeiten zu schaffen, sollte beim **Bau** von Abwasserdruckleitungen auf enge Bögen verzichtet werden. Zusätzlich sollten Zugänge bzw. Anschlussstellen für Reinigungsgerätschaften eingeplant werden. Für die Impuls-Spülung werden seitens des Anbieters, abhängig vom Durchmesser und Verlauf der Leitung, Anbohrschellen in Abständen von 400 m bis 800 m vorgeschlagen. Mit Molchen können in der Regel mehrere Kilometer Leitungslänge an einem Stück gereinigt werden, jedoch sollten auch hier in regelmäßigen Abständen (z.B. 500 m) geeignete Wartungs- und Kontrollschächte angeordnet werden. Grundsätzlich vorteilhaft sind Schächte bei scharfen Richtungsänderungen, an Tiefpunkten oder vor Steigungsstrecken, um bei Problemfällen den Zugang zur Leitung zu sichern.

Die vorliegenden Erfahrungen unterstreichen die Anwendbarkeit der einzelnen Verfahren zur Reinigung von Druckleitungen. Allerdings hängt der **tatsächliche Reinigungserfolg** in hohem Maße von den örtlichen Randbedingungen, wie Zugangsmöglichkeiten, Leitungsverlauf und Ablagerungssituation, ab. Seitens der projektbeteiligten Netzbetreiber wird daher angestrebt, auch künftig in **regelmäßigen Workshops** die Erfahrungen mit aktuellen Reinigungsmaßnahmen zu diskutieren und so das Praxiswissen fortzuschreiben. Erfahrungen mit Grenzsituationen, wie z.B. Maßnahmen bei Verstopfung einer Leitung, der Einsatz des Impuls-Spül-Verfahrens bei starken Steigungen oder Gefällestrecken sowie der Einsatz von Molchen bei engen Bogenstücken, stehen dabei im Vordergrund.

Die Diskussion des Themas zeigte deutlich, dass Reinigungsmaßnahmen vornehmlich **zur Sicherung der hydraulischen Leistungsfähigkeit** dienen und evtl. vorhandene Geruchsprobleme durch **Schwefelwasserstoffbildung** hierdurch allenfalls kurzzeitig unterbunden werden. Hier bietet es sich an, auch die Erfahrungen von Netzbetreibern mit unterschiedlichen Verfahren zur Geruchsbekämpfung zusammenzustellen und auszuwerten.

## 8 Literaturverzeichnis

---

- [1] Bosseler, B.; Birkner, T.; Sokoll, O.; Brüggemann, T.: Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei kommunalen Netzbetreibern und Wasserverbänden in NRW. IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, Dezember 2003
- [2] DVGW-Regelwerk, Technische Regeln, Arbeitsblatt W 291: Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilanlagen.
- [3] Bildmaterial der Stadt Billerbeck, 2006
- [4] Thistlethwayte, D.K.B: Sulfide in Abwasseranlagen: Ursachen, Auswirkung, Gegenmaßnahmen. Bearbeitung der deutschen Ausgabe: Norbert Klose, Hamburg, Beton-Verlag GmbH, 1979
- [5] ATV-DVWK-M 154: Geruchsemission aus Entwässerungssystemen – Vermeidung oder Verminderung. DWA, Hennef, Oktober 2003
- [6] Landon, D.; Hobson, J.; Moy, F.; Yang, G.: Reducing the costs of odour control in rising mains – final report. Water Research Centre, Swindon, Mai 2004