IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen
Telefon: 0209-17806-0
Telefax: 0209-17806-88
Email: info@ikt.de
www.ikt.de

IKT-Warentest

- Reparaturverfahren für Anschlussstutzen -

Endbericht

- Juni 2004 -

Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.

Auftraggeber:

- Abwasserwerk Stadt Ahlen
- Eigenbetrieb Abwasser Stadt Alsdorf
- Stadt Beckum
- Abwasserwerk Stadt Bergisch Gladbach
- Stadt Braunschweig
- Stadt Dinslaken
- Stadt Dortmund
- Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf
- Stadt Espelkamp
- Stadtwerke Essen AG
- Stadt Gladbeck
- Hamburger Stadtentwässerung
- Stadt Hamm
- Stadt Hemer
- Stadt Hilden
- Stadt Iserlohn
- Stadtentwässerung Kamen
- Stadt Kempen
- Stadt Monheim am Rhein
- Stadt Neuss
- Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG (NVV)
- Stadt Recklinghausen
- Stadt Rietberg
- Stadtwerke Troisdorf
- Städtischer Abwasserbetrieb Tönisvorst
- Entsorgungsbetriebe Warendorf

Wissenschaftliche Leitung: Dr.-Ing. B. Bosseler

Leitung der IKT-Prüfstelle: Dipl.-Ing. D. Homann

Projektleitung und Bearbeitung: Dipl.-Ing. G. Kaltenhäuser

Gelsenkirchen, Juni 2004

Inhaltsverzeichnis Seite

1 IKT-WARENTEST „REPARATURVERFAHREN FÜR ANSCHLUSSSTUTZEN“ 1

1.1 KONZEPT DES IKT-WARENTESTS 1

1.2 RISIKO ANSCHLUSSSTUTZEN 2

1.3 REPARATURVERFAHREN FÜR ANSCHLUSSSTUTZEN 5

1.3.1 Injektionsverfahren 5

1.3.2 Hutprofilverfahren 7

2 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM 9

2.1 UNTERSUCHTE REPARATURVERFAHREN 9

2.1.1 Injektionsverfahren 10

2.1.2 Hutprofilverfahren 25

2.2 QUALITÄTSANFORDERUNGEN DER NETZBETREIBER 38

2.2.1 Anforderungen an die Verfahrensanbieter 38

2.2.2 Reparaturaufgabe 38

2.3 PRÜFUNGEN 39

2.3.1 Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter 39

2.3.2 Systemprüfungen 40

2.3.2.1 Schadensbilder und Reparatur 44

2.3.2.2 Belastung durch Hochdruckreinigung 52

2.3.2.3 Dichtheitsprüfungen mit Außen- und Innenwasserdruck 54

2.3.2.4 Abflussrisiken 57

2.3.2.5 Betriebliche Einwirkungen 57

2.3.3 Baustellen-Untersuchungen 61

3 ERGEBNISSE 63

3.1 QUALITÄTSSICHERUNG DER VERFAHRENSANBIETER 63

3.2 SYSTEMPRÜFUNGEN 65

3.2.1 Reparatur von schadhaften Anschlussstutzen 65

3.2.2 Belastung durch Hochdruckreinigung 73

3.2.3 Dichtheitsprüfungen mit Außenwasserdruck und Innenwasserdruck 73

3.2.4 Abflussrisiken 77

3.2.5 Betriebliche Einwirkungen 78

3.3 BAUSTELLEN-UNTERSUCHUNGEN 80

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4 PRÜFURTEIL, GESAMTURTEIL UND EMPFOHLENE VERBESSERUNGEN 81

4.1 GESAMTURTEILE INJEKTIONSVERFAHREN 100

4.1.1 Gesamturteil: DSS-Flex-Verfahren (Ditom-Kanaltechnik GmbH) 100

4.1.2 Gesamturteil: Hächler-Verpresssystem (Hächler AG Umwelttechnik) 102

4.1.3 Gesamturteil: IMS Stutzensanierung mit Injektion (IMS GmbH) 104

4.1.4 Gesamturteil: Janßen-Stutzensanierung (Umwelttechnik Franz Janßen GmbH) 106

4.1.5 Gesamturteil: KA- TE Schalungsmanschette (KA- TE System AG) 108

4.1.6 Gesamturteil: ProKasro-Verpresssystem (ProKasro Mechatronic GmbH) 110

4.1.7 Gesamturteil: Strobel-Betonverfahren (Umwelttechnik Strobel GmbH) 112

4.2 GESAMTURTEILE HUTPROFILVERFAHREN 114

4.2.1 Gesamturteil: Houseliner-Hutprofil (KMG GmbH) 114

4.2.2 Gesamturteil: Hutstutzen für DS CityLiner (D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG) 116

4.2.3 Gesamturteil: IMS- Hutprofil (IMS GmbH) 118

4.2.4 Gesamturteil: Insituform-Hutprofil (Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH) 120

4.2.5 Gesamturteil: ProKasro-Laminathut-Setzsystem (Prokasro Mechatronic GmbH) 122

4.2.6 Gesamturteil: Pyrolus- System (PKT GmbH & Co. KG) 124

5 EMPFEHLUNGEN ZUR AUSSCHREIBUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG 126

6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN 129

7 ANHANG 134

LITERATUR 169

©2004 All rights reserved by GEK mbH

1 IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“

1.1 Konzept des IKT-Warentests

Ein Arbeitsschwerpunkt des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur sind vergleichende Warentests von Produkten im Bereich der Kanalisationstechnik. Ziel ist es, Netzbetreibern zuverlässige und unabhängige Informationen über Eigenschaften von marktgängigen Produkten zur Verfügung zu stellen. Bislang fehlen im Bereich Leitungsbau und -sanierung derartige neutrale Auskünfte fast vollständig. Informationen über Produkteigenschaften erhalten die Auftraggeber i.d.R. ausschließlich aus Werbung und Prospekten der Anbieter, die potentielle Kunden von den vermeintlichen Qualitäten des Produktes überzeugen sollen.

Der Bedarf nach unabhängiger Produktinformation ist jedoch sehr groß, da das wirtschaftliche Investitionsrisiko in diesem Bausektor überwiegend beim Auftraggeber liegt. Die gelieferten Produkte sollen zwar mehrere Jahrzehnte im Erdreich verbleiben, die Gewährleistungsfrist für potentielle Schäden beträgt aber maximal fünf Jahre. Dies ist verglichen mit der notwendigen Lebensdauer eine sehr kurze Frist. Zu einem echten Problem für den Auftraggeber werden Schäden, welche nach Ablauf der fünfjährigen Gewährleistungsfrist auftreten. Ein Rückgriff nach zehn oder fünfzehn Jahren auf den Anbieter (sofern es ihn dann überhaupt noch gibt) ist nur in ganz seltenen Fällen möglich und zudem i.d.R. mit langwierigen rechtlichen Auseinandersetzungen verbunden.

Um das Risiko für den Auftraggeber zu senken, führt das IKT vergleichende Warentests durch. Zentraler Aspekt ist dabei die Eignung von Produkten unter Betriebsbedingungen, denen die Produkte z.T. jahrzehntelang unterliegen. Im Vordergrund steht die intensive Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis. Daher werden die IKT-Warentests basierend auf den Praxiserfahrungen der beteiligten Netzbetreiber entwickelt. Das gesamte Testprogramm wird in regelmäßigen Arbeitssitzungen mit den Netzbetreibern erarbeitet und abgestimmt. Somit ist das Hauptmerkmal der IKT-Warentests die Prüfung von Produkten auf Grundlage der Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber.

Am Ende eines IKT-Warentests stehen unabhängige, praxisorientierte und fachlich fundierte Auskünfte über die beobachteten Stärken bzw. Schwächen und Einsatzmöglichkeiten bzw. -grenzen der untersuchten Produkte. Diese Informationen sind für die Kanalnetzbetreiber von zentraler Bedeutung, da sie nun nicht mehr alleine auf Herstellerangaben angewiesen sind. Vielmehr stehen ihnen neutrale und verlässliche Informationen zur Verfügung, die ihnen helfen, ihre Kaufentscheidungen besser zu

©2004 All rights reserved by GEK mbH

treffen. So müssen sie bei Ausschreibungen nicht mehr allein auf das Preiskriterium achten, sondern können sich fundiert gegen das vermeintlich günstigste Angebot entscheiden, wenn es im IKT-Warentest schlecht abgeschnitten hat. Auch für die interne Entscheidungsfindung der Netzbetreiber und für die „klassische“ Auseinandersetzung zwischen Kaufmann und Ingenieur bieten die Ergebnisse Entscheidungshilfen.

Am IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ waren 26 Kanalnetzbetreiber beteiligt. Während des gesamten Projektverlaufs wurde der Test intensiv durch diese Netzbetreiber begleitet. Insgesamt fanden sieben Arbeitssitzungen statt, in denen die gesamten Testinhalte, vom Untersuchungsprogramm bis zur Bewertung, abgestimmt wurden.

1.2 Risiko Anschlussstutzen[1]

Schäden an Anschlussstutzen im Hauptkanal sind weit verbreitet. Laut ATV-Umfrage des Jahres 2001 [1] sind schadhafte Anschlüsse mit einem Anteil von 27% an den Gesamtschäden die häufigste Kanalschadensart (Abb. 1). Bei 90% der befragten Kanalnetzbetreiber sind „schadhafte Anschlüsse“ häufig bis sehr häufig anzutreffen.

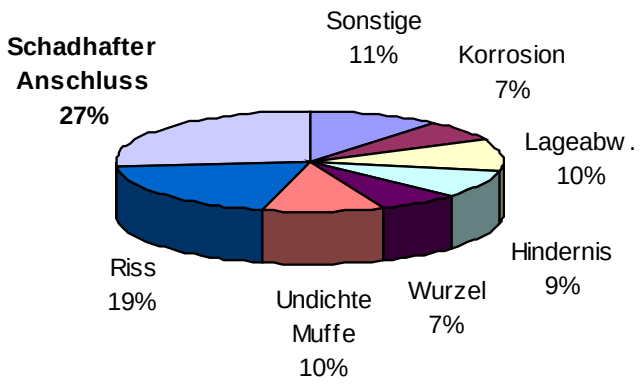


Abb. 1: Prozentuale Verteilung der Kanalschäden [1]

Die Schäden an Anschlussstutzen haben vielfältige Ursachen. Vor der Entwicklung von Bohrgeräten und Formteilen (Anschlussformteile, Sattelstücke und Abzweige) wurde der Hauptkanal zur Verbindung mit der Anschlussleitung aufgestemmt, die

[1] Im folgenden steht die Bezeichnung Anschlussstutzen für alle Einbindungsstellen von Anschlussleitungen im Hauptkanal, unabhängig davon, ob die Anschlussleitungen mit Formteilen oder auf eine andere Art angeschlossen wurden.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anschlussleitung eingeführt und die Einbindungsstelle mit z.B. Ton, Zementmörtel oder Gussasphalt zugespachtelt. Bei dieser veralteten Verbindungsart sind Schäden durch Werkstoffalterung, Lageabweichungen infolge von Setzungen und mechanischen Verschleiß, verursacht durch die jahrzehntelangen Belastungen aus dem Kanalbetrieb, wahrscheinlich. Bei dem in neuerer Zeit üblichen Anbohren des Kanals und anschließendem Einsatz von Formteilen zur Verbindung der Anschlussleitung mit dem Kanal können Schäden, z.B. Undichtigkeiten, auch auf mangelnde Qualität der Bauteile zurückgeführt werden [2]. Des Weiteren entstehen Schäden durch die Verwendung ungeeigneter Werkstoffe, fehlerhafter Bauteile und durch die nicht fachgerechte Bauausführung.

Gängige Schäden an Anschlussstutzen sind einragende oder zurückliegende schadhafte Anschlussleitungen sowie Risse und Abplatzungen im Bereich der Anschlussstutzen. Anstehender Boden und Grundwasser kann an schadhaften Anschlussstutzen in den Hauptkanal eindringen. Anschlussleitungen sind mit unterschiedlichsten Anschlusswinkeln an die Hauptkanäle angeschlossen.

Laut Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [3] müssen Kanalisationsnetze nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik gebaut und betrieben werden (§ 18 b), die Abwasserbeseitigung darf das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigen (§ 18 a) und eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers ist zu verhindern (§ 34).

Als Folge hieraus werden Kanalnetzbetreiber durch die Landeswassergesetze dazu verpflichtet, den Zustand und die Funktionsfähigkeit der Netze selbst zu überwachen. In einigen Bundesländern müssen die Netzbetreiber laut Eigenkontrollverordnungen (z.B. SüwV Kan NRW [4]) regelmäßig Überwachungsberichte erstellen. Werden bei der Überwachung Beeinträchtigungen des baulichen oder betrieblichen Zustands festgestellt, müssen entsprechende Betriebs- und Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Für die Anschlussstutzen im Hauptkanal bedeutet dies z.B. in NRW [5], dass bei Beeinträchtigung der Standsicherheit unverzüglich, bei Beeinträchtigung der Funktion in Abhängigkeit vom Umfang der Beeinträchtigung innerhalb von fünf bis zehn Jahren und bei Exfiltration in Abhängigkeit von Abwasserbeschaffenheit und wasserwirtschaftlichen Verhältnissen unverzüglich bis innerhalb von zehn Jahren saniert werden muss.

Neben diesen aus Rechtsvorschriften abgeleiteten Zwängen bestehen für Netzbetreiber auch akute Gründe für die Sanierung der Anschlussstutzen im Hauptkanal.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Hervorzuheben sind:

Akute Kosten durch Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit
Durch einragende Anschlussstutzen und z.B. Wurzeleinwuchs können Verstopfungen und Abflusshindernisse im Hauptkanal entstehen, die einen Wasserrückstau mit resultierenden Kellerüberflutungen verursachen können. Schadensersatzforderungen durch den Bürger haben oftmals langwierige Rechtsstreitigkeiten zur Folge.

Erhöhte Abwasserkosten durch Fremdwasserzufluss
Über Leckagen im Bereich von Anschlussstutzen fließt Fremdwasser in die Kanalisation ein. Dies führt zu einer quantitativen Mehrbelastung der Kläranlagen und damit auch zu höheren direkten Kosten (z.B. Pumpwerkskosten) bzw. indirekten Kosten (z.B. Beiträge an den Kläranlagenbetreiber).

Erhöhte Kosten für die bauliche Instandsetzung
Zufließendes Fremdwasser kann Bodenauswaschungen und somit Hohlraumbildung zur Folge haben, was zur Gefährdung der Standsicherheit der Kanäle führen kann. Daraus resultierende Schäden verursachen erhöhte Kosten für die bauliche Instandsetzung.

Umweltschäden durch Abwasserexfiltration
An schadhaften Anschlussstutzen kann Abwasser aus dem Kanal in den anstehenden Boden und in das Grundwasser gelangen. Umweltschäden mit entsprechenden Auswirkungen können die Folge sein.

Die Sanierung von Anschlussstutzen kann in offener oder geschlossener Bauweise durchgeführt werden. Bei der Sanierung in offener Bauweise werden Formteile und sofern notwendig Kanalabschnitte bzw. Leitungsabschnitte i.d.R. erneuert. D.h. die Sanierung erfolgt duch Austausch der betreffenden Bauteile. Die Sanierung einzelner Anschlussstutzen in geschlossener Bauweise erfolgt häufig mit Reparaturverfahren.

Neben den erheblich geringeren Kosten bei der Sanierung (Reparatur) in geschlossener Bauweise bietet diese gegenüber der offenen Bauweise auch den Vorteil der geringen Umweltbeeinflussung während der Bauphase, z.B. geringe Einschränkung des Straßenverkehrs und geringe Lärmbelästigung der Anlieger.

Die Stärken und Schwächen der zur Reparatur von Anschlussstutzen eingesetzten Verfahren sind jedoch noch weitgehend unbekannt. Beim Einsatz ungeeigneter Verfahren wird das Ziel der Reparatur nicht erreicht und kurz- bis mittelfristig eine erneute Reparatur notwendig.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

1.3 Reparaturverfahren für Anschlussstutzen

Die Reparatur von Anschlussstutzen in geschlossener Bauweise wird aus dem Hauptkanal heraus durchgeführt. Grundsätzlich sind die Verfahrensgruppen **Injektionsverfahren** und **Hutprofilverfahren** zu unterscheiden.

1.3.1 Injektionsverfahren

Werden lediglich die Anschlussstutzen unter Nutzung der Altrohrsubstanz repariert, kommen überwiegend Injektionsverfahren zum Einsatz. Als Injektionsmaterial werden z.B. zementgebundene Mörtel, Epoxidharz oder Silikatharz eingesetzt. Bei der Reparatur mit Injektionsverfahren soll das eingesetzte Material einen Verbund mit dem Altrohr herstellen.

Mittlerweile gibt es zahlreiche Verfahrensanbieter, welche unterschiedliche technische Lösungen anbieten bzw. einsetzen. Der Reparaturvorgang orientiert sich dabei grundsätzlich an folgendem Vorgehen:

- Der Anschlussstutzen wird in Abhängigkeit vom Schadensbild mit einem Fräsroboter vorbereitet, um die Haftung des Injektionsmaterials sicherzustellen. Beim Einsatz in einem mittels Relining sanierten Hauptkanal wird der Liner an der Anschlussstelle mit dem Fräsroboter geöffnet.
- Die Fräsrückstände werden durch Hochdruckreinigung entfernt. Zum Teil ist dies mit den Fräsrobotern möglich, so dass u.U. auf einen Spülwagen verzichtet werden kann.
- Eine Schalung wird im Schacht in den Hauptkanal eingebracht und an der Schadstelle platziert. Eine Blase wird in die Anschlussleitung eingeführt und aufgeblasen. Durch Schalung und Blase wird der Verpressraum abgedichtet. Anschließend wird das Injektionsmaterial mit einem verfahrensabhängigen Verpressdruck in die Schadstelle gepresst.
- Der Reparaturvorgang wird ferngesteuert durch den Techniker im Fahrzeug ausgeführt. Hierbei wird min. eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt. Das Injektionsmaterial wird so lange verpresst, bis der verfahrensabhängige, erforderliche Gegendruck erreicht wird.
- Die Aushärtung des Injektionsmaterials erfolgt i.d.R. unter Umgebungstemperatur; sie wird verfahrensabhängig unterstützt durch Wärmeerzeugung.
- Nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wird die Schalung entfernt und evtl. notwendige Nacharbeiten werden durchgeführt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

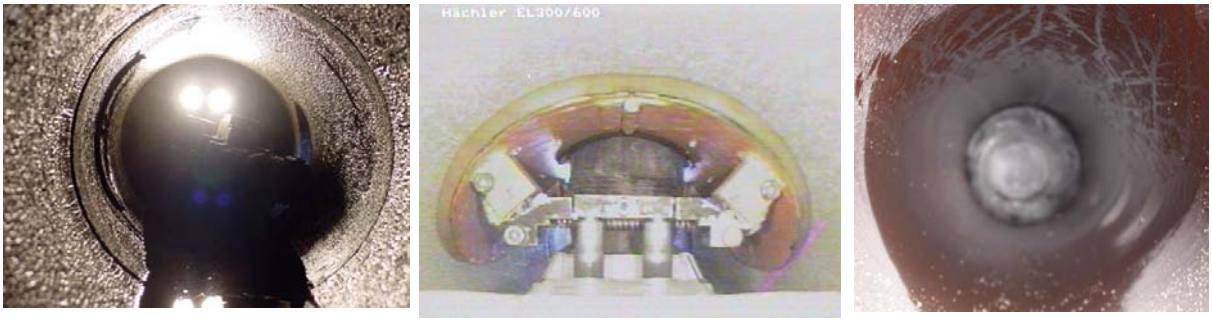


Abb. 2: Einbringen der Schalung in den Hauptkanal (links); Positionierung an der Schadstelle (mitte); Blase in der Anschlussleitung (rechts)

Die Einsatzbereiche von Injektionsverfahren liegen bei Hauptkanälen überwiegend zwischen DN 200 bis DN 800 und Anschlusskanälen zwischen DN 80 bis DN 200. Die meisten Verfahren sind für den Einsatz in Kreisprofilen entwickelt worden; nur wenige sind auch in Eiprofilen einsetzbar.

Die mit den jeweiligen Verfahren reparierbaren Schadensbilder sind abhängig von der Verfahrenstechnik. Beispielsweise ist bei einigen Verfahren die verpressbare Injektionsmenge durch die Größe des Vorratsbehälters, mit dem das Material zur Schadstelle transportiert wird, begrenzt. Die Verfüllung großer Hohlräume wird hierdurch erschwert. Inwieweit Schäden, die sich vom Anschlussstutzen in den Hauptkanal bzw. in die Anschlussleitung fortsetzen, mit den Verfahren repariert werden können, hängt u.a. vom Aufbau der Schalung ab. Der Abgangswinkel der Anschlussleitung vom Hauptkanal kann die Einsatzmöglichkeiten der Injektionsverfahren ebenfalls begrenzen.

Die Ausbreitung der Injektionsmaterialien im Untergrund wird auch durch den umgebenden Boden, vorhandene Hohlräume und anstehendes Grundwasser beeinflusst. In Abhängigkeit vom Porenanteil des Bodens und der Durchlässigkeit ist mit unterschiedlichen Injektionskörpern zu rechnen.

Durch den Einsatz der Injektionsverfahren treten i.d.R. keine bis geringfügige Störungen des Kanalbetriebs auf. Die Dauer des Reparaturvorgangs ist abhängig von der eingesetzten Technik und dem Schadensbild. Häufig können Anschlussstutzen mit Injektionsverfahren innerhalb von ca. 1,5 h repariert werden.

Beispiele für Schadensbilder, die mit Injektionsverfahren repariert werden, sind in Abbildung 3 dargestellt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 3: Schäden an Anschlussstutzen: Riss und Scherbenbildung (links) [6]; im spitzen Winkel angeschlossene Anschlussleitung (rechts) [Baustellen-Untersuchung, Rheinmünster-Söllingen]

1.3.2 Hutprofilverfahren

Ein Hauptanwendungsfall der Hutprofilverfahren ist die Anbindung von Anschlussleitungen an einen mittels Relining sanierten Kanal. Zum Teil werden Hutprofilverfahren aber auch zur Reparatur von Anschlussstutzen unter Nutzung der Altrohrsubstanz angeboten.

Hutprofile bestehen aus einem Trägermaterial, z.B. Filz oder Glasfaserlaminat, und einem Harzsystem. Das Trägermaterial hat einen Kragen mit Schlauchstück und wird mit dem Harz getränkt. Nach der Reparatur soll der Kragen mit der Innenwandung des Hauptkanals und das Schlauchstück mit der Anschlussleitung verbunden sein. Die Breite der Krempe und die Länge des Schlauchstücks sind verfahrensabhängig. I.d.R. ist die Krempe ca. 5 -10 cm breit, das Schlauchstück ist min. 20 cm lang.

Es werden unterschiedliche technische Lösungen angeboten bzw. eingesetzt. Der Reparaturvorgang orientiert sich dabei grundsätzlich an folgendem Vorgehen:

- Der Anschlussstutzen wird mit einem Fräsroboter bzw. mit einer Stahlbürste für das Setzen des Hutprofils vorbereitet. Bei der Anbindung der Anschlussleitung an einen mittels Relining sanierten Hauptkanal wird der Liner zunächst mit einem Fräsroboter geöffnet und der Bereich, an dem die Krempe des Hutprofils anliegen soll, anschließend mit einer Stahlbürste angeraut.
- Die Fräsrückstände werden durch Hochdruckreinigung entfernt. Zum Teil ist dies mit den eingesetzten Fräsrobotern möglich, so dass u.U. auf einen Spülwagen verzichtet werden kann.
- Das Hutprofil wird entsprechend dem Schadensbild vorbereitet und mit dem Harz imprägniert. Die Imprägnierung des Hutprofils erfolgt manuell; sie wird verfah-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

rensabhängig unterstützt durch Erzeugung eines Vakuums.

- Mit einem Roboter bzw. Packer wird das Hutprofil zur Schadstelle transportiert und dort in die Anschlussleitung eingeführt. Das Schlauchstück wird an die Wandung der Anschlussleitung und der Kragen an die Wandung des Hauptkanals angepresst.
- Der Reparaturvorgang wird ferngesteuert durch den Techniker im Fahrzeug ausgeführt. Hierbei wird min. eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.
- Die Aushärtung des Hutprofils erfolgt unter Umgebungstemperatur und wird verfahrensabhängig durch Wärmeerzeugung unterstützt.
- Nach der Aushärtung des Hutprofils wird die Schalung entfernt und evtl. notwendige Nacharbeiten werden durchgeführt.

Abb. 4: Händische Imprägnierung (links); Einbringen des Packers mit Hutprofil in den Hauptkanal (mitte); Ausfahren der Blase in die Anschlussleitung (rechts)

Hutprofilverfahren werden überwiegend in Kanälen mit Kreisprofil und Durchmesser DN 200 bis DN 600 sowie Anschlussleitungen mit Durchmesser DN 100 bis DN 200 eingesetzt; nur wenige Verfahren sind auch in Eiprofilen einsetzbar.

Beim Einsatz von Hutprofilen zur Anbindung von Anschlussleitungen an mittels Relining sanierte Kanäle ist das Einmessen der Anschlussstutzen vor der Linerauskleidung notwendig, um nach der Sanierung den Liner an den Anschlussstutzen exakt auffräsen zu können.

Die Einsatzmöglichkeiten der Hutprofile werden im nicht sanierten Hauptkanal u.a. durch das Schadensbild begrenzt. Schäden, die sich vom Anschlussstutzen in den Hauptkanal fortsetzen, z.B. Risse, werden u.U. durch den Hutkragen nicht ausreichend abgedeckt. Im umgebenden Erdreich vorhandene Hohlräume werden nicht verfüllt. Der Abgangswinkel der Anschlussleitung vom Hauptkanal kann die Einsatzmöglichkeiten der Hutprofilverfahren ebenfalls begrenzen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Werden mittels Relining sanierte Hauptkanäle mit der Anschlussleitung verbunden kann u.U. eine Kombination aus Injektionsverfahren und Hutprofilen sinnvoll sein. Dies hängt wiederum vom jeweiligen Schadensbild ab, z.B. ob Hohlräume vorhanden sind. Bei einer Kombination von Injektions- und Hutprofilverfahren wird zunächst Injektionsmaterial an der Schadstelle verpresst und anschließend das Hutprofil gesetzt.

Starker Abwasserfluss in der Anschlussleitung sollte bei der Reparatur mit Hutprofilen vermieden werden. Im Hauptkanal ist i.d.R. ein störungsfreier Betrieb während der Reparaturmaßnahme möglich. Die Dauer des Reparaturvorgangs ist abhängig von der eingesetzten Technik und dem Schadensbild. Die Reparatur mit einem Hutprofil ist häufig nach ca. 1,5 h abgeschlossen.

Abbildung 5 zeigt das Beispiel eines aufgefrästen Schlauchliners, der mit einem Hutprofil an die Anschlussleitung angeschlossen werden kann.

Abb. 5: Am Anschlussstutzen aufgefräster Schlauchliner

2 Untersuchungsprogramm

Das IKT hat im Auftrag von 26 Kanalnetzbetreibern Reparaturverfahren zur Schadensbehebung an Anschlussstutzen vergleichend getestet. Die Netzbetreiber sehen aufgrund der Schadenshäufigkeit in ihren eigenen Netzen ein beachtliches finanzielles Risiko beim Einsatz der Reparaturverfahren. Bereits heute wenden die Netzbetreiber erhebliche Haushaltsmittel zur Schadensbehebung an Anschlussstutzen auf. Darüber hinaus erwarten sie in den nächsten Jahren weitere Steigerungen dieser Kosten. Um den Erfolg der Reparaturmaßnahmen abzusichern, wurden die Verfahren untersucht.

2.1 Untersuchte Reparaturverfahren

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Aufgrund der deutlichen Verfahrensunterschiede wurden die Verfahrensgruppen Injektionsverfahren und Hutprofilverfahren getrennt betrachtet. Die bei den Reparaturmaßnahmen eingesetzten Materialien wurden von den Verfahrensanbietern ausgewählt und benannt. Von sämtlichen Materialien wurden Rückstellproben genommen.

2.1.1 Injektionsverfahren

Insgesamt wurden sieben Injektionsverfahren von den Netzbetreibern für den Test ausgewählt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Injektionsverfahren im Test (alphabetisch geordnet)

Verfahrensbezeichnung, Anbieter
DSS-Flex (Mörtelinjektion), Fa. DiTom- Kanaltechnik GmbH
Hächler-Verpresssystem (Mörtelinjektion), Hächler AG Umwelttechnik
IMS Injektionsverfahren (Harzinjektion), IMS GmbH
Janßen-Stutzensanierungsverfahren (Harzinjektion), Umwelttechnik Franz Janßen GmbH
KA-TE Schalungsmanschette (Harzinjektion), KA-TE System AG
ProKasro-Verpresssystem (Harzinjektion), ProKasro Mechatronic GmbH
Strobel-Betonverfahren (Mörtelinjektion), Umwelttechnik Strobel GmbH

Nachfolgend werden die getesteten Injektionsverfahren detailliert beschrieben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

DSS-Flex-Verfahren, Ditom-Kanaltechnik GmbH

Das DSS-Flex-Verfahren ist ein Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Mörtelinjektion. Mit einem Schalungsschild und einer Dichtblase wird der Anschlussstutzen abgesperrt, um anschließend Mörtel vom Sanierungsfahrzeug in die Schadstelle zu pressen.

Der Schalungsschild liegt dabei an der Innenwandung des Hauptkanals an. Mit der aufgepumpten Dichtblase wird die Anschlussleitung abgesperrt. Die Dichtblase ist so konzipiert, dass der obere Bereich nach dem Aufpumpen weiter aufgewölbt ist als der untere Bereich. Dies soll den ungehinderten Eintritt des Mörtels in die Schadstelle sicherstellen. Die Schalung besitzt eine Injektionsöffnung und einen Drucksensor. Bei den Reparaturmaßnahmen wird mindestens eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle vor dem Verpressen mit einem Fräsroboter vorbereitet. I.d.R. wird eine Ringnut in das Bohrloch gefräst, um den Verbund von Altrohr und Mörtel zu erleichtern. Anschließend wird die Schadstelle durch eine Hochdruckspülung gereinigt.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Der Packer wird in den Hauptkanal eingebracht, mit einem Roboter bis zur Schadstelle gefahren und dort positioniert. Anschließend wird die Blase des Packers in die Anschlussleitung eingefahren und pneumatisch aufgepumpt. Der Schalungsschild wird ebenfalls pneumatisch an die Innenwandung des Kanalrohrs gepresst. Das Injektionsmaterial wird am Sanierungsfahrzeug mit Wasser gemischt, wobei die Materialmenge in Abhängigkeit vom Schadensbild abgeschätzt wird. Das Material wird über einen Schlauch zur Schadstelle gepumpt und über eine Öffnung im Schild verpresst. Nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** des Verpressvorgangs erfolgt über den Drucksensor am Schalungsschild, durch den bei Erreichen des erforderlichen Gegendrucks ein Signal in das Sanierungsfahrzeug gesendet wird. Eine weitere Kontrollmöglichkeit ist die Druckerhöhung an der Dichtblase in der Anschlussleitung, welche am Manometer im Sanierungsfahrzeug festgestellt werden kann. Sobald der erforderliche Gegendruck erreicht ist, wird der Verpressvorgang beendet. Die Reparaturdurchführung wird an der Schadstelle mit einer Kamera im Hauptkanal überwacht.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Als **Verpressmaterialien** werden beim DSS-Flex-Verfahren Mörtel eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurden die Mörtel DSS-Injekt[2] und Ergelit-Kanaltec IS[3] mit dem Verfahren verpresst.

Abb. 6: DSS-Flex-Verfahren beim Einsatz im Großversuchsstand des IKT

[2] Hersteller bzw. Lieferant: IBW Ingenieur- und Sachverständigenbüro, Datteln

[3] Hersteller bzw. Lieferant: Ergelit GmbH, Alsfeld-Schwabenrod

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik

Das Hächler-Verpresssystem ist ein Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Mörtelinjektion. Mit einem Schalungsschild und einer Dichtblase wird der Anschlussbereich abgesperrt, um anschließend Mörtel vom Sanierungsfahrzeug in die Schadstelle zu pressen.

Der Schalungsschild liegt dabei an der Innenwandung des Hauptkanals an. Mit der aufgepumpten Dichtblase wird die Anschlussleitung abgesperrt. Die Dichtblase ist so konzipiert, dass der obere Bereich nach dem Aufpumpen weiter aufgewölbt ist als der untere Bereich. Dies soll den ungehinderten Eintritt des Mörtels in die Schadstelle sicherstellen. In die Schalung ist eine Injektionsöffnung und ein Drucksensor integriert. Bei den Reparaturmaßnahmen werden i.d.R. zwei Kameras im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle vor dem Verpressen mit einem Fräsroboter vorbereitet. I.d.R. wird eine Ringnut in das Bohrloch gefräst, um den Verbund von Altrohr und Mörtel zu erleichtern. Anschließend wird die Schadstelle durch eine Hochdruckspülung gereinigt.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Der Schalungsschild wird mit einem Roboter in den Kanal gefahren und an der Schadstelle positioniert, so dass die Blase in die Anschlussleitung eingeführt werden kann. Der Schalungsschild wird pneumatisch von innen an die Hauptkanalwandung angepresst. Anschließend wird die Dichtblase in der Anschlussleitung ebenfalls pneumatisch aufgepumpt. Das Injektionsmaterial wird am Sanierungsfahrzeug mit Wasser gemischt, wobei die benötigte Menge durch die Vorinspektion des Schadens abgeschätzt wird. Über einen Schlauch wird das Material zur Schadstelle gepumpt und über die Injektionsöffnung im Schild verpresst. Nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** der Mörtelverpressung erfolgt durch den Drucksensor am Schalungsschild, über den bei Erreichen des erforderlichen Gegendrucks ein Signal in das Sanierungsfahrzeug gesendet wird. Eine weitere Kontrollmöglichkeit ist die Druckerhöhung an der Dichtblase in der Anschlussleitung, welche am Manometer im Sanierungsfahrzeug festgestellt werden kann. Sobald der erforderliche Gegendruck erreicht ist, wird der Verpressvorgang beendet. Die Reparaturdurchführung wird unmittelbar an der Schadstelle mit Kameras im Hauptkanal überwacht.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Als **Verpressmaterialien** werden beim Hächler-Verpresssystem Mörtel eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurde der Mörtel Ergelit-Kanaltec CF[4] mit dem Verfahren verpresst.

Abb. 7: Schalung und Blase des Hächler-Verpresssystems

[4] Hersteller bzw. Lieferant: Ergelit GmbH, Alsfeld-Schwabenrod

©2004 All rights reserved by GEK mbH

IMS Injektionsverfahren, IMS GmbH

Das IMS-Injektionsverfahren ist ein Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Harzinjektion. Mit dem Packer wird der Anschlussbereich abgesperrt, um anschließend unmittelbar im Packer gemischtes Harz in die Schadstelle zu pressen.

Die Dichtblase zur Absperrung der Anschlussleitung ist in die Ummantelung des Packers integriert. Der Packer besitzt eine Injektionsöffnung und einen Drucksensor sowie eine installierte Kamera.

Der eingesetzte Packer ermöglicht die Stutzenreparatur sowohl mit dem Injektionsverfahren als auch – nach geringfügigen Modifikationen – mit dem Hutprofilverfahren. Des Weiteren kann der Packer zur Muffenreparatur bzw. zur partiellen Reparatur von Schadstellen im Hauptkanal eingesetzt werden.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle in Abhängigkeit vom Schadensbild mit einem Fräsroboter vorbereitet und evtl. eine Hochdruckspülung durchgeführt.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Zunächst werden die beiden Harzkomponenten jeweils in einen Plastikbeutel (Fassungsvolumen ca. 2 Liter) abgefüllt, mit einem Mischer verbunden und in den Packer eingesetzt. Der Packer wird mit der Fahreinheit verbunden, in den Kanal eingebracht und zur Schadstelle transportiert. Dort wird die Packerummantelung pneumatisch aufgepumpt, wodurch die integrierte Dichtblase in die Anschlussleitung eingeführt wird. Der Packer presst sich an die Innenwandung des Hauptkanals und der Anschlussleitung an. Anschließend werden die beiden Harzkomponenten im Packer gemischt und in die Schadstelle gepresst. Nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wird der Packer entfernt.

Die **Überwachung** der Harzmischung wird über eine Kamera unmittelbar am Packer ermöglicht. Ein Drucksensor dient zur Kontrolle des Gegendrucks. Wenn der erforderliche Gegendruck erreicht ist, wird der Verpressvorgang beendet.

Als **Verpressmaterialien** werden beim IMS-Injektionsverfahren 2-Komponenten-Harze eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurde das Silicat-Isocyanat-Harz Carbolith AS[5] verwendet.

[5] Hersteller bzw. Lieferant: CarboTech Fosroc GmbH, Essen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 8: IMS-Packer und befüllte Harzbeutel

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Janßen-Stutzensanierungsverfahren, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH

Das Janßen-Stutzensanierungsverfahren ist ein Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen mit Harz- oder Mörtelinjektion. Mit einem Schalungsschild und einer Dichtblase wird der Anschlussbereich abgesperrt, um das jeweilige Material anschließend vom Sanierungsfahrzeug in die Schadstelle zu pressen. Durch den Aufbau des Packers können auch z.B. Radialrisse im Hauptkanal mitverpresst werden.

Der Packer liegt bei der Stutzenreparatur an der Innenwandung des Hauptkanals an. Mit der aufgepumpten Dichtblase wird die Anschlussleitung abgesperrt. Im System ist zur Überwachung des Reparaturvorgangs eine Kamera vor dem Packer, eine Kamera im Packer sowie eine Kamera am Ende der Dichtblase integriert. Der Packer hat eine Injektionsöffnung, und das neueste Modell des Packers hat einen Drucksensor.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle vor dem Verpressen mit dem Fräsroboter vorbereitet, um einen optimalen Verbund zwischen Injektionsmaterial und Altrohr zu ermöglichen. Anschließend wird eine Hochdruckspülung durchgeführt.

Für die **Durchführung der Reparatur** sind zwei Zugangsmöglichkeiten zum Hauptkanal notwendig. Der Packer wird über eine Seilwinde in den Kanal eingezogen und an der Schadstelle positioniert. Die Dichtblase wird mechanisch in die Anschlussleitung eingefahren und pneumatisch aufgepumpt, wodurch der Packer exakt justiert wird. Der Packer wird über seinen gesamten Umfang aufgepumpt und legt sich hierdurch an die Rohrwandung an. Das Injektionsmaterial wird vom Sanierungsfahrzeug zum Packer gepumpt. Bei Verwendung von Harz werden die zwei Harzkomponenten aus Behältern im Sanierungsfahrzeug über Schläuche bis zum Packer gepumpt und dort gemischt. Die verpresste Materialmenge wird durch Messung an den Behältern im Sanierungsfahrzeug erfasst. Nach dem Verpressen einer bestimmten Materialmenge, welche der Techniker in Abhängigkeit vom Schadensbild abschätzt, wird der Verpressvorgang für einige Minuten unterbrochen, damit die Einzelkomponenten miteinander reagieren und die Fließfähigkeit des Materials nachlässt. Anschließend wird weiteres Material nachgepresst. Nach der Aushärtung des Harzes wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** der Verpressung erfolgt über die Druckerhöhung in der Blase bzw. beim neuesten Modell des Packers auch über den im Packer integrierten Drucksensor. Sobald der erforderliche Gegendruck erreicht ist, wird der Verpressvorgang beendet. Zur Überwachung der Reparatur unmittelbar an der Schadstelle die-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

nen die drei integrierten Kameras am Packer bzw. am Ende der Dichtblase.

Als **Verpressmaterialien** können beim Janßen-Stutzensanierungsverfahren 2-Komponenten-Harze und Mörtel eingesetzt werden. Im Rahmen des Warentests wurde das Silicat-Isocyanat-Harz JaGoSil[6] verwendet.

Abb. 9: Janßen-Packer

[6] Hersteller bzw. Lieferant: Umwelttechnik Franz Janßen GmbH, Goch

©2004 All rights reserved by GEK mbH

KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG

Das Verfahren KA-TE Schalungsmanschette dient zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Harzinjektion. Das System besteht aus Roboter mit Schalungssetzmodul und Spachtelmodul.

Mit dem Schalungssetzmodul wird eine Schalung im Hauptkanal und eine Dichtblase in der Anschlussleitung platziert. Anschließend wird eine mit dem Harz befüllte Kartusche in das Spachtelmodul eingebaut, und dieses wird mit dem Roboter verbunden. Das Spachtelmodul wird zur Schadstelle transportiert und das Harz wird verpresst. Bei den Reparaturmaßnahmen wird i.d.R. eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle mit dem Fräsroboter für die Verspachtelung vorbereitet. Anschließend wird eine Hochdruckspülung zur Reinigung der Schadstelle durchgeführt.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Der Roboter wird mit dem Schalungsmodul zur Schadstelle gefahren, dort wird die Schalung positioniert und die Dichtblase in die Anschlussleitung eingeführt und pneumatisch aufgeblasen. Nach der Positionierung werden die Verbindungen der Schalung und der Dichtblase zum Schalungsmodul gelöst. Das Harz wird am Sanierungsfahrzeug gemischt und in eine Kartusche gefüllt. Diese wird in das Spachtelmodul des Roboters gesetzt, welches mit dem Roboter zur Schadstelle transportiert wird. Über zwei Öffnungen in der Schalung erfolgt das Verpressen des Harzes. Bis zur Aushärtung verbleiben Schalung und Dichtblase für mehrere Stunden im Kanal. Häufig werden die Schalung und die Dichtblase am nächsten Arbeitstag entfernt.

Eine optische **Überwachung** der Verfüllung der Schadstelle ist z.T. durch die bei der Verpressung entstehende Verdunkelung der hellen Schalungsfläche möglich. Zur weiteren Überwachung der Reparaturdurchführung unmittelbar an der Schadstelle dient eine Kamera im Hauptkanal.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Als **Verpressmaterialien** werden beim Verfahren KA-TE Schalungsmanschette 2-Komponenten-Harze eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurde das Epoxidharz Concresive 1850[7] verwendet.

Abb. 10: KA-TE Schalungssetzmodul (links); Harzabfüllung in eine Kartusche (rechts)

[7] Hersteller bzw. Lieferant: MBT AG, Zürich

©2004 All rights reserved by GEK mbH

ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH

Das ProKasro-Verpresssystem dient zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Harzinjektion. Mit einem Schalungsschild und einer Dichtblase wird der Anschlussbereich abgesperrt, um anschließend Harz aus max. zwei Kartuschen in die Schadstelle zu pressen.

Der Schalungsschild liegt bei der Stutzenreparatur an der Innenwandung des Hauptkanals an. Mit der aufgepumpten Dichtblase wird die Anschlussleitung abgesperrt. Die Aushärtung des Harzes wird durch Wärmezufuhr unterstützt. Hierzu befinden sich in der Schalung Heizstäbe und eine Halogenlampe. Zur Aufnahme des Harzes werden i.d.R. zwei Kartuschen an der Schalung angebracht. Bei den Reparaturmaßnahmen wird mindestens eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird i.d.R. an der Schadstelle über den gesamten Umfang des Bohrlochs eine Ringnut gefräst, wobei das Fräsbild generell vom Schadensbild abhängig ist. Anschließend wird die Schadstelle durch Hochdruckspülung gereinigt.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Das für die Reparatur benötigte Harz wird abgeschätzt, in Plastikbeuteln händisch gemischt und in die Kartuschen gefüllt. Die Kartuschen werden am Schild befestigt, der Schild wird in den Kanal eingebracht und mit einem Roboter zur Schadstelle gefahren. Dort wird die Dichtblase pneumatisch in die Anschlussleitung eingeführt und an die Wandung der Anschlussleitung gepresst. Der Schalungsschild wird pneumatisch bis unmittelbar vor die Rohrwandung ausgefahren, und das Harz wird in die Schadstelle gepresst. Nach dem Verpressen wird der Schalungsschild an die Rohrwandung des Hauptkanals gepresst. Bei der Aushärtung wird das Harz durch die Heizstrahler und die Halogenlampe erhitzt. Nach der Aushärtung des Harzes wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** des Verpressvorgangs erfolgt durch den Lichtschein der Halogenlampe, welche sich in der Dichtblase befindet. Daher wird auch der Schalungsschild zunächst nicht vollständig an die Kanalwandung gepresst. Der Lichtschein verdunkelt sich bei fortschreitendem Verpressen des Harzes in die Schadstelle. Verteilt sich das Harz z.B. unkontrolliert im Baugrund, wird der Lichtschein der Halogenlampe nicht abgedunkelt. Nach dem Abdunkeln des Lichtscheins, wird der Schalungsschild an die Rohrwandung gepresst. Die Verdunkelung und die gesamte Repa-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

raturdurchführung wird mit einer Kamera im Hauptkanal überwacht.

Als **Verpressmaterialien** werden beim ProKasro-Verpresssystem 2-Komponenten Harze eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurden die Harze Pro Kaspox 02[8] und DTI EPH 230[8] verwendet.

Abb. 11: ProKasro Schalung

[8] Hersteller bzw. Lieferant: MC-Bauchemie Müller GmbH & Co, Bottrop

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH

Das Strobel-Betonverfahren ist ein Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen durch Mörtelinjektion. Mit einem Packer und einer Dichtblase wird der Anschlussbereich abgesperrt, um anschließend Mörtel vom Sanierungsfahrzeug in die Schadstelle zu pressen.

Der Packer liegt dabei an der Innenwandung des Hauptkanals an. Mit der aufgepumpten Dichtblase wird die Anschlussleitung abgesperrt. Der Packer hat eine Injektionsöffnung und eine integrierte Kamera. Bei den Reparaturmaßnahmen wird i.d.R. eine weitere Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** wird die Schadstelle mit einem Fräsroboter vorbereitet. I.d.R. wird eine Ringnut in das Bohrloch gefräst, um den optimalen Verbund von Altrohr und Mörtel zu ermöglichen. Anschließend wird die Schadstelle durch eine Hochdruckspülung gereinigt.

Für die **Durchführung der Reparatur** sind in Abhängigkeit davon, ob der Packer mit einem Roboter in den Hauptkanal eingefahren oder z.B. mit einer Seilwinde eingezogen wird, eine oder zwei Zugangsmöglichkeiten notwendig. Der Packer wird im Hauptkanal an der Schadstelle so positioniert, dass die Dichtblase pneumatisch in die Anschlussleitung eingeführt und aufgepumpt werden kann. Die benötigte Mörtelmenge wird durch die Vorinspektion des Schadens abgeschätzt. Der Mörtel wird mit Wasser am Sanierungsfahrzeug gemischt, über einen Schlauch zum Packer gepumpt und über die Injektionsöffnung in die Schadstelle gepresst. Nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wird der Packer entfernt.

Die **Überwachung** der Verpressung erfolgt über das Manometer der Dichtblase, an dem der Zeiger bei Erreichen des erforderlichen Gegendrucks ausschlägt. Zur weiteren Überwachung der Reparaturdurchführung unmittelbar an der Schadstelle dient die im Packer integrierte Kamera und eine Kamera im Hauptkanal.

Als **Verpressmaterialien** werden beim Strobel-Betonverfahren Mörtel eingesetzt. Im Rahmen des Warentests wurde der Mörtel Sealtec VM-KS[9] verwendet.

[9] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 12: Vorbereitung der Reparatur mit dem Strobel-Packer

©2004 All rights reserved by GEK mbH

2.1.2 Hutprofilverfahren

Sechs Hutprofilverfahren wurden von den Netzbetreibern für eine „Sonderprüfung-Reparatur“ ausgewählt (Tabelle 2). Das bedeutet, dass die Hutprofilverfahren nicht in mittels Relining sanierten Hauptkanälen (Regelfall) untersucht wurden, sondern als Reparaturverfahren für einzelne Anschlussstutzen im unsanierten Altrohr.

Tabelle 2: Hutprofilverfahren im Test (alphabetisch geordnet)

Verfahrensbezeichnung, Anbieter
Houseliner-Hutprofil (Polyestergewebe mit Harz), KMG GmbH
Hutstutzen für DS CityLiner (Polyestergewebe mit Harz), D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG
IMS-Hutprofilverfahren (Polyestergewebe mit Harz), IMS GmbH
Insituform-Hutprofil (Nadelfilz mit Harz), Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH
ProKasro-Laminathut-Setzsystem (Nadelfilz mit Harz), Prokasro Mechatronic GmbH
Pyrolus-System (Polyestergewebe mit Harz), PKT GmbH & Co. KG

Nachfolgend werden die getesteten Hutprofilverfahren detailliert beschrieben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH

Das Houseliner-Hutprofilverfahren ist ein Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen, mit dem auch die gesamte Anschlussleitung mit einer Länge von bis zu 15 m vom Hauptkanal ausgehend renoviert werden kann.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einem Montageschild bzw. der Anpresseinheit abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Ein Kalibrierschlauch dient zum Umstülpen des Hutmantels in die Anschlussleitung. Die Aushärtung des Hutprofils erfolgte beim Test-Einsatz unter Umgebungstemperatur. Bei den Reparaturmaßnahmen wird i.d.R. eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

In Abhängigkeit vom Rohrwerkstoff wird die Schadstelle bzw. die Rohrinnenwandung zur **Reparaturvorbereitung** durch Fräsen aufgeraut. Vor der Durchführung der Reparatur müssen der Hauptkanal und die Anschlussleitung mit Hochdruckspülung gereinigt werden.

Für die **Durchführung der Reparatur** sind zwei Zugangsmöglichkeit zum Hauptkanal notwendig. Bei der Reparatur wird zunächst der Positionierungsroboter in den Zielschacht gesetzt und zum Startschacht gefahren, und dort mit dem Montageschild verbunden. Das händisch eingeharzte Hutprofil wird in den Kalibrierschlauch eingeführt. Anschließend wird der Kalibrierschlauch über einen Rohrbogen am Montageschild befestigt, so dass die Hutkrempe auf dem Montageschild liegt. Das Montageschild wird unter Kamerabeobachtung zur Schadstelle gefahren, positioniert und mit der Hutkrempe an die Kanalwandung gepresst. Der Hutmantel wird pneumatisch in die Anschlussstelle umgestülpt und durch den Kalibrierschlauch an die Rohrwandung des Anschlusskanals gedrückt. Nach der Aushärtung des Hutprofils wird der Montageschild entfernt.

Die **Überwachung** des Drucks am Montageschild und im Kalibrierschlauch erfolgt an Manometern im Sanierungsfahrzeug. Unmittelbar an der Schadstelle wird die Reparaturdurchführung mit einer Kamera beobachtet.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Polyestergewebe mit dem Epoxidharz KMG 730[10] und dem Polyurethanharz 3 P[10] eingesetzt.

Abb. 13: Vorbereitungen für den Einsatz des Houseliner-Hutprofilverfahrens im Großversuchsstand des IKT

[10] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG

Der Hutstutzen für DS CityLiner ist ein Hutprofil, das i.d.R. zur Anbindung von Anschlussstutzen an mit Inliner sanierte Kanäle eingesetzt wird. Die Länge der Hutprofile beträgt ca. 30 cm.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einer Schalung abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Mit einer Blase wird der Hutmantel in die Anschlussleitung umgestülpt. Bei den Reparaturmaßnahmen wird eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Die **Reparaturvorbereitung** des Anschlussstutzens durch Fräsen erfolgt in Abhängigkeit vom Schadensbild. In jedem Fall müssen der Hauptkanal und die Anschlussleitung vor der Reparatur mit Hochdruckspülung gereinigt werden.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Das Hutprofil wird zunächst händisch in Harz getränkt und auf der Schalung platziert. Vor Einbringen der Schalung in den Kanal wird die Blase mit Unterdruck eingezogen, um den Hutmantel z.T. in die Blase umzustülpen. Die Hutkrempe liegt anschließend auf der Schalung. Die Schalung wird in den Kanal eingebracht, mit einem Roboter zur Schadstelle gefahren und dort positioniert. Über Pneumatikstempel wird die Schalung ausgefahren und die Blase in die Anschlussleitung eingeführt. Die Hutkrempe wird hierbei an die Rohrwandung des Hauptkanals gepresst. Durch Überdruck wird das Hutprofil mit der Blase in die Anschlussleitung umgestülpt. Das an die Innenwand des Hauptkanals und der Anschlussleitung gepresste Hutprofil härtet aus. Nach der Aushärtung wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** des Drucks an der Schalung und der Blase erfolgt an Manometern im Sanierungsfahrzeug. Unmittelbar an der Schadstelle wird die Reparaturdurchführung mit einer Kamera im Hauptkanal überwacht.

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Polyestergewebe mit dem Harz Alocan[11] eingesetzt.

[11] Hersteller bzw. Lieferant: Alocit Chemie GmbH, Konstanz

©2004 All rights reserved by GEK mbH

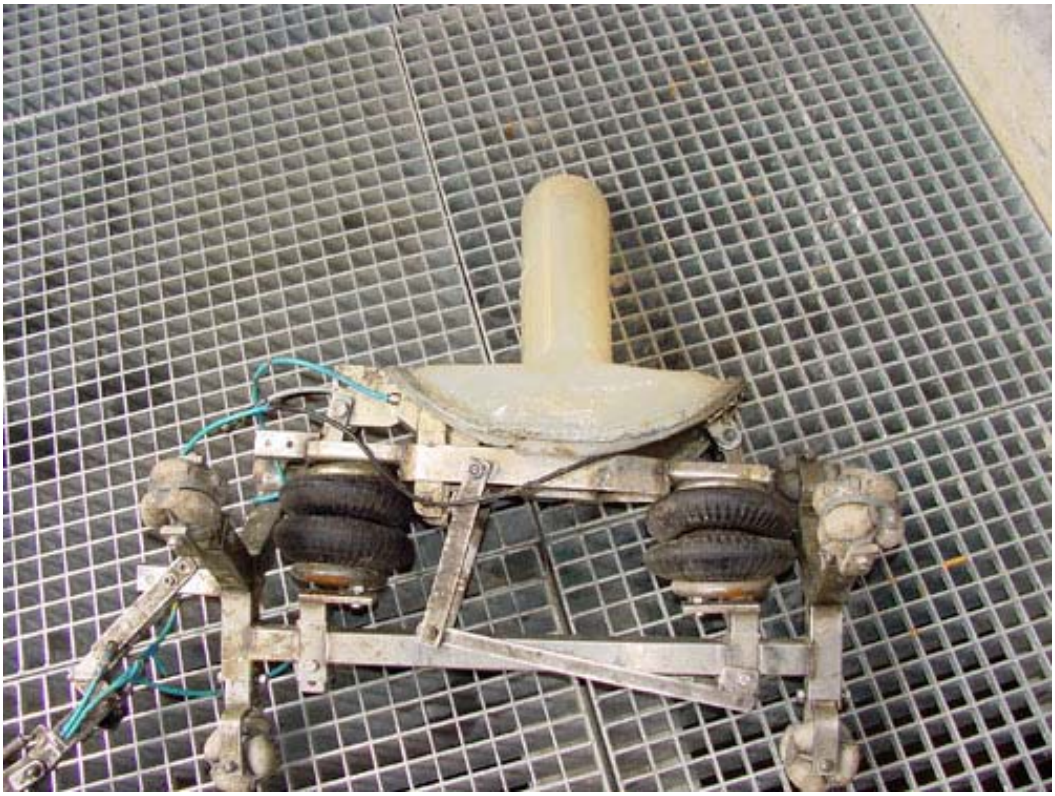


Abb. 14: D & S Hutstutzen-Schalung

©2004 All rights reserved by GEK mbH

IMS-Hutprofil, IMS GmbH

Das IMS-Hutprofil ist ein Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen. Die Länge der Hutprofile beträgt ca. 20 cm.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einem Packer abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Mit einer Blase wird der Hutmantel in die Anschlussleitung umgestülpt. Am Packer ist eine Kamera installiert.

Der eingesetzte Packer ermöglicht die Stutzenreparatur sowohl mit dem Hutprofilverfahren als auch – nach geringfügigen Modifikationen – mit dem Injektionsverfahren. Des Weiteren kann der Packer zur Muffenreparatur bzw. zur partiellen Reparatur von Schadstellen im Hauptkanal eingesetzt werden.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

In Abhängigkeit vom Rohrwerkstoff wird die Schadstelle bzw. die Rohrinnenwandung zur **Reparaturvorbereitung** durch Fräsen aufgeraut. Vor der Durchführung der Reparatur müssen der Hauptkanal und die Anschlussleitung gereinigt werden.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Das Hutprofil wird zunächst manuell mit Harz getränkt und auf der Blase des Packers platziert. Die Blase wird mit dem Hutprofil durch Erzeugen eines Unterdrucks in den Packer eingezogen. Der Packer wird mit einem Roboter zur Schadstelle gefahren und positioniert, um anschließend den Hutmantel durch pneumatisches Aufweiten des Packers in den Anschluss einzuführen und anzupressen. Die Hutkrempe liegt an der Innenwandung des Hauptkanals an. Nach der Aushärtung des Hutprofils wird der Packer entfernt.

Die **Überwachung** des Packerdrucks erfolgt über ein Manometer unmittelbar am Packer mit der installierten Kamera. Mit dieser Kamera wird auch die gesamte Reparaturdurchführung beobachtet.

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Polyestergewebe mit dem Polyurethanharz Multi-Point-Liner Harz 2000[12] eingesetzt.

[12] Hersteller bzw. Lieferant: Bodenbender GmbH, Biedenkopf-Breidenstein

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 15: IMS-Packer für den Einbau von Hutprofilen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH

Das Insituform-Hutprofilverfahren ist ein Hutprofilverfahren, das i.d.R. zur Anbindung von Anschlussstutzen an mit Schlauchliner sanierte Kanäle eingesetzt wird. Mit dem Verfahren kann auch die gesamte Anschlussleitung mit einer Länge von bis zu 15 m vom Hauptkanal ausgehend renoviert werden.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einem Einbaumodul abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Ein Kalibrierschlauch dient zum Umstülpen des Hutmantels in die Anschlussleitung. Die Zufuhr von Heißwasser führt zur Aushärtung des Hutprofils. Bei den Reparaturmaßnahmen wird eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Zur **Reparaturvorbereitung** muss der Hauptkanal und die Anschlussleitung mit Hochdruckspülung gereinigt werden. Ggf. wird die Rohrinnenwandung durch Fräsen aufgeraut.

Für die **Durchführung der Reparatur** sind zwei Zugangsmöglichkeiten zum Hauptkanal notwendig. Das Hutprofil wird unter Berücksichtigung des Einbauwinkels und der Einbaulänge angefertigt. Die Imprägnierung mit dem Harz wird durch Erzeugung eines Vakuums unterstützt. Das Hutprofil wird am Einbaumodul vormontiert, indem das Schlauchende des Hutprofils in den Kalibrierschlauch eingeführt wird. Der Positionierungsroboter wird in den Kanal eingebracht und mit dem Einbaumodul verbunden. Das Einbaumodul wird unter Kamerabeobachtung zur Schadstelle gefahren, positioniert und mit der Hutkrempe an die Kanalwandung angepresst. Anschließend wird das Hutprofil pneumatisch in den Anschlusskanal umgestülpt und durch den Kalibrierschlauch an die Rohrwandung des Anschlusskanals gedrückt. Das angepresste Hutprofil wird thermisch unter Wasserzufuhr ausgehärtet. Nach der Aushärtung wird der Kalibrierschlauch mit Unterdruck eingezogen und das Einbaumodul entfernt.

Die **Überwachung** des Drucks am Einbaumodul und im Kalibrierschlauch sowie der Wassertemperatur erfolgt im Sanierungsfahrzeug. Unmittelbar an der Schadstelle wird die Reparaturdurchführung mit einer Kamera überwacht.

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Nadelfilz mit dem Epoxidharz E 96[13] eingesetzt.

[13] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 16: Imprägnierung des Insituform-Hutprofils unter Erzeugung eines Vakuums (links); Einbaumodul mit Hutprofil im Großversuchsstand des IKT (rechts)

.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH

Das ProKasro-Laminathut-Setzsystem ist ein Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen mit einer Hutprofillänge von ca. 20 cm.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einer Schalung abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Mit einer Blase wird der Hutmantel in die Anschlussleitung eingeführt. Die Aushärtung des Hutprofils wird durch Wärmezufuhr über Heizstäbe in der Schalung und eine Halogenlampe unterstützt. Bei den Reparaturmaßnahmen wird eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

An der Schadstelle wird die Innenwandung des Hauptkanals sowie die Anschlussleitung zur **Reparaturvorbereitung** mit einer Stahlbürste aufgeraut. Der Bereich der Schadstelle kann über den Fräsroboter mit Wasser gereinigt werden.

Für die **Durchführung der Reparatur** ist eine Zugangsmöglichkeit in den Hauptkanal notwendig. Das entsprechend dem Winkel der Anschlussleitung und dem Schaden vorbereitete Hutprofil wird manuell mit Harz bestrichen und auf der Blase positioniert. Die Schalung wird mit einem Roboter zur Schadstelle gefahren, die Blase wird pneumatisch aufgerichtet und durch gleichzeitiges Ausfahren der Pneumatikstempel an der Schalung in die Anschlussleitung eingefädelt. Die Hutkrempe wird durch die Schalung an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst. Die Blase wird mit Überdruck aufgeweitet und presst den Hutmantel an die Innenwand der Anschlussleitung an. Durch Wärmezufuhr über die Schildheizung und die Halogenlampe härtet das Hutprofil aus. Nach der Aushärtung des Hutprofils wird die Schalung entfernt.

Die **Überwachung** des Drucks an der Schalung und der Blase erfolgt an Manometern im Sanierungsfahrzeug. Unmittelbar an der Schadstelle wird die Reparaturdurchführung mit einer Kamera im Hauptkanal überwacht.

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Nadelfilzmaterial mit dem Epoxidharz Interdesco 410[14] eingesetzt.

[14] Hersteller bzw. Lieferant: Interdesco Laboratoire de Recherche et Développement, Gevrey-Chambertin

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 17: ProKasro Laminathut-Setzsystem

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG

Das Pyrolus-System ist ein Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen mit einer Hutprofillänge von ca. 60 cm.

Der schadhafte Anschlussstutzen wird mit einem Packer abgesperrt, wodurch gleichzeitig die Hutkrempe an die Innenwandung des Hauptkanals gepresst wird. Eine Blase dient zum Umstülpen des Hutmantels in die Anschlussleitung. Die Zufuhr von Heißwasser führt zur Aushärtung des Hutprofils. Bei den Reparaturmaßnahmen wird eine Kamera im Hauptkanal eingesetzt.

Verfahrenseinsatz

Die folgenden Ausführungen geben die allgemeine Beschreibung des Reparaturvorgangs durch den ausführenden Techniker wieder.

Die Schadstelle wird zur **Reparaturvorbereitung** vorgefräst. Anschließend muss der Hauptkanal mit Hochdruckspülung gereinigt werden.

Für die **Durchführung der Reparatur** sind zwei Zugangsmöglichkeiten in den Hauptkanal notwendig. Zunächst wird das Hutprofil entsprechend dem Winkel der Anschlussleitung und dem Schaden vorbereitet. Das Hutprofil wird manuell mit dem Harz imprägniert. In der „Ladeeinheit“ im Sanierungsfahrzeug wird der Hutmantel mit der Blase in den Packer eingezogen. Die Krempe des Hutprofils liegt anschließend auf dem Packer. Der Packer wird aus der „Ladeeinheit“ entnommen und mit der „Steuereinheit“ verbunden. Die „Steuereinheit“ wird im Kanal mit einem Roboter an der Schadstelle positioniert, der Inversionswinkel wird an der Steuereinheit eingestellt, der Packer wird an die Kanalwandung gepresst und das Hutprofil wird unter Wasserzufuhr in den Anschluss umgestülpt. Die Anpressung der Übergangsbereiche des Hutmantels zur Anschlussleitung wird durch die Packerblase sichergestellt, welche über das Ende des Hutmantels hinausragt. Die Aushärtung des Hutprofils erfolgt thermisch unter Wasserzufuhr.

Zur **Überwachung** der Reparatur werden die aufgebrachten Drücke und die Wassertemperatur im Sanierungsfahrzeug kontrolliert. Unmittelbar an der Schadstelle wird die Reparaturdurchführung mit einer Kamera beobachtet.

Das **Hutprofil** besteht aus Trägermaterial mit Harz; beim Warentest wurde ein Polyestergewebe mit dem Epoxidharz Konudur 160 Brawo I[15] und dem Epoxidharz Konudur 160 Brawo III[15] eingesetzt.

[15] Hersteller bzw. Lieferant: MC-Bauchemie Müller GmbH & Co, Bottrop

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 18: Einbringen des Pyrolus-Systems in die Kanalstrecke auf dem Außengelände des IKT

©2004 All rights reserved by GEK mbH

2.2 Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber

Die Netzbetreiber fordern sowohl ein qualitativ hochwertiges Reparaturergebnis als auch eine entsprechende Qualitätssicherung durch den Verfahrensanbieter.

2.2.1 Anforderungen an die Verfahrensanbieter

Der Verfahrensanbieter muss sicherstellen, dass die Gerätetechnik und eingesetzten Materialien prinzipiell die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen ermöglichen. Einsatzmöglichkeiten und -grenzen des Verfahrens sind zu definieren. Reparierbare Schäden bzw. Schadensbilder sind zu beschreiben.

Die Erfahrungen des Verfahrensanbieters bzw. -entwicklers mit der Verfahrenstechnik sind an das ausführende Personal weiterzugeben. Das ausführende Personal muss an entsprechenden Qualifizierungsmaßnahmen teilnehmen können und mit den Anlagen bzw. mit den Maschinen vertraut sein.

Der Einsatz der Verfahrenstechnik zur Reparatur von Anschlussstutzen sollte durch praxisnahe Prüfungen untersucht werden. Der Verfahrensanbieter muss für die unterschiedlichen Rohrwerkstoffe die geeignetsten Reparaturmaterialien (Harze, Mörtel, Hutprofile und Harz) angeben. Das Verbundverhalten der Materialien im System aus Kanalrohrwerkstoff, Reparaturmaterial und u.U. anstehendem Boden ist vom Anbieter bzw. Materialhersteller zu überprüfen, da eine Abdichtung in diesem System erfolgen muss.

Eine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) stellt eine Beurteilung der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Verfahrens im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Anforderungen dar und dient zur Sicherung der Verfahrensqualität.

Die häufig in Ausschreibungen geforderte Fremdüberwachung der Reparaturmaßnahmen für den Einsatz der Verfahren auf Baustellen sowie die Fremdkontrolle der Firmeneinrichtungen kann der Qualitätssicherung nutzen.

Die Verfahrensanbieter sollten ergänzend Listen mit Angaben zu Referenzbaustellen bzw. Anwendern des Verfahrens führen und auf Entsorgungsmöglichkeiten für die jeweiligen Reparaturmaterialien hinweisen.

2.2.2 Reparaturaufgabe

Durch die Reparatur muss die Funktionsfähigkeit des schadhaften Anschlussstutzens signifikant verbessert werden. D.h., dass nach der Reparatur die Entsorgungssicherheit wiederhergestellt ist. Die Reparatur muss zur zweifelsfreien Verbesserung der Abwasserableitung führen, Rohr- und Bodeneinbrüche müssen verhindert werden.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Eine akute Verstopfungsgefahr im Bereich des Anschlussstutzens darf nach der Reparatur nicht mehr vorhanden sein. Der Anschlussstutzen muss durch die Reparatur abgedichtet werden. Ein Grundwasseranstieg darf keine Undichtigkeiten am Anschlussstutzen zur Folge haben.

Der reparierte Anschlussstutzen hat eine Widerstandsfähigkeit gegenüber üblichen betrieblichen Belastungen – insbesondere der Hochdruckreinigung - aufzuweisen. Aber auch Bodenbewegungen, z.B. durch Verkehrslasten oder angrenzende Baumaßnahmen, dürfen keine bedeutsamen Auswirkungen auf die reparierten Anschlussstutzen haben.

2.3 Prüfungen

Im Rahmen des Projektes wurde in den Arbeitssitzungen auf Basis der Praxis- und Betriebserfahrungen der beteiligten Netzbetreiber ein Prüfprogramm entwickelt, in dem neben dem Fachwissen des IKT insbesondere die Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber den zentralen Ausgangspunkt darstellten.

Hierbei kristallisierten sich drei Prüfungsschwerpunkte heraus. Die Untersuchung der **Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter** zeigt, inwieweit der Anbieter die Qualität und den Einsatz seines Verfahrens überwacht. Die Überprüfung der Anforderungen an die Reparaturdurchführung und das Reparaturergebnis erfolgt durch die **Systemprüfungen**, d.h. einen vergleichenden Verfahrenstest in Kanalversuchsstrekken. Die **Baustellen-Untersuchungen** dienen zur Erfassung der Handhabbarkeit der Verfahren in bestehenden Kanalnetzen unter Insitu-Bedingungen (z.B. Verkehr, Wetter, Zeitdruck).

2.3.1 Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter

Grundvoraussetzung für den Einsatz bzw. die Anwendung der Reparaturverfahren ist eine Verfahrensbeschreibung, z.B. in einem Verfahrenshandbuch. Die Anwendung des Verfahrens und die Einsatzmöglichkeiten sollten dargestellt sein.

Die Qualifizierung des ausführenden Personals kann durch Schulungen erfolgen. Idealerweise werden in den Schulungen theoretische Grundlagen behandelt und die praktische Anwendung der Verfahren in Kanalstrecken eingeübt.

Der Verfahrensanbieter sollte die Qualität seines Verfahrens durch praxisnahe Prüfungen sicherstellen. Dies kann beispielsweise ein Testeinsatz in Kanalstrecken mit anschließender Überprüfung der Dichtheit ausgeführter Reparaturen sein. Eine bauaufsichtliche Zulassung des Verfahrens durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) kann qualitätssichernd wirken. Am Markt sollten die Reparaturverfahren nach-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

weislich auch mit einer qualifizierten Fremdüberwachung, Güteschutz Kanalbau oder vergleichbar, angeboten werden.

Das IKT hat bei den Anbietern der getesteten Verfahren die Verfahrenshandbücher bzw. -beschreibungen, Aussagen zu Schulungen, Prüfzeugnisse (praxisnahe Prüfungen) und bauaufsichtliche Zulassungen der Verfahren angefordert sowie Auskunft darüber eingeholt, inwieweit das jeweilige Verfahren bereits mit Fremdüberwachungsleistungen am Markt angeboten wird. Zusätzlich wurden Materialempfehlungen, Informationen zur Umweltverträglichkeit und zu den Entsorgungsmöglichkeiten abgefragt.

2.3.2 Systemprüfungen

Zur Systemprüfung der Verfahren wurden Kanalstrecken mit definiert eingebrachten Schäden aufgebaut.

Aufgrund der i.d.R. unterschiedlichen Einsatzbereiche der Injektionsverfahren und Hutprofilverfahren wählten die Netzbetreiber für den Test der beiden Verfahrensgruppen auch unterschiedliche Schadensbilder und z.T. unterschiedliche Rohrwerkstoffe bzw. Rohrnennweiten aus. Die Auswahl wurde vor dem Hintergrund der Kanalnetzstruktur der beteiligten Netzbetreiber und der dort auftretenden Schäden getroffen.

Bei der Festlegung der Schadensbilder fanden die von den Verfahrensanbietern in einer Abfrage des IKT angegebenen Einsatzmöglichkeiten der Verfahren Berücksichtigung. Die zu reparierenden Schadensbilder wurden von den beteiligten Netzbetreibern im Rahmen der Arbeitssitzungen festgelegt. Bewusst wurden auch Schadensbilder einbezogen, die bis an die Einsatzgrenzen der Verfahren heranreichten.

Grundsätzlich wurde unterschieden zwischen der Reparatur eines sogenannten **Standardschadens** und eines sogenannten **Extremschadens**. Für die Untersuchung der Injektionsverfahren und der Hutprofilverfahren wählten die Netzbetreiber unterschiedliche Schadensarten aus.

Der jeweilige **Standardschaden** diente bei beiden Verfahrensgruppen zur Überprüfung der generellen Einsatzmöglichkeiten der Verfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen. Durch den jeweiligen **Extremschaden** sollten Grenzbereiche beim Einsatz von Injektionsverfahren und Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen berührt werden. Alle Verfahrensanbieter hatten die Möglichkeit den Standardschaden und den Extremschaden jeweils dreimal mit dem jeweiligen Verfahren zu reparieren.

Die Kanalversuchsstrecken wurden grundsätzlich mit nichtbindigem, grobkörnigen Sand/Kies-Boden mit 0/8-Körnung überdeckt. Für die Systemprüfungen der Injekti-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

onsverfahren wurde je Verfahren auch eine Lehmkapsel mit ca. 10 l Lehm im Bereich eines einzelnen Standardschadens gebildet, um in Einzelfällen auftretende wechselnde Bodenschichten zu berücksichtigen. Allerdings zeigten die späteren Prüfungen keine nennenswerten Einflüsse der Lehmkapseln auf das Reparaturergebnis.

Vor der Systemprüfung der Injektionsverfahren wurde zunächst in Vorversuchen überprüft, ob mit einer unkontrollierten Ausbreitung der eingesetzten Materialien in den Baugrund zu rechnen ist. Die Vorversuche wurden in kleinformatigen Versuchsaufbauten an stark zurückstehenden Anschlussleitungen mit großen Hohlräumen am Anschlussstutzen ausgeführt, um eine Ausbreitung der Materialien zu provozieren. Die Erkenntnisse aus den Vorversuchen waren Grundlage für die Konzeptionierung der Versuchsstrecken für die Injektionsverfahren.

Für die Systemprüfungen der Injektionsverfahren wurden der Standardschaden und der Extremschaden in Kanalversuchsstrecken aus Steinzeug bzw. Beton mit Anschlussleitungen aus Steinzeug eingebaut. Tabelle 3 stellt die in den jeweiligen Kombinationen aus Schadensbild und Kanalstrecken eingesetzten Injektionsverfahren zusammen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 3: Eingesetzte Injektionsverfahren in den Kombinationen aus Schadensbild und Kanalstrecken

Verfahrensbezeichnung	Standardschaden	Extremschaden
	Hauptkanal Stzg. DN 250; Anschlussleitung Stzg. DN 150	**Hauptkanal Beton DN 300; Anschlussleitung Stzg. DN 150**
DSS-Flex (Mörtelinjektion), Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	X	X
Hächler-Verpresssystem (Mörtelinjektion), Hächler AG Umwelttechnik	X	X
IMS Injektionsverfahren (Harzinjektion), IMS GmbH	X	X
Janßen-Stutzensanierung (Harzinjektion), Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	X	X
KA-TE Schalungsmanschette (Harzinjektion), KA-TE System AG	X	X
ProKasro-Verpresssystem (Harzinjektion), ProKasro Mechatronic GmbH	X	X
Strobel-Betonverfahren (Mörtelinjektion), Umwelttechnik Strobel GmbH	X	X

Alle ausgewählten Injektionsverfahren kamen somit in den beiden möglichen Kombinationen aus Kanalstrecken und Schadensbild zum Einsatz.

Die „Sonderprüfung“ der Hutprofilverfahren beinhaltete den Einsatz zur Reparatur von Anschlussstutzen in einem nicht sanierten Steinzeugkanal sowie in einem GFK-Kanal. Der GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern auch mit dem Ziel ausgewählt, dass evtl. Teile der Test-Ergebnisse als Anhaltspunkte für den Einsatz von Hutprofilen in mit Inliner-Verfahren sanierten Kanälen genutzt werden könnten. Tabelle 4 stellt die in den jeweiligen Kombinationen aus Schadensbild und Kanalstrecken eingesetzten Hutprofilverfahren zusammen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 4: Eingesetzte Hutprofilverfahren in den Kombinationen aus Schadensbild und Kanalstrecken

Verfahrensbezeichnung	Standardschaden	Extremschaden
	Hauptkanal Stzg. DN 250; Anschlussleitung Stzg. DN 150	**Hauptkanal GFK DN 500; Anschlussleitung Stzg. DN 150**
Houseliner-Hutprofil (Polyestergewebe mit Harz), KMG GmbH	X	X
Hutstutzen für DS CityLiner (Polyestergewebe mit Harz), D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	-	X
IMS-Hutprofilverfahren (Polyestergewebe mit Harz), IMS GmbH	X	X
Insituform-Hutprofil (Nadelfilz mit Harz), Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	-	X
ProKasro-Laminathut-Setzsystem (Nadelfilz mit Harz), Prokasro Mechatronic GmbH	X	X
Pyrolus-System (Polyestergewebe mit Harz), PKT GmbH & Co. KG	X	-

Da das Insituform-Hutprofil der Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH und der Hutstutzen für DS CityLiner der D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG laut Anbieter nicht für den Einsatz im unsanierten Steinzeugkanal konzipiert wurden, kamen beide Verfahren zur Reparatur des Standardschadens nicht zum Einsatz. Das Pyrolus-System der PKT GmbH & Co. KG konnte laut Anbieter zum Zeitpunkt der Systemprüfungen nicht in Kanälen mit einer Nennweite größer DN 300 eingesetzt werden und wurde daher zur Reparatur des Extremschadens im GFK-Kanal DN 500 nicht eingesetzt.

Sowohl den Anbietern der Injektionsverfahren als auch der Hutprofilverfahren wurde freigestellt, ob sie die Reparaturen von eigenen Technikern durchführen lassen oder eine Kanalsanierungsfirma für die Durchführung empfehlen. Die Durchführung der Reparaturen wurde vom IKT beauftragt. Zur Planung der Reparaturdurchführung wurden den Verfahrensanbietern Fotos der zu reparierenden Schäden vorab zur

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Verfügung gestellt. Die gesamte Reparaturdurchführung – Vor- und Nacharbeiten – war den ausführenden Firmen vorbehalten. Ein Zeitlimit für die Reparaturdurchführung wurde nicht vorgegeben.

2.3.2.1 Schadensbilder und Reparatur

Die Schadensbilder wurden in Kanalversuchsstrecken erstellt und repariert. Nach Abschluss der Reparaturen wurden die Kanalstrecken mit einer Kamera befahren. Dabei wurde der optische Zustand der Reparaturstellen durch die Ansicht aus dem Hauptkanal erfasst. Des Weiteren wurde nach Ausbau der Reparaturstellen der Blick in die Anschlussleitung dokumentiert[16].

Injektionsverfahren

Der **Standardschaden** für die Reparatur mit Injektionsverfahren wurde in einer Kanalstrecke auf dem Außengelände des IKT eingebracht. Insgesamt wurde der Standardschaden für den Einsatz der sieben Injektionsverfahren 21mal in den Hauptkanal aus Steinzeug DN 250 eingebaut.

Als Standardschaden für die Reparatur mit Injektionsverfahren wählten die Netzbetreiber einen nicht fachgerecht eingebauten Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Riss- und Scherbenbildung aus (Abbildung 19).

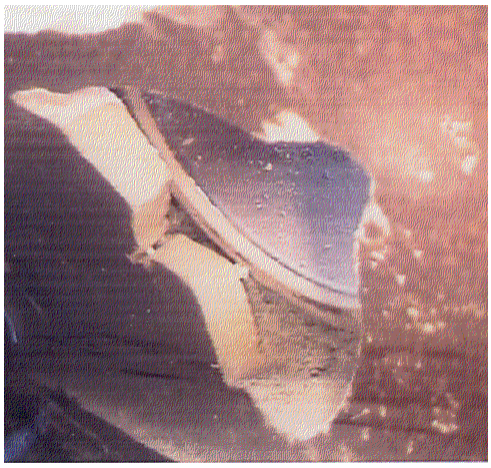


Abb. 19: Standardschaden für Injektionsverfahren: Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Riss- und Scherbenbildung - Außenansicht vor Einbau (links); Innenansicht nach Überdeckung (rechts)

Der Hauptkanal aus Steinzeug DN 250 wurde so aufgebaut, dass jeweils eine Zugangsmöglichkeit am Anfang und Ende der Strecke vorhanden war. Jeweils eine An-

[16] Der Blick in die Anschlussleitung wurde aufgenommen, sofern der Prüfkörper während des Entnahmevorgangs keine bedeutsamen Veränderungen erfahren hatte.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

schlussleitung aus Steinzeug DN 150 wurde senkrecht zur Rohrachse unmittelbar an der Schadstelle angeschlossen.

Abbildung 20 zeigt den Aufbau der Außenstrecke für die Injektionsverfahren und die abgedeckte Außenstrecke nach Fertigstellung.

Abb. 20: Aufbau der Außenstrecke für den Einsatz der Injektionsverfahren (links); abgedeckte Außenstrecke nach Aufbau (rechts)

Der **Extremschaden** für die Reparatur mit Injektionsverfahren wurde in einer Kanalstrecke im Großversuchsstand in der IKT-Versuchshalle eingebracht. Insgesamt wurde der Extremschaden für den Einsatz der sieben Injektionsverfahren 21-mal in den Hauptkanal aus Beton DN 300 eingebaut.

Als Extremschaden für die Reparatur mit Injektionsverfahren wählten die Netzbetreiber einen nicht fachgerecht eingebauten Anschlussstutzen mit stark abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung. Zusätzlich wurde einfließendes Grundwasser simuliert (Abbildung 21).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 21: Extremschaden für Injektionsverfahren: Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit stark abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung und eintretendem Grundwasser – Außenansicht vor Einbau (links); Innenansicht mit Grundwassereintritt nach Überdeckung (rechts)

Jeweils eine Anschlussleitung aus Steinzeug DN 150 wurde stark abgewinkelt unmittelbar an der Schadstelle angeschlossen. Die Anschlussleitungen wurden mit Verschlussdeckeln aus Steinzeug verschlossen. Am Anfang und Ende des Betonkanals wurden Einsteigschächte erstellt.

Nach der Überdeckung mit Boden wurde der Großversuchsstand so lange mit Wasser (Grundwassersimulation) befüllt, bis leichte Bodeneinspülungen im Bereich der Schadstellen festgestellt wurden (insgesamt < 0,2 m³, bei 21 Schadstellen). Daraufhin wurde der Wasserstand so eingestellt, dass im unteren Bereich der eingebrachten Schadstellen ein konstant fließender Wassereintritt auftrat. Anschließend wurde der Kanal gereinigt. Das an den Schadstellen eintretende Grundwasser floß durch den Betonkanal in die Schächte ab und wurde von dort mit Pumpen in Sickerschächte umgepumpt.

Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen die Vorgehensweise bei der Erstellung der Betonhaltung im Großversuchsstand des IKT.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

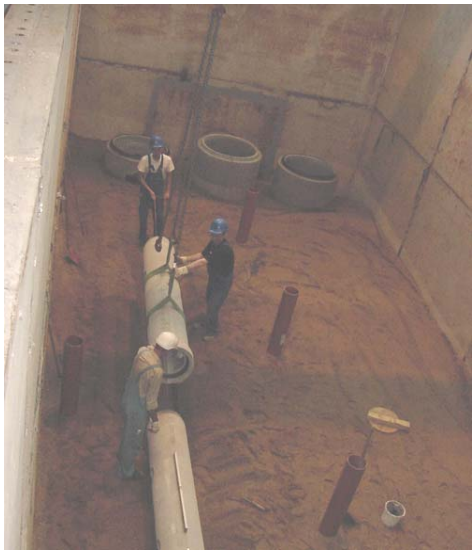


Abb. 22: Befüllung des Großversuchstands mit Sand/Kies-Boden (links); Einbau des Betonkanals (rechts)

Abb. 23: Positionierung der Anschlussleitungen (links); Kontrolle des Grundwassereintritts und Pumpeninstallation im Schacht (mitte); Grundwassereintritt an den Schadstellen (rechts)

Die Anschlussleitungen wurden an den Versuchsstrecken für die Injektionsverfahren auf Basis der Erkenntnisse aus den Vorversuchen in einem Abstand von mindestens 0,4 m eingebaut, um eine gegenseitige Beeinflussung der Injektionen auszuschließen.

Nach Fertigstellung der Kanalstrecken für die Injektionsverfahren wurden die Reparaturen durchgeführt. Von sechs Verfahrensanbietern wurden die Reparaturen mit

©2004 All rights reserved by GEK mbH

eigenen Technikern durchgeführt. Ein Verfahrensanbieter empfahl eine Kanalsanierungsfirma für die Durchführung der Reparaturen[17].

Abb. 24: Vorbereitung der Reparatur des Standardschadens im Großversuchsstand des IKT (links); Durchführung der Reparatur des Standardschadens (rechts)

Abb. 25: Vorbereitung der Reparatur des Extremschadens (links); Durchführung der Reparatur des Extremschadens im Großversuchsstand des IKT (rechts)

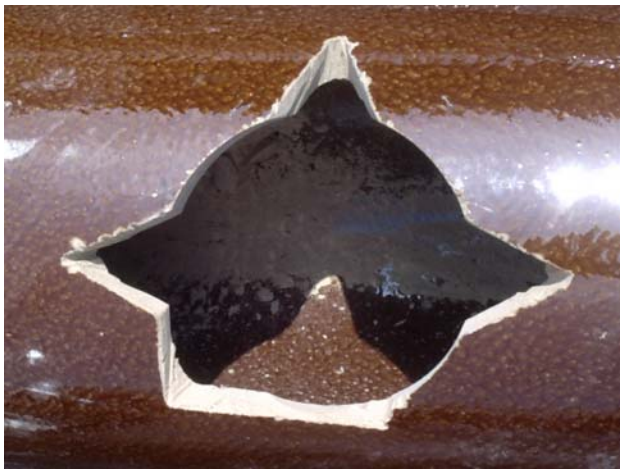
Hutprofilverfahren

Der **Standardschaden** für die Reparatur mit Hutprofilverfahren wurde ähnlich wie der Standardschaden für Injektionsverfahren in einer Kanalstrecke auf dem Außengelände des IKT eingebracht. Insgesamt wurde der Standardschaden für den Einsatz von vier Hutprofilverfahren 12-mal in den Hauptkanal aus Steinzeug DN 250 eingebaut.

[17] Die KA-TE System AG empfahl die Fa. Katec GmbH.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Als Standardschaden für die Reparatur mit Hutprofilverfahren wählten die Netzbetreiber einen nicht fachgerecht eingebauten Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Scherbenbildung (Abbildung 26).



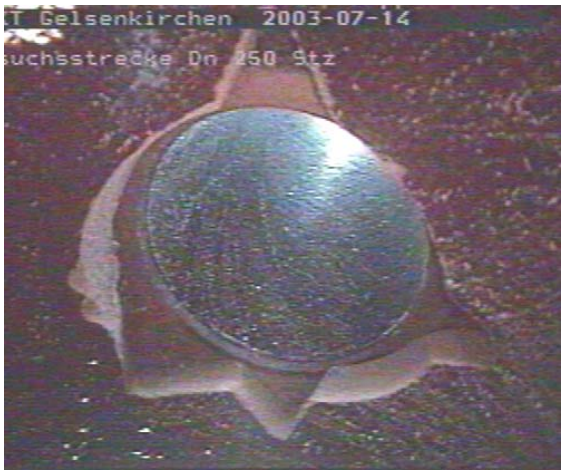


Abb. 26: Standardschaden für Hutprofilverfahren: Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Scherbenbildung - Außenansicht vor Einbau (links); Innenansicht nach Überdeckung (rechts)

Der Hauptkanal aus Steinzeug DN 250 wurde so aufgebaut, dass eine Zugangsmöglichkeit am Anfang und Ende der Strecke vorhanden war. Jeweils eine Anschlussleitung aus Steinzeug DN 150 wurde senkrecht zur Rohrachse unmittelbar an der Schadstelle angeschlossen.

Abbildung 27 zeigt den Aufbau der Außenstrecke und die abgedeckte Außenstrecke nach Fertigstellung.

Abb. 27: Aufbau der Außenstrecke für den Einsatz der Hutprofilverfahren (links); Abgedeckte Außenstrecke nach Aufbau (rechts)

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der **Extremschaden** für die Reparatur mit Hutprofilverfahren wurde ähnlich wie der Extremschaden für Injektionsverfahren in einer Kanalstrecke im Großversuchsstand in der IKT-Versuchshalle eingebracht. Insgesamt wurde der Extremschaden für den Einsatz der fünf Hutprofilverfahren 15-mal in den Hauptkanal aus GFK DN 500 eingebaut.

Als Extremschaden für die Reparatur mit Hutprofilverfahren wählten die Netzbetreiber einen nicht fachgerecht eingebauten Anschlussstutzen mit abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung (Abbildung 28).

Abb. 28: Extremschaden für Hutprofilverfahren: Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung – Außenansicht vor Einbau (links); Innenansicht nach Überdeckung (rechts)

Der GFK-Kanal wurde mit Einsteigschächten gebaut, so dass am Anfang und Ende der Strecke Zugangsmöglichkeiten vorhanden waren. Jeweils eine Anschlussleitung aus Steinzeug DN 150 wurde abgewinkelt unmittelbar an der Schadstelle angeschlossen.

Der GFK-Kanal wurde im Großversuchsstand höher als der Betonkanal verlegt, da während der Reparaturdurchführung im Bereich der Extremschäden für Hutprofilverfahren kein Grundwasser eintreten sollte.

Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigen die Vorgehensweise bei der Erstellung der GFK-Haltung.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 29: Einbau des GFK-Kanals in den Großversuchsstand (links), Einbau der Anschlussleitungen (rechts)

Abb. 30: Positionierung der Anschlussleitungen (links); GFK-Kanal vor Überdekkung (rechts)

Nach Fertigstellung der Kanalstrecken für die Hutprofilverfahren wurden die Reparaturen durchgeführt. Von allen Verfahrensanbietern wurden die Reparaturen mit eigenen Technikern durchgeführt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 31: Vorbereitung der Reparatur des Standardschadens (links); Durchführung der Reparatur des Standardschadens (rechts)

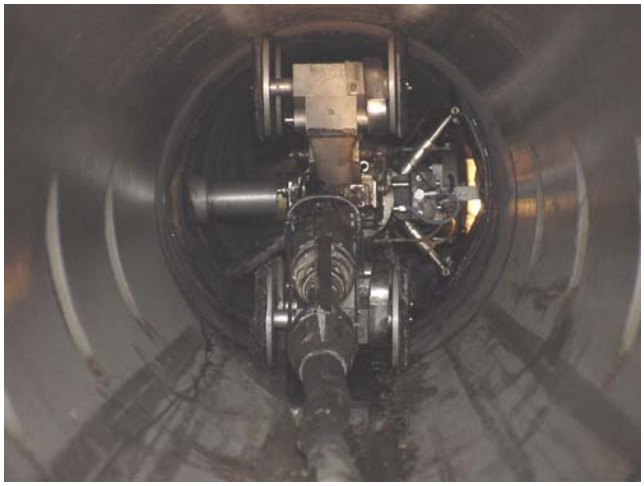


Abb. 32: Vorbereitung der Reparatur des Extremschadens im Großversuchsstand des IKT (links); Transport des Hutprofils zur Schadstelle im GFK-Kanal (rechts)

2.3.2.2 Belastung durch Hochdruckreinigung

Hochdruckreinigungen werden zur Beseitigung von Ablagerungen und Verstopfungen sowie als Vorbereitung für eine Kanalinspektion durchgeführt. Die Häufigkeit der Durchführung von Kanalreinigungen variiert i.d.R. zwischen 2 und 0,1 pro Jahr [7].

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Zur Ermittlung der Betriebskosten gibt das ATV Arbeitsblatt A 147 [8] eine Häufigkeit von 0,33 pro Jahr vor.

Das zu beseitigende Räumgut setzt sich zusammen aus mineralischen Bestandteilen wie Sand oder Steinen, organischen Bestandteilen wie Nahrung oder Papier und anderen Materialien wie Dosen oder Scherben. Bei der Hochdruckreinigung wird das Räumgut durch den Kanal geschleudert. Dies führt zu Belastungen der Rohre und somit auch der reparierten Anschlussstutzen.

Die reparierten Anschlussstutzen müssen widerstandsfähig gegen die durch Hochdruckreinigung auftretenden Belastungen sein. D.h., die Funktionsfähigkeit aber auch die Dichtheit der reparierten Anschlussstutzen darf durch die Hochdruckreinigung nicht signifikant beeinflusst werden.

Die Beständigkeit der reparierten Anschlussstutzen gegenüber Hochdruckspülung wurde in Anlehnung an das Hamburger Modell [9] überprüft.

Die Hochdruckspülung wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

- Düsendruck: 115 bar.
- Düsenstrahlwinkel: 30°.
- Anzahl der Düseneinsätze: 8.
- Anzahl der Prüfdurchläufe: n = 50.
- Geschwindigkeit pro Durchgang: 1,0 m/s.
- Spülwassermengen: ca. 320 l/min.
- Prüfgeschiebe: 5 l Kalkstein-Edelsplitt je Durchgang.

Der bei der Reinigung entstehende Druck und der Volumenstrom wurden mit einem Drucksensor und einem magnetisch-induktiven Durchfluss-Messsystem ermittelt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 33: MID und Drucksensor zur Kontrolle der Prüfparameter

Die Reparaturstellen der Injektionsverfahren und Hutprofilverfahren in den jeweiligen Steinzeugkanälen sowie der Hutprofilverfahren im GFK-Kanal wurden durch die Hochdruckspülung unter Einbringung von Granulat belastet[18]. Nach der Belastung durch Hochdruckspülung wurden die an den Reparaturstellen entstandenen Veränderungen erfasst.

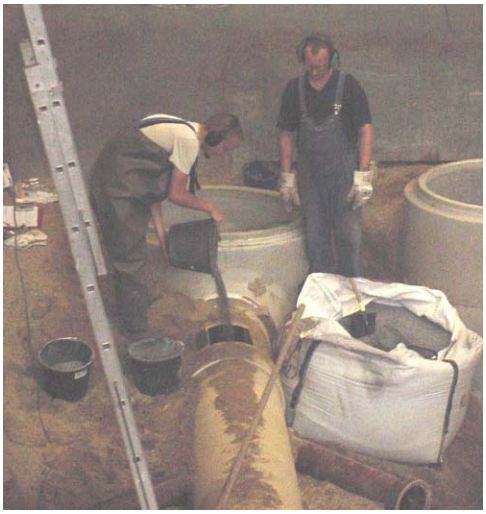


Abb. 34: Einfüllen von Granulat (links); Düse im GFK-Kanal (rechts)

2.3.2.3 Dichtheitsprüfungen mit Außen- und Innenwasserdruck

Anschlussstutzen müssen durch die Reparaturen abgedichtet werden. Die Abdichtung der Anschlussstutzen gegen Exfiltrationen wurde durch aufgebrachten Innenwasserdruck geprüft; die Dichtwirkung gegenüber einem Grundwasseranstieg, welcher zu Fremdwasserzufluss führen kann, wurde durch Außenwasserdruck geprüft.

Außenwasserdruck

Die im Großversuchsstand des IKT ausgeführten Reparaturen der jeweiligen Extremschäden im Betonkanal DN 300 und im GFK-Kanal DN 500 wurden unmittelbar nach der Reparaturdurchführung mit Außenwasserdruck belastet. Hierzu wurde der Großversuchsstand mit Wasser befüllt. Nachdem das Wasser die Schadensstelle erreichte, wurden durch eine Kamerabefahrung Undichtigkeiten an den Reparaturstellen optisch aufgenommen.

---

[18] Ziel war es, die Auswirkungen der Hochdruckspülung auf die Reparaturen vergleichen zu können. Da im Betonkanal DN 300 zahlreiche Reparaturen bereits unmittelbar nach Ausführung wesentlichen Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber nicht genügten, wären die Ergebnisse nach einer Belastung durch Hochdruckspülung nur von geringer Aussagekraft gewesen. Daher wurde im Betonkanal DN 300 auf eine Hochdruckspülung verzichtet.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 35: „Grundwasser“-Zufluss in der Betonhaltung im Großversuchsstand

Innenwasserdruck

Die Dichtheitsprüfungen mit Innenwasserdruck wurden in Anlehnung an DIN EN 1610 durchgeführt. Zur Überprüfung der Dichtheit wurden die jeweiligen Reparaturstellen mit einem Muffenprüfgerät abgesperrt, die Anschlussleitung mit einem Verschlussdeckel verschlossen und der somit entstandene Prüfraum mit Wasser befüllt. Im Großversuchsstand wurden die reparierten Anschlussstutzen zur Montage der Schraubdeckel händisch freigelegt. An den Außenstrecken war die Einzelprüfung der Reparaturstellen aufgrund des Versuchaufbaus ohne Aufgrabung im Ausgangszustand möglich. In beiden Fällen wurden die jeweiligen Austrittsstellen des Wassers an den händisch freigelegten Reparaturstellen bestimmt.

Die Anschlussstutzen, welche unmittelbar nach der Reparaturdurchführung dicht waren, wurden im weiteren Verlauf des Tests durch Hochdruckspülung belastet (s. a. 2.3.2.2) und abschließend erneut mit Innenwasserdruck auf Dichtheit geprüft[19].

[19] Die Reparaturen mit den Injektionsverfahren und den Hutprofilverfahren in den jeweiligen Steinzeugkanälen sowie mit den Hutprofilverfahren im GFK-Kanal wurden durch die Hochdruckspülung belastet. Im Betonkanal wurde keine Hochdruckspülung durchgeführt (vgl. 2.3.2.2).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Die Prüfparameter bei den Dichtheitsprüfungen mit Innenwasserdruck waren:

- Prüfdruck: bis 0,5 bar.
- Beruhigungszeit: 30 min.
- Prüfzeit: 30 min.
- Beurteilung der Dichtheit: Visuelle Kontrolle am Anschlussstutzen; Messung der Wasserverlustmengen.

Abbildung 36 und Abbildung 37 stellen die Vorgehensweise bei den Dichtheitsprüfungen mit Wasserüberdruck dar.

Abb. 36: Muffenprüfgerät (links); Wasserbehälter in 5 m Höhe (rechts)

Abb. 37: Prüfgerät im Rohr (links); Montage des Verschlussdeckels (rechts)

©2004 All rights reserved by GEK mbH

2.3.2.4 Abflussrisiken

Die geometrische Form des Reparaturergebnisses (Injektionskörper, Hutprofile) kann Einfluss auf die Abwasserableitung haben. Die Abwasserableitung kann u.a. durch Abflusshindernisse am Injektionskörper bzw. Hutprofil und Querschnittsreduzierungen des Anschlussstutzens beeinflusst werden. Es besteht die Gefahr, dass Feststoffe hängen bleiben und dadurch Verstopfungen entstehen.

Um Hinweise auf mögliche Risiken für die Abwasserableitung an der Reparaturstelle zu erfassen, wurde der Durchmesser der reparierten Anschlussstutzen im Übergangsbereich zum Hauptkanal parallel und senkrecht zur Rohrachse vermessen und es wurde eingeschätzt, ob durch die jeweiligen Hutprofile bzw. Injektionskörper ein nennenswertes Abflusshindernis, z.B. durch Faltenbildung oder Kantenbildung, in der Anschlussleitung entstanden ist.

Die Reparaturstellen der mit den Injektionsverfahren und den Hutprofilverfahren in den jeweiligen Steinzeugkanälen sowie mit den Hutprofilverfahren im GFK-Kanal durchgeführten Reparaturen wurden untersucht [20].

2.3.2.5 Betriebliche Einwirkungen

Reparierte Anschlussstutzen sind nach der Reparatur betrieblichen Einwirkungen ausgesetzt, welche durch das abgeleitete Abwasser (z.B. aggressives Abwasser und biogene Schwefelsäurekorrosion) aber auch aus äußeren Einwirkungen (z.B. Bodenbewegungen und Verkehrslasten) entstehen können.

Um auch Aussagen zu den Risiken aus diesen Einwirkungen zu ermöglichen, wurden die Auswirkungen von Schwefelsäure und Scherlast auf die reparierten Anschlussstutzen untersucht.

Scherlast

Verkehrslasten und Bodenbewegungen können eine Scherlastwirkung auf Anschlussstutzen und -leitung erzeugen. Das Rohr-Boden-Tragsystem kann im Bereich von schadhaften Anschlussstutzen, z.B. aufgrund von Hohlräumen, vor und auch nach der Reparatur gestört sein. In Verbindung mit einer Scherlast besteht die Möglichkeit, dass diese Störung ungleichmäßige Belastungen begünstigt und hierdurch besondere Beanspruchungen am reparierten Anschlussstutzen entstehen. Der repa-

[20] Da im Betonkanal DN 300 zahlreiche Reparaturen bereits unmittelbar nach Ausführung den grundsätzlichen Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber nicht genügten, wurde auf diese Untersuchungen im Betonkanal verzichtet.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

rierte Anschlussstutzen muss die Aufnahme von Scherlasten ohne signifikante Beeinflussung der Funktionsfähigkeit gewährleisten.

Es wurde unmittelbar auf die Anschlussleitung eine Scherlast aufgebracht. Der Hauptkanal und das Ende der Anschlussleitung wurden hierbei aufgelagert. Die Reparaturstellen der mit den Injektionsverfahren und den Hutprofilverfahren in den jeweiligen Steinzeugkanälen sowie mit den Hutprofilverfahren im GFK-Kanal durchgeführten Reparaturen wurden durch die Scherlast belastet[21].

Zur Erzeugung einer Scherlast auf die im Steinzeugkanal bzw. im GFK-Kanal eingebauten Hutprofile wurden Gewichte auf die Anschlussleitungen aufgebracht. Bei den Injektionsverfahren musste aufgrund der umfangreichen Injektionskörper, durch die das Auflagern der Gewichte nicht möglich war, die Scherlast an den Lasteinleitungsstellen mit einem Druckzylinder aufgebracht werden. Zur Messung der aufgebrachten Lasten wurde ein Drucksensor unter dem Druckzylinder positioniert und an einen Messcomputer angeschlossen. Die Lasteinleitungsstelle wurde bei den Injektionsverfahren abhängig von der geometrischen Ausprägung der Injektionskörper ausgewählt.

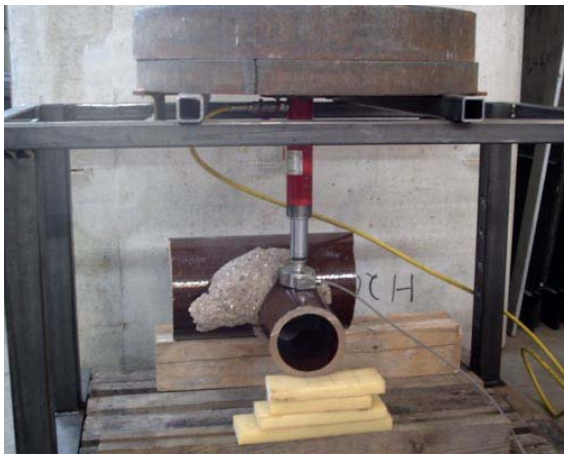


Abb. 38: Aufbau Scherlastprüfung: Hutprofile im GFK-Kanal (links); Injektionen im Steinzeugkanal (rechts)

Aufgrund des Versuchaufbaus konnte die Scherlast am GFK-Kanal vor Ausbau des Kanals aufgebracht werden; an den Steinzeugkanälen nach Ausbau[22]. Die Scherlast wurde in zwei Laststufen über einen Zeitraum von jeweils 30 Minuten aufgebracht. Tabelle 5 fasst die Parameter der Scherlastprüfung zusammen.

---

[21] Da im Betonkanal DN 300 zahlreiche Reparaturen bereits unmittelbar nach Ausführung den grundsätzlichen Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber nicht genügten, wurde auf die Scherlastprüfung im Betonkanal verzichtet.

[22] Die beim Ausbau veränderten bzw. beschädigten Prüfkörper wurden nicht mit Scherlast belastet.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 5: Parameter der Scherlastprüfung

Kanalrohr	Reparatur-verfahren	Last [kg]	Abstand von der Einbindungsstelle der Anschlussleitung in den Hauptkanal [cm]	Dauer [min]
GFK	Hutprofil	150	ca. 20	30
		500		
Steinzeug	Hutprofil	150	ca. 30	30
		500		
Steinzeug	Injektion	240	abhängig vom Injektionskörper	30
		800		

Ziel war es, Anhaltspunkte zu möglichen Auswirkungen von Scherlasten auf reparierte Anschlussstutzen zu gewinnen. Durch die Scherlast entstandene Schäden an den reparierten Anschlussstutzen wurden dokumentiert. Aufgrund der verfahrensbedingt nicht einheitlichen Prüfbedingungen (Lasteinleitungsstelle, Lasten) wurde auf eine Bewertung einzelner Reparaturverfahren verzichtet.

Schwefelsäure

Schwefelsäure kann im Abwasser, z.B. Industrieabwasser, enthalten sein. Bei der Ableitung dieses Abwassers kann die Schwefelsäure die bei der Reparatur der Anschlussstutzen eingesetzten Materialien angreifen.

Auswirkungen auf die eingesetzten Materialien sind auch durch die u. U. im Kanal stattfindende biogene Schwefelsäurekorrosion möglich (s. Abb. 39). Die biogene Schwefelsäurekorrosion tritt im Bereich der nicht ständig vom Abwasser benetzten Kanalwandung auf. Gerade in diesem Teil des Kanalrohres befinden sich i. d. R. auch die Anschlussstutzen.

Insbesondere bei noch nicht voll ausgelasteten Kanälen mit geringer Teilfüllung und fehlender Be- und Entlüftung ist mit der Entstehung von flüchtigen Schwefelsäureverbindungen zu rechnen. Diese Verbindungen gelangen durch Diffusion und Turbulenzen aus dem Abwasser in die Kanalatmosphäre und von dort an die Kanalwandung. An dieser werden die Verbindungen chemisch zu elementarem Schwefel oxidiert. Der Schwefel wird von in der Sielhaut auf der Kanalwandung lebenden Thiobazillen bei ausreichender Feuchtigkeit zu Schwefelsäure oxidiert. Schwefelsäure greift u.a. zementgebundene Werkstoffe an [10].

©2004 All rights reserved by GEK mbH

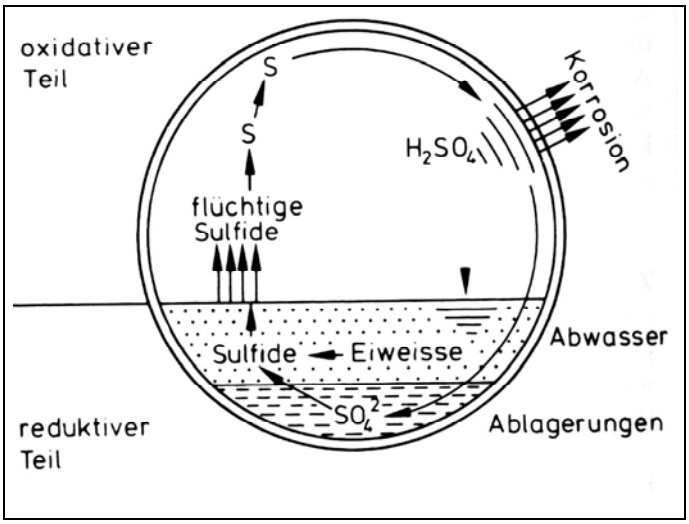


Abb. 39: Prinzipieller Ablauf der biogenen Schwefelsäurekorrosion [10]

Die Korrosionsgeschwindigkeit ist von der Werkstoffzusammensetzung und den verbleibenden Korrosionsprodukten abhängig. Sie beträgt beispielsweise im Gasraum bei kreisrunden Betonrohren maximal ca. 3 mm pro Jahr [11].

Zur Überprüfung der Beständigkeit der bei Reparaturen von Anschlussstutzen eingesetzten Materialien gegenüber Schwefelsäurebelastung wurden z.T. Materialproben aus den Reparaturstellen entnommen. Hierbei wurden nach Möglichkeit reine Materialproben und Verbundproben, also das Material in Verbindung mit dem jeweiligen Altrohr, hergestellt. Die Proben wurden über einen Zeitraum von vier Wochen in 2 %-iger Schwefelsäure eingelagert.

Um einen Vorher/Nachher-Vergleich zu ermöglichen, wurde der optische Zustand der Proben vor und nach der Einlagerung durch Fotos dokumentiert. Ein Anhaltspunkt für die Auswirkungen des Schwefelsäure-Angriffs ist der Gewichtsverlust der Proben durch diese Belastung. Daher wurden die Proben vor und nach der Einlagerung gewogen. Das grundsätzliche Verbundverhalten zwischen Material und Altrohr wurde zusätzlich am Probenrand manuell überprüft.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

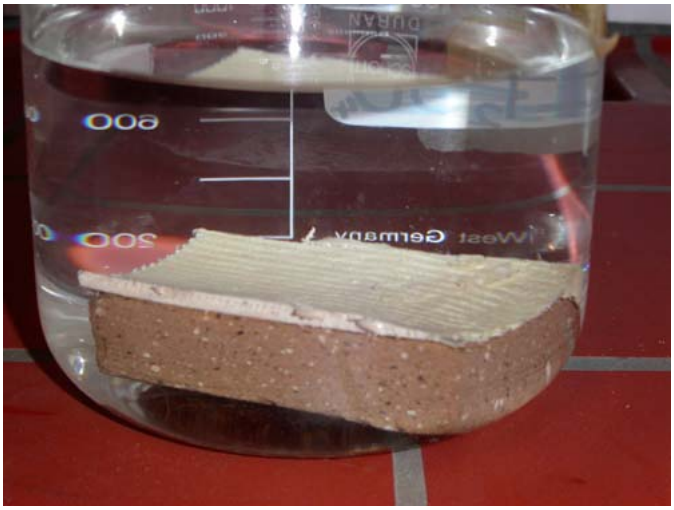


Abb. 40: Einlagerung einer Verbundprobe in 2%-iger Schwefelsäure

Ziel war es, Anhaltspunkte über die Auswirkungen der Schwefelsäure auf die bei Reparaturen von Anschlussstutzen eingesetzten Materialien zu gewinnen. Die Auswirkungen auf die Materialien wurden dokumentiert. Da die Probekörper-Geometrien verfahrensbedingt stark voneinander abwichen, wurde auf eine Bewertung einzelner Reparaturverfahren verzichtet.

2.3.3 Baustellen-Untersuchungen

Es wurde der Einsatz aller Reparaturverfahren des Tests in bestehenden Kanalnetzen auf insgesamt 13 Baustellen begleitet.

Nach Angabe der Verfahrensanbieter KMG GmbH und PKT GmbH & Co. KG wurden die Verfahren „Houseliner-Hutprofil (KMG GmbH)“ bzw. „Pyrolus-System (PKT GmbH & Co. KG)“ im Anschluss an die IKT-Systemprüfungen weiterentwickelt. Des Weiteren setzten beide Verfahrensanbieter auf den Baustellen andere Hutprofile ein und die KMG GmbH verwendete zusätzlich ein anderes Harz zur Imprägnierung des Hutprofils. Somit wurden auf den jeweiligen Baustellen bei der Untersuchung des „Houseliner-Hutprofils“ und des „Pyrolus-Systems“ zum Teil von der Systemprüfung abweichende Verfahrenskomponenten eingesetzt.

Der Verfahrensanbieter Umwelttechnik Strobel GmbH setzte während der Baustellen-Untersuchung eine neuentwickelte Dichtblase ein, welche auch die Reparaturdurchführung an im spitzen Anschlusswinkel angeschlossenen Anschlussleitungen ermöglicht.

Die Baustellen-Untersuchungen dienten zur Erfassung der Handhabbarkeit der Verfahren in bestehenden Kanalnetzen unter Insitu-Bedingungen (Verkehr, Wetter, Zeitdruck).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der Gesamteindruck der jeweiligen Maßnahme wurde eingeschätzt, z.B. wurde dokumentiert, wie etwaige Probleme vor Ort gelöst wurden und wie die gesamte Reparaturdurchführung erfolgte. Der Schwierigkeitsgrad der Reparaturdurchführung und der optische Eindruck des Reparaturergebnisses wurden festgehalten. Hierzu diente auch die Auswertung der von den jeweiligen Sanierungsfirmen während der Reparatur erstellten Foto-Dokumentation. Einflüsse auf den Kanalbetrieb während der Reparaturdurchführung und notwendige Zugangsmöglichkeiten zum Kanal wurden aufgenommen. Eine Befragung der ausführenden Techniker, z.B. hinsichtlich ihrer Qualifizierung, schloss die jeweilige Baustellen-Untersuchung ab.

Abb. 41: Eindrücke von Baustellen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

3 Ergebnisse

3.1 Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter

Die Angaben und Unterlagen der Verfahrensanbieter zur Qualitätssicherung wurden vom IKT ausgewertet. In

Tabelle 6 und Tabelle 7 ist die Auswertung für die Verfahrenshandbücher bzw. -beschreibungen, die Schulungen, die Prüfzeugnisse (z.B. bauaufsichtliche Zulassung) sowie die Fremdüberwachung zusammengestellt. Sofern Angaben gemacht wurden bzw. die Unterlagen vorlagen, ist in den Tabellen ein „ja“ eingetragen worden; ansonsten wurde ein „nein“ eingetragen.

Tabelle 6: Auswertung der Qualitätssicherung für die Injektionsverfahren

Injektionsverfahren	Verfahrens-handbuch/-beschreibung [ja/nein]	Schulungen [ja/nein]	Prüfzeugnisse [ja/nein]	Fremdüber-wachung [ja/nein]
DSS-Flex, DiTom-Kanaltechnik GmbH	ja	ja	nein	nein
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	ja	ja	nein	ja
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	ja	ja	nein	nein
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	ja	ja	nein	ja
KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG	ja	nein	nein	ja
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	ja	ja	nein	ja
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	nein	nein	nein	nein

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass keiner der insgesamt sieben Anbieter der Injektionsverfahren zu allen festgelegten Schwerpunkten der Qualitätssicherung Angaben gemacht hat bzw. Unterlagen zur Verfügung stellte.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 7: Auswertung der Qualitätssicherung für die Hutprofilverfahren

Hutprofilverfahren	Verfahrens-handbuch/-beschreibung [ja/nein]	Schulungen [ja/nein]	Prüfzeugnisse [ja/nein]	Fremdüber-wachung [ja/nein]
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	nein	ja	nein	nein
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG*	nein	ja	nein	nein
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	ja	ja	nein	nein
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechni-ken GmbH	ja	ja	ja	ja
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH	ja	ja	nein	nein
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	ja	ja	nein	nein

*Mit Hinweis auf den Patentschutz wurden z.T. keine Unterlagen zugesendet.

Tabelle 7 zeigt, dass lediglich von einem Anbieter der Hutprofilverfahren zu allen festgelegten Schwerpunkten der Qualitätssicherung Angaben gemacht bzw. Unterlagen zur Verfügung gestellt wurden.

Die von den Verfahrensanbietern zusätzlich zur Verfügung gestellten Materialempfehlungen sowie Informationen zur Umweltverträglichkeit und zu den Entsorgungsmöglichkeiten finden sich im Anhang II.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

3.2 Systemprüfungen

3.2.1 Reparatur von schadhaften Anschlussstutzen

Injektionsverfahren

Mit sechs von sieben Verfahren wurden jeweils drei der zur Verfügung stehenden **Standardschäden** in der Außenstrecke für Injektionsverfahren optisch ansprechend repariert. Mit einem Verfahren konnte nur einer der drei zur Verfügung stehenden Standardschäden optisch ansprechend repariert werden. Dennoch ermöglichte die Technik aller Verfahren grundsätzlich die Durchführung der Reparatur des Standardschadens für Injektionsverfahren.

Abb. 42: Injektionsverfahren - Beispiele für Reparaturergebnisse am Standardschaden: Optisch ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (links); Optisch ansprechend, Blick in die Anschlussleitung (mitte); Optisch nicht ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (rechts)

Die Reparaturdurchführung beim **Extremschaden** zeigte bei einigen Verfahren die Einsatzgrenzen auf. Dies kann unter anderem auf die eingesetzte Technik zurückgeführt werden. So ist z.B. die Dichtblase zum Verschluss der Anschlussleitung bei einigen Verfahren nicht flexibel genug, um auch im spitzen Winkel angeschlossene Anschlussleitungen abdichten zu können. Dies führte dazu, dass Verfahrensanbieter z.T. nicht alle drei zur Verfügung stehenden Extremschäden reparierten bzw. das zahlreiche Reparaturergebnisse optisch nicht ansprechend waren.

Des Weiteren wurde nach Abschluss aller Reparaturen der Extremschäden festgestellt, dass in Einzelfällen außergewöhnlich hohe Mengen Injektionsmaterial verpresst wurden, so dass in diesen Fällen eine Beeinflussung bereits durchgeführter Reparaturen durch andere Reparaturmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden konnte.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

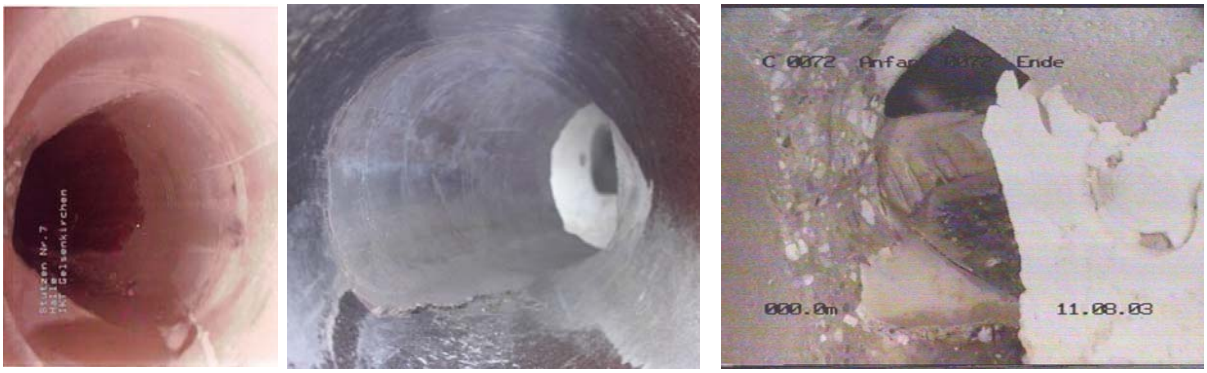


Abb. 43: Injektionsverfahren - Beispiele für Reparaturergebnisse am Extremschaden: Optisch ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (links); Optisch ansprechend, Blick in die Anschlussleitung (mitte); Optisch nicht ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (rechts)

Die bei den Reparaturen des Standardschadens sowie des Extremschadens durchgeführten Vorarbeiten waren grundlegend vergleichbar. Jedoch wurden unterschiedliche Injektionsmaterialien eingesetzt. Die verbrauchten Materialmengen und die Dauer der Reparaturdurchführung variierten in der Regel ebenfalls.

Bei einigen Verfahren erschwerten die im Anschlussbereich befindlichen Bodenpartikel die Reparaturdurchführung. Die jeweiligen Firmen waren z.T. nicht in der Lage, den Anschlussbereich zu säubern. Einzelne Techniker verursachten durch die von ihnen ausgeführten Fräsarbeiten und das daraus resultierende Fräsbild erhebliche Bodeneinbrüche an den jeweiligen Anschlussstutzen. Auch dies erschwerte die Reparaturdurchführung.

In Tabelle 8 und Tabelle 9 sind die durchgeführten Vorarbeiten, eingesetzten Materialien, die jeweils verbrauchte Materialmenge, die Dauer der Reparaturdurchführung und Besonderheiten der jeweiligen Reparaturmaßnahmen für den Standardschaden und den Extremschaden zusammengestellt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 8: Zusammenstellung der Reparaturen des Standardschadens mit Injektionsverfahren

Verfahrensbezeichnung, Ausführende Firma	Stutzen	Vorarbeiten	Injektionsmaterial	Materialmenge [kg]	Dauer (Fräsen bis Aushärtung) [h]	Bemerkung
DSS-Flex, Fa. DiTom- Kanaltechnik GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	DSS-Injekt (Mörtel)	ca. 15	ca. 1,5	-
	2			ca. 15	ca. 1,5	Geringfügige technische Probleme, wodurch unmittelbar nach der Injektion der Druck an der Schalung abfiel.
	3			ca. 15	ca. 1,5	-
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	1	Fräsen; HD-Spülung	Ergelit-Kanaltec CF (Mörtel)	ca. 25	ca. 1,5	-
	2			ca. 15	ca. 1,5	-
	3			ca. 15	ca. 1,5	-
IMS Injektionsverfahren, IMS GmbH	1	HD-Spülung	Carbolith AS (Harz)	ca. 6	ca. 1	-
	2			ca. 5	ca. 1	-
	3			ca. 5	ca. 1	-
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	JaGoSil (Harz)	ca. 40	ca. 2	Die Schadstellen wurden über den Bohrlochumfang und die gesamte Hauptrohrwanddicke aufgefräst, was aufgrund des einbrechenden Bodens die Reparaturdurchführung erschwerte.
	2			ca. 45	ca. 2	
	3			ca. 60	ca. 3	
KA-TE Schalungsmanschette, Katec GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Concresive 1850 (Harz); Spachtelmasse 1355	ca. 5,5	ca. 8*	-
	2			ca. 5,5	ca. 8*	-
	3			ca. 5,5	ca. 8*	-
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Service GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	KASPOX 02 (Harz)	ca. 4	ca. 1,5	-
	2		DTI EPH 230 (Harz)	ca. 4	ca. 1,5	-
	3		KASPOX 02 (Harz)	ca. 4	ca. 1,5	-
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Sealtec VM-KS (Mörtel)	ca. 28	ca. 1,5	-
	2			ca. 75	ca. 6	Die Schadstellen wurden über den Bohrlochumfang und die gesamte Hauptrohrwanddicke aufgefräst, was aufgrund des einbrechenden Bodens die Reparaturdurchführung erschwerte, so dass der ausführende Techniker die Schadstelle nicht verfüllen konnte. Am dritten Stutzen wurde durch den Druck der Dichtblase z.T. die Anschlussleitung zerstört.
	3			ca. 75	ca. 6	

*Bei dem KA-TE-Verfahren wird mit einer Schalung gearbeitet, welche i.d.R. mehrere Stunden im Kanal verbleibt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 9: Zusammenstellung der Reparaturen des Extremschadens mit Injektionsverfahren

Verfahrensbezeichnung, Ausführende Firma	Stutzen	Vorarbeiten	Injektionsmaterial	Materialmenge [kg]	Dauer (Fräsen bis Aushärtung) [h]	Bemerkung
DSS-Flex, Fa. DiTom- Kanaltechnik GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Ergelit-Kanaltec IS (Mörtel)	ca. 20	ca. 1,5	Geringfügige technische Probleme mit dem Sanierungssystem beim Verpressen; erneutes Verpressen notwendig.
	2			ca. 20	ca. 1,5	-
	3			ca. 25	ca. 1,5	-
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	1	Fräsen; HD-Spülung	Ergelit-Kanaltec CF (Mörtel)	ca. 50	ca. 2	Zweimaliges Verpressen notwendig.
	2			ca. 25	ca. 1,5	-
	3			ca. 30	ca. 1,5	-
IMS Injektionsverfahren, IMS GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Carbolith AS (Harz)	ca. 10	ca. 2	Die Dichtblase des Packers konnte nicht in die Anschlussleitung eingeführt werden, so dass das Harz nicht verpresst werden konnte. Auf eine Reparatur des dritten Stutzens wurde verzichtet.
	2			ca. 10	ca. 2	
	3			-	-	
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	JaGoSil (Harz)	ca. 43	ca. 2	Die Schadstellen wurden über den Bohrlochumfang und die gesamte Hauptrohrwanddicke aufgefräst, was aufgrund des einbrechenden Bodens die Reparaturdurchführung erschwerte. Am zweiten Stutzen wurde durch den Druck der Dichtblase die Anschlussleitung z.T. zerstört. Die Reparatur des zweiten Stutzens wurde abgebrochen. Eine Beeinflussung der benachbarten Reparaturstellen durch die Reparaturen des ersten und dritten Stutzens kann nicht ausgeschlossen werden (vgl. Bewertung).
	2			ca. 20	ca. 2	
	3			ca. 45	ca. 2	
KA-TE Schalungsmanschette, Katec GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Concresive 1850 (Harz)	ca. 11	ca. 8*	An allen Stutzen zweimaliges Verpressen notwendig.
	2			ca. 11	ca. 8*	
	3			ca. 11	ca. 8*	
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Service GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	PRO KASPOX 02 (Harz)	ca. 10	ca. 8	Die Dichtblase des Packers konnte nicht in die Anschlussleitung eingeführt werden, so dass das Harz zunächst nicht verpresst werden konnte. Eine Modifikation der Dichtblase führte trotz mehrerer Reparaturversuche nicht zum gewünschten Ergebnis.
	2			ca. 10	ca. 8	
	3			ca. 10	ca. 8	
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Sealtec VM-KS (Mörtel)	ca. 30	ca. 1,5	Die in die Anschlussleitung eingeführte Dichtblase verschloss z.T die Schadstelle, so dass das Injektionsmaterial sich nicht optimal in der Schadstelle verteilte und am dritten Stutzen der Mörtel über das nicht reparierte benachbarte Bohrloch in den Hauptkanal zurückfloss. Die Reparatur des dritten Stutzens wurde daher abgebrochen.
	2			ca. 25	ca. 1,5	
	3			ca. 25	ca. 1,5	

*Bei dem KA-TE-Verfahren wird mit einer Schalung gearbeitet, welche i.d.R. mehrere Stunden im Kanal verbleibt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Hutprofilverfahren

Mit den im Steinzeugkanal einsetzbaren Verfahren wurden die jeweils drei zur Verfügung stehenden Standardschäden in der Außenstrecke für Hutprofilverfahren repariert. Die Technik aller eingesetzten Verfahren ermöglichte die Durchführung der Reparatur des Standardschadens für Hutprofilverfahren.

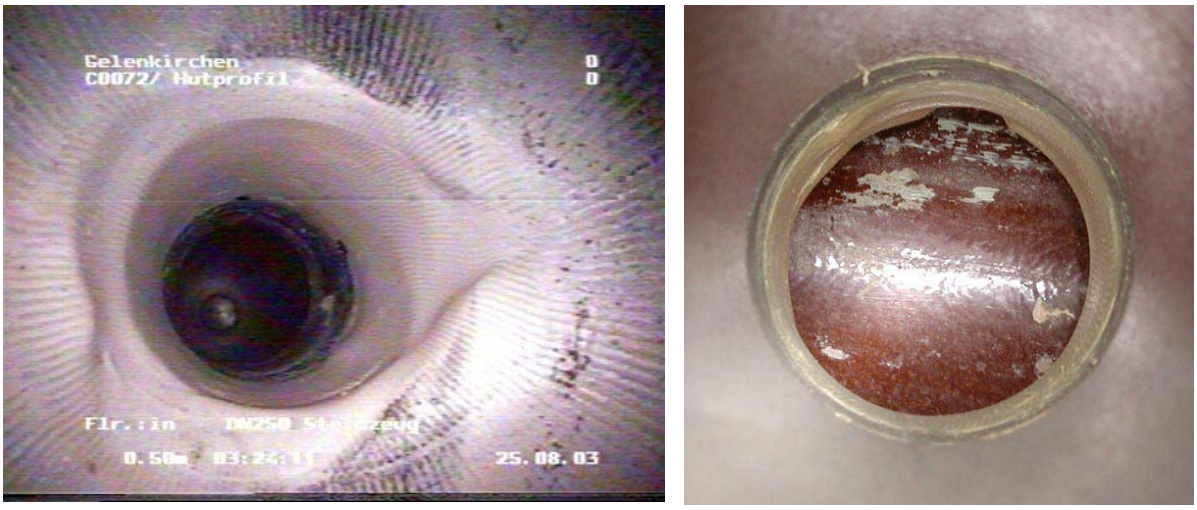


Abb. 44: Hutprofilverfahren - Beispiel für ein Reparaturergebnis am Standardschaden: Optisch ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (links); Optisch ansprechend, Blick in die Anschlussleitung (rechts)

Auch die jeweils drei zur Verfügung stehenden Extremschäden wurden mit den im GFK-Kanal einsetzbaren Verfahren repariert. Die Technik aller eingesetzten Verfahren ermöglichte auch hier die Durchführung der Reparatur des Extremschadens für Hutprofilverfahren.

Abb. 45: Hutprofilverfahren - Beispiel für ein Reparaturergebnis am Extremschaden: Optisch ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (links); Optisch ansprechend, Blick in die Anschlussleitung (mitte); Optisch nicht ansprechend, Ansicht aus dem Hauptkanal (rechts)

Die bei den Reparaturen des Standardschadens sowie des Extremschadens durchgeführten Vorarbeiten waren grundlegend vergleichbar. Die jeweils eingesetzten Hutprofile bzw. Harze waren unterschiedlich. Die Harztränkung der Hutprofile wurde

©2004 All rights reserved by GEK mbH

von fünf Verfahrensanbietern allein manuell durchgeführt. Lediglich ein Verfahrensanbieter unterstützte die Harztränkung der Hutprofile durch Erzeugung eines Vakuums. Die Dauer der Reparaturdurchführung variierte in der Regel.

In Tabelle 10 und Tabelle 11 sind die durchgeführten Vorarbeiten, eingesetzten Materialien (Trägermaterial und Harz), die Dauer der Reparatur und Besonderheiten der jeweiligen Reparaturmaßnahmen für den Standardschaden und den Extremschaden zusammengestellt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 10: Zusammenstellung der Reparaturen des Standardschadens mit Hutprofilverfahren

Verfahrensbezeichnung, Ausführende Firma	Stutzen	Vorarbeiten	Hutprofil und Harz	Tränkung des Hutprofils	Dauer (Fräsen bis Aushärtung) [h]	Bemerkung
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	1	HD-Spülung	Polyestergewebe mit Polyurethanharz 3 P	manuell	ca. 2,5	-
	2		Polyestergewebe mit Epoxidharz KMG 730		ca. 2	-
	3		Polyestergewebe mit Epoxidharz KMG 730		ca. 6	Nach der Reparatur wurde erhebliche Faltenbildung am Hutprofil festgestellt; Wiederholung der Reparatur an gleicher Stelle.
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Der Hutstutzen für DS CityLiner wurde nicht für den unmittelbaren Einsatz auf dem Altrohrwerkstoff Steinzeug konzipiert. Das Altrohr sollte zunächst mit einem Part- bzw. Schlauchliner ausgekleidet werden. Das Verfahren wurde beim Standardschaden nicht eingesetzt.					
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Das Insituform-Hutprofil wurde nicht für den unmittelbaren Einsatz auf dem Altrohrwerkstoff Steinzeug konzipiert. Das Altrohr sollte zunächst mit einem Part- bzw. Schlauchliner ausgekleidet werden. Das Verfahren wurde beim Standardschaden nicht eingesetzt.					
IMS-Hutprofilverfahren, IMS GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Polyestergewebe mit Multi-Point-Liner-System-Harz 2000	manuell	ca. 1,5	-
	2				ca. 1,5	-
	3				ca. 1,5	-
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Service GmbH GmbH	1	Fräsen; HD-Spülung	Nadelfilz mit Epoxidharz Interdesco 410	manuell	ca. 1,5	-
	2				ca. 1,5	-
	3				ca. 1,5	-
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	1	Fräsen	Polyestergewebe mit Epoxidharz Konudur 160 Brawo 3	manuell	ca. 4	-
	2	-	Polyestergewebe mit Epoxidharz Konudur 160 Brawo 1		ca. 5	Technische Probleme am Sanierungssystem
	3	-	Polyestergewebe mit Epoxidharz Konudur 160 Brawo 1		ca. 3	-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 11: Zusammenstellung der Reparaturen des Extremschadens mit Hutprofilverfahren

Verfahrensbezeichnung, Ausführende Firma	Stutzen	Vorarbeiten	Hutprofil und Harz	Tränkung des Hutprofils	Dauer (Fräsen bis Aushärtung) [h]	Bemerkung
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	1	HD-Spülung	Polyestergewebe mit Epoxidharz KMG 730	manuell	ca. 7	Erhebliche technische Probleme. Das Hutprofil konnte nicht komplett in den Anschluss invertiert werden, so dass Nacharbeiten mit dem Fräser notwendig wurden.
	2				-	Bei der Reparaturdurchführung ist der Kalibrierschlauch geplatzt; Reparatur abgebrochen.
	3				ca. 2	-
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	1	-	Polyestergewebe mit Harz Alocan	manuell	ca. 1	-
	2	-			ca. 1	-
	3	-			ca. 1	-
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	1	Injektion des Harzes PRO KASPOX 02 durch die Fa. ProKasro Service GmbH	Nadelfilz mit Epoxidharz E 96	manuell unter Vakuumerzeugung	ca. 2	-
	2				ca. 2	-
	3				ca. 2	-
IMS-Hutprofilverfahren, IMS GmbH	1	HD-Spülung	Polyestergewebe mit Multi-Point-Liner-System-Harz 2000	manuell	ca. 1,5	-
	2				ca. 1,5	-
	3				ca. 1,5	-
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Service GmbH GmbH	1	Aufrauen mit einer Drahtbürste	Nadelfilz mit Epoxidharz Interdesco 410	manuell	ca. 1,5	-
	2				ca. 1,5	-
	3				ca. 1,5	-
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	Das System kann laut Hersteller nicht in Nennweiten > DN 300 eingesetzt werden. Das System wurde daher beim Extremschaden (GFK-Kanal DN 500) nicht eingesetzt.					

©2004 All rights reserved by GEK mbH

3.2.2 Belastung durch Hochdruckreinigung

Die Beanspruchung durch Hochdruckspülung unter Zugabe von Kalkstein-Edelsplitt führte an vielen Reparaturstellen zu starkem Abrieb und z.T. zur Ablösung des Materials vom Altrohr.

Bei zahlreichen Hutprofilen war vor allem der an der Innenwandung des Hauptrohres anliegende Kragen beschädigt. Teilweise wurde der Verbund von Hutprofil und Altrohr beeinträchtigt, so dass sich der Kragen von der Rohrinnenwandung ablöste. Der in der Anschlussleitung liegende Hutmantel wurde i.d.R. nur geringfügig beeinflusst. Ein Ablösen des Hutmantels von der Wandung der Anschlussleitung aufgrund der Hochdruckspülung wurde nicht festgestellt.

Bei den mit Injektion reparierten Anschlussstutzen führte die Hochdruckreinigung hauptsächlich zu Abplatzungen an den im Hauptkanal liegenden Teilen der Injektionskörper. Teilweise wurden auch größere Ausbrüche festgestellt. Ähnlich wie bei den Hutprofilen wurden an den in der Anschlussleitung liegenden Teilen der Injektionskörper nur geringfügige Veränderungen und keine Ablösung von der Wandung der Anschlussleitung festgestellt.

Abb. 46: Beispiele für Veränderungen durch Hochdruckspülung: Injektionskörper, Ansicht aus dem Hauptkanal (links); Hutprofile, Ansicht aus dem Hauptkanal (mitte, rechts)

Die charakteristischen Zustandsbilder nach HD-Reinigung sind für die einzelnen Verfahren im Anhang IV zusammengestellt.

3.2.3 Dichtheitsprüfungen mit Außenwasserdruck und Innenwasserdruck

Die Mehrzahl der Reparaturstellen war bei den Dichtheitsprüfungen mit Außenwasserdruck bzw. Innenwasserdruck undicht.

An den mit Injektion reparierten Standardschäden wurden bei einem Innenwasserdruck von 0,1 bar bereits an über 70 % der Anschlussstutzen Undichtigkeiten festge-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

stellt; bei den mit Hutprofilen reparierten Standardschäden an nahezu 70 % der Anschlussstutzen.

Bei den mit Injektion reparierten Extremschäden führte bereits der Außenwasserdruck in Rohrscheitelhöhe zu Undichtigkeiten an über 70 % der Anschlussstutzen, unter Innenwasserdruck waren über 80% der Stutzen undicht. Bei den mit Hutprofilen reparierten Extremschäden waren über 90 % der Anschlussstutzen unter Außenwasserdruck (50 cm über Rohrscheitel) und 100% unter Innenwasserdruck undicht.

Die Belastung der Reparaturstellen durch Hochdruckspülung führte an zahlreichen, unmittelbar nach der Reparaturdurchführung dichten Anschlussstutzen zu Undichtigkeiten.

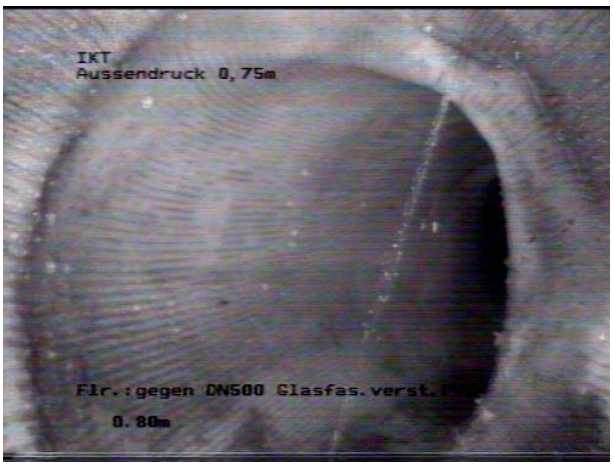


Abb. 47: Dichtheitsprüfungen: Wassereintritt bei Außenwasserdruck an einem Hutprofil (links); Bsp. Wasseraustritt bei Innenwasserdruck an einem Injektionskörper (rechts)

Die nachfolgende Abbildung 48 fasst die Ergebnisse der ausgeführten Dichtheitsprüfungen an den mit Injektion reparierten Standardschäden (21 Stück) und Extremschäden (17 Stück[23]) sowie an den mit Hutprofilen reparierten Standardschäden (12 Stück) und Extremschäden (15 Stück) zusammen.

[23] Nach Abschluss aller Reparaturen der Extremschäden wurde festgestellt, dass in vier Fällen eine Beeinflussung bereits ausgeführter Reparaturen durch spätere Reparaturmaßnahmen an anderer Stelle nicht sicher ausgeschlossen werden konnte. Diese Reparaturstellen wurden daher in der Bewertung der abschließenden Dichtheitsprüfungen nicht berücksichtigt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

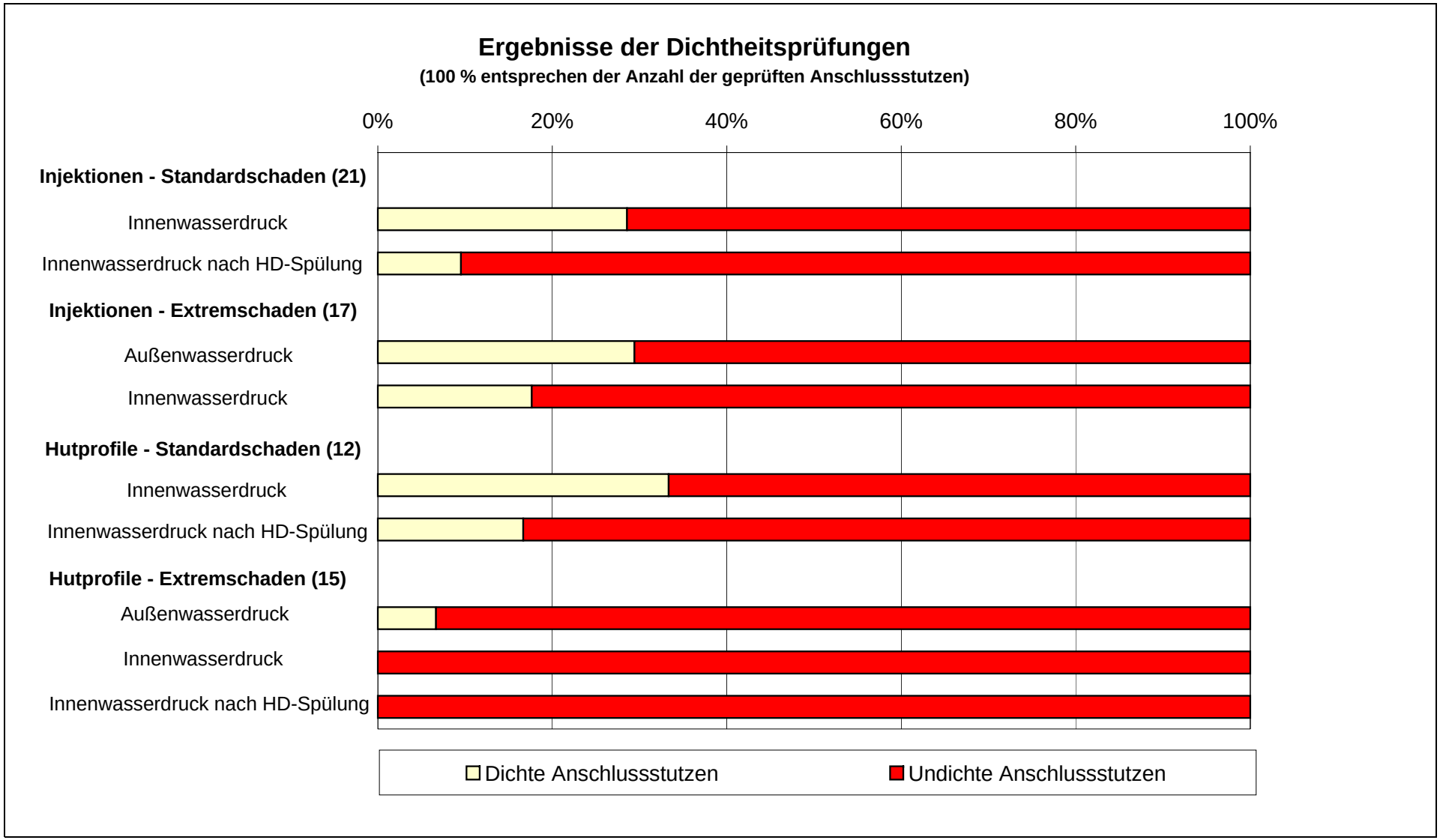


Abb. 48: Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Die detaillierten Ergebnisse der Dichtheitsprüfung für die jeweiligen Verfahren sind in Tabelle 12 und Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 12: Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen für die Injektionsverfahren

Verfahren	Standardschaden						Extremschaden			
	Anzahl geprüfter Reparaturen	Dicht bei Innenwasserdruck			Dicht bei Innenwasserdruck nach HD-Spülung		Anzahl geprüfter Reparaturen	Dicht bei Außenwasser-druck	Dicht bei Innenwasserdruck	
		0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	0,3 bar	0,5 bar		Rohrscheitel-höhe	0,3 bar	0,5 bar
DSS- Flex	3	0	0	0	0	0	3	2	2	2
Hächler-Verpresssystem	3	1	1	1	0	0	2	2	1	1
IMS Stutzensanierung mit Injektion	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Janßen-Stutzensanierung	3	1	1	1	0	0	3	1	0	0
KA- TE Schalungs-manschette	3	3	3	3	1	1	1	0	0	0
ProKasro-Verpresssystem	3	1	1	1	1	1	2	0	0	0
Strobel-Betonverfahren	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0

Bereits 15 der 21 mit Injektionsverfahren reparierten Standardschäden waren bei einem Innenwasserdruck von 0,1 bar undicht. Lediglich sechs der mit Injektionsverfahren reparierten Standardschäden zeigten bei einem Prüfdruck bis 0,5 bar keine Undichtigkeiten. Nach der Belastung mit Hochdruckspülungen wurden an vier der sechs zunächst dichten Reparaturstellen Undichtigkeiten festgestellt. An den mit Injektionsverfahren reparierten Extremschäden führte bereits ein Außenwasserdruck in Rohrscheitelhöhe zu Undichtigkeiten an 12 der 17 Reparaturstellen. Nur drei der verbliebenen fünf Reparaturstellen waren bei einem Innenwasserdruck von bis zu 0,5 bar dicht.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 13: Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen für die Hutprofilverfahren

Verfahren	Standardschaden						Extremschaden					
	Anzahl geprüfter Reparaturen	Dicht bei Innenwasserdruck			Dicht bei Innenwasserdruck nach HD-Spülung		Anzahl geprüfter Reparaturen	Dicht bei Außenwasser-druck	Dicht bei Innenwasserdruck		Dicht bei Innenwasserdruck nach HD-Spülung	
		0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	0,3 bar	0,5 bar		50 cm über Rohrscheitel	0,3 bar	0,5 bar	0,3 bar	0,5 bar
Houseliner-Hutprofil	3	2	2	2	2	2	3	0	0	0	0	0
Hutstutzen für DS CityLiner	-	-	-	-	-	-	3	0	0	0	0	0
IMS-Hutprofil	3	2	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0
Insituform-Hutprofil	-	-	-	-	-	-	3	1	0	0	0	0
ProKasro-Laminathut-Setzsystem	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Pyrolus-System	3	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-

Die 12 Reparaturen des Standardschadens mit Hutprofilen führten lediglich an vier Reparaturstellen zu einer Abdichtung der Schadstelle. Zwei dieser vier Hutprofile verloren ihre Dichtwirkung durch die Belastung mit Hochdruckspülung. Die Belastung der mit Hutprofilen reparierten Extremschäden durch einen Außenwasserdruck in Rohrscheitelhöhe führte bereits an 14 von 15 Reparaturstellen zu Undichtigkeiten. Bei den Innenwasserdruckprüfungen wurden an allen Reparaturstellen Undichtigkeiten festgestellt.

3.2.4 Abflussrisiken[24]

Der Querschnittsdurchmesser der Anschlussstutzen wurde z.T durch die Injektionskörper im Steinzeugkanal (Standardschaden) am Übergangsbereich zum Hauptkanal auf ca. 120 mm reduziert. Jedoch ist eine nennenswerte negative Beeinträchtigung des Abwasserabflusses durch die gemessenen Querschnittsreduzierungen unwahrscheinlich. Abflusshindernisse, wie z.B. Kanten, wurden bei der optischen Kontrolle an den Injektionskörpern nicht festgestellt.

Die Hutprofile reduzierten den Querschnittsdurchmesser der Anschlussstutzen im Steinzeugkanal (Standardschaden) am Übergangsbereich zum Hauptkanal z.T. auf ca. 130 mm. Auch hier ist eine negative Beeinflussung des Abwasserabflusses durch die Querschnittsreduzierung unwahrscheinlich. An einigen Hutprofilen wurden jedoch mögliche Abflusshindernisse in Form von Kanten bzw. Falten festgestellt.

[24] Da im Betonkanal DN 300 zahlreiche Reparaturstellen bereits den grundsätzlichen Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber nicht genügten, wurde auf weitere Untersuchungen der Reparaturstellen im Betonkanal verzichtet (vgl. 2.3.2.4).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Im GFK-Kanal (Extremschaden) reduzierten die Hutprofile den Querschnittsdurchmesser der Anschlussstutzen am Übergangsbereich zum Hauptkanal z.T. auf ca. 110 mm. An zahlreichen Hutprofilen wurde starke Falten- und Kantenbildung festgestellt, die den Abwasserabfluss mit großer Wahrscheinlichkeit beeinträchtigen würden. Gleichzeitig besteht durch diese Kanten bzw. Falten eine erhöhte Verstopfungsgefahr. Die starke Kanten- und Faltenbildung sowie die z.T. erheblichen Querschnittsreduzierungen können auf das zu reparierende Schadensbild, vor allem den spitzen Anschlusswinkel der Anschlussleitung, zurückgeführt werden.

Abb. 49: Blick von außen in die abgesägte Anschlussleitung (Hauptkanal GFK): Querschnittsreduzierung (links); Kantenbildung (mitte); Faltenbildung (rechts)

Eine detaillierte Zusammenstellung der Ergebnisse der optischen Begutachtung und der Messungen findet sich im Anhang V.

3.2.5 Betriebliche Einwirkungen

An den durch **Scherlast** belasteten Hutprofilen und Injektionskörpern entstanden keine bzw. nur geringfügige Schäden. Die Belastung der Anschlussleitungen mit den Hutprofilen durch eine Scherlast von 150 kg führte zu keinen optischen Beschädigungen an den Hutprofilen. Erst eine Belastung in Höhe von 500 kg führte an fünf Hutprofilen zu geringfügigen Schäden (Rissbildungen und Abplatzungen). Auch die Injektionskörper zeigten eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber den auf die Anschlussleitung aufgebrachten Scherlasten, welche i.d.R. keine Schäden an den Injektionskörpern verursachten. Lediglich bei einem Injektionskörper führte eine Scherlast in Höhe von 800 kg auf der Anschlussleitung zum Ausbruch der Anschlussleitung aus dem Injektionskörper.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 50: Riss im Übergangsbereich Hutkrempe-Hutmantel bei extremer Scherlast-Einwirkung (500 kg) (links); Bei extremer Scherlast-Einwirkung (800 kg) aus dem Injektionskörper herausgebrochene Anschlussleitung (rechts)

Die **Schwefelsäure**-Belastung der aus den Hutprofilen entnommenen Verbund- und Einzelproben zeigte deutlich eine Flüssigkeitsaufnahme der Proben. Selbst nach Trocknung der Proben lag noch eine Gewichtszunahme von bis zu 4% vor. Der optische Zustand war nicht nennenswert verändert und auch das Verbundverhalten zwischen Hutprofil- und Rohrmaterial schien unbeeinflusst (Abb. 51).

Die aus den Injektionskörpern entnommenen Harzproben zeigten ebenfalls an zahlreichen Proben eine Gewichtszunahme (bis zu ca. 1 %). Der Verbund zwischen Harzmaterialien und Rohrmaterial schien ähnlich wie bei den Hutprofilproben unbeeinflusst. Die aus den Injektionskörpern entnommenen Mörtelproben wurden durch die Schwefelsäure-Belastung erwartungsgemäß stark angegriffen, so dass der Mörtel sich auflöste (Abb. 51).

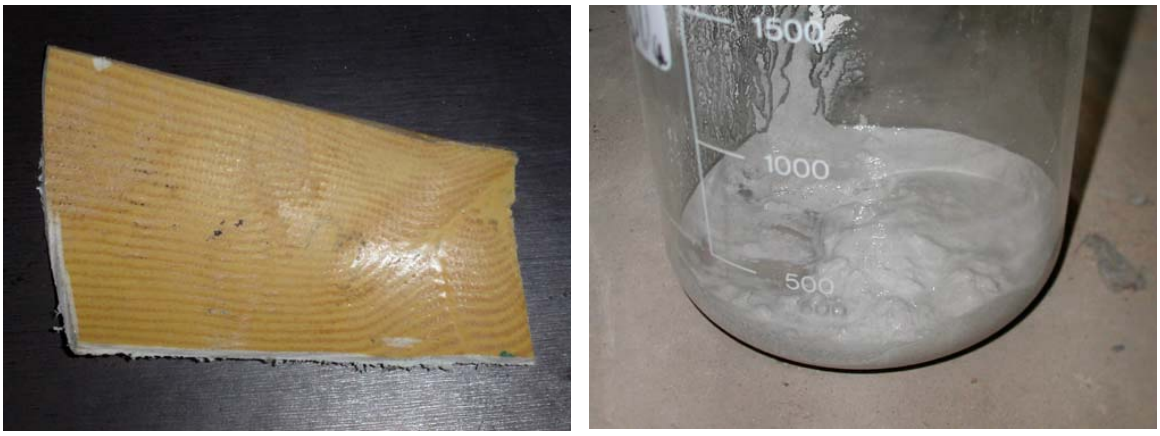


Abb. 51: Proben nach Schwefelsäurebelastung: Hutprofilprobe (links); zersetzte Mörtelprobe (rechts)

©2004 All rights reserved by GEK mbH

3.3 Baustellen-Untersuchungen

Während der Baustellen-Untersuchungen wurde die Reparatur von 27 Anschlussstutzen begleitet (18 Injektionen und 9 Hutprofile).

Der Gesamteindruck bei der Durchführung der Reparaturen während der Baustellen-Untersuchungen war im Wesentlichen positiv. Der Einsatz der Verfahren auf den Baustellen lief – bis auf z.T. aufgetretene, geringfügige technische Schwierigkeiten, die unmittelbar vor Ort behoben wurden – problemlos ab. Dies deutete auch auf eine durchgängig hohe Qualifikation des ausführenden Personals hin. Dieser Eindruck korrespondiert auch mit den Aussagen der Techniker, welche i.d.R. umfassende Schulungen und langjährige Erfahrung mit dem jeweiligen Verfahren angaben.

Zum Großteil dienten die Hutprofile zur Anbindung von Anschlussleitungen an mit Inlinern sanierte Hauptkanäle (7/9). Lediglich zwei Hutprofile wurden für die Reparatur von Anschlussstutzen im nicht sanierten Altkanal eingesetzt. Negativ anzumerken ist, dass auch auf den Baustellen bei fast allen Hutprofilverfahren die Harztränkung nur manuell erfolgte. Die vollflächige Tränkung der Hutprofile kann dabei nicht sichergestellt werden.

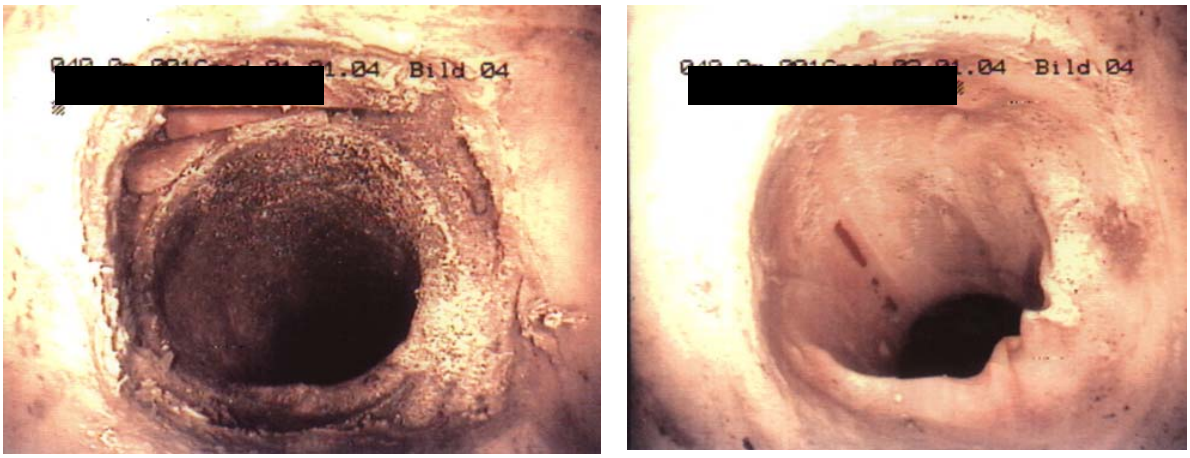


Abb. 52: Insitu-Beispiel: Schadensbild (links); Ergebnis der Reparatur mit einem Hutprofil (rechts)

Mit der Mehrzahl der Injektionen wurden Anschlussstutzen im nicht sanierten Altkanal repariert (10/18). Allerdings wurden auch zahlreiche Injektionen zur Anbindung von Anschlussleitungen im mit Schlauchliner bzw. Partliner sanierten Hauptkanal durchgeführt (8/18).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

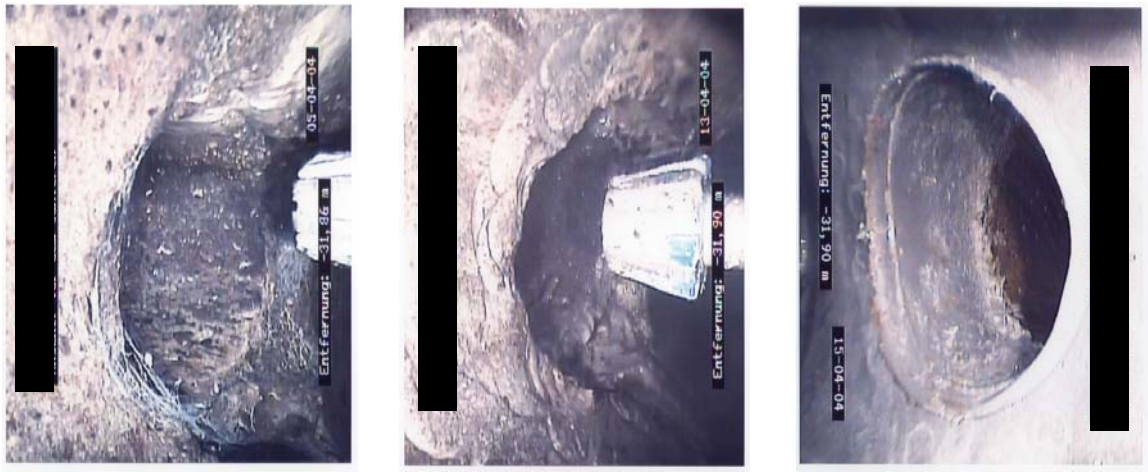


Abb. 53: Insitu-Beispiel: Schadensbild (links); Stutzen nach dem Fräsen (mitte); Ergebnis der Reparatur mit Injektion (rechts)

Der optische Eindruck der Reparaturergebnisse wurde bei den Baustellen-Untersuchungen durchweg positiv eingeschätzt. Dies lässt den Schluss zu, dass die Funktionsfähigkeit der Anschlüsse durch die jeweilige Reparaturmaßnahme deutlich verbessert wurde, wobei sich diese Beurteilung auf die bei den Kamerabefahrungen im Hauptkanal ersichtlichen Ergebnisse bezieht. Die reparierten Anschlussstutzen wurden i.d.R. nicht auf Dichtheit geprüft.

Eine detaillierte Beschreibung und -auswertung der Baustellen-Untersuchungen ist im Anhang VI zu finden.

4 Prüfurteil, Gesamturteil und empfohlene Verbesserungen

Bewertung der Ergebnisse

Ziel des IKT-Warentests ist es, die am Markt angebotenen Produkte bzw.Verfahren zu bewerten, Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen entsprechenden Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Produkt- bzw. Verfahrensanbietern auch genutzt werden. Der Kanalnetzbetreiber als Kunde gibt vor, welche Qualitätsanforderungen an die Produkte bzw. Verfahren gestellt werden und wie die Produkte bzw. Verfahren vor diesem Hintergrund zu bewerten sind.

Dementsprechend wurde in den Arbeitssitzungen des IKT-Warentests „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ das Vorgehen zur Bewertung der Verfahren von den beteiligten Kanalnetzbetreibern festgelegt.

Für die jeweiligen Verfahren werden demnach aus den Bewertungsschwerpunkten *„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“* und *„Systemprüfungen“* getrennte Prü-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

furteile für die Anwendungsfälle I „Standardschaden“ bzw. II „Extremschaden“ gebildet.

Die Handhabbarkeit der Reparaturverfahren unter Insitu-Bedingungen wird auf Baustellen untersucht. Aufgrund der auf Baustellen nicht vergleichbaren Randbedingungen fließen die Ergebnisse aus den Baustellen-Untersuchungen nicht in die Ermittlung der IKT-Prüfurteile (Noten) für die Verfahren ein, sondern werden als Zusatzinformationen im Gesamturteil berücksichtigt.

Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“

Der Bewertungsschwerpunkt *„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“* geht mit 15% in die Prüfurteile ein.

In den Bewertungsschwerpunkt fließen die vier Bewertungsfälle „Verfahrenshandbuch bzw. -beschreibung“, „Schulungen“, „Prüfzeugnisse“ und „Fremdüberwachung“ ein. Die Bewertungsfälle werden nach dem Kriterium „vorhanden (ja)“/„nicht vorhanden (nein)“ bewertet.

Die Bewertungsfälle haben jeweils einen Einfluss von 25% auf die Note für den Bewertungsschwerpunkt *„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter*“, die von „sehr gut (1,0)“ (4 x ja) bis „mangelhaft (5,0)“ (4 x nein) gestaffelt ist (vgl. Tabelle 14).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 14: Bewertungsschema für den Schwerpunkt „Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“ auf Basis der vier Bewertungsfälle („Verfahrenshandbuch bzw. -beschreibung“, „Schulungen“, „Prüfzeugnisse“, „Fremdüberwachung“)

Unterlagen vorhanden?				Note
Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV	
ja	ja	ja	ja	1,0
ja	ja	ja	nein	2,0
ja	ja	nein	nein	3,0
ja	nein	nein	nein	4,0
nein	nein	nein	nein	5,0

In Tabelle 15 und Tabelle 16 sind die sich vor diesem Hintergrund ergebenden Bewertungen und Noten für die Injektions- und Hutprofilverfahren zusammengefasst.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 15: Noten für die *„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“* - Injektionsverfahren

Injektionsverfahren	Verfahrens-handbuch/-beschreibung [ja/nein]	Schulungen [ja/nein]	Prüfzeug-nisse [ja/nein]	Fremdüber-wachung [ja/nein]	Note
DSS-Flex, Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	ja	ja	nein	nein	befriedigend (3,0)
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	ja	ja	nein	ja	gut (2,0)
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	ja	ja	nein	nein	befriedigend (3,0)
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	ja	ja	nein	ja	gut (2,0)
KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG	ja	nein	nein	ja	befriedigend (3,0)
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	ja	ja	nein	ja	gut (2,0)
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	nein	nein	nein	nein	mangelhaft (5,0)

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 16: Noten für die *„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter“* - Hutprofilverfahren

Hutprofilverfahren	Verfahrens-handbuch/-beschreibung [ja/nein]	Schulungen [ja/nein]	Prüfzeug-nisse [ja/nein]	Fremdüber-wachung [ja/nein]	Note
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	nein	ja	nein	nein	ausreichend (4,0)
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	nein	ja	nein	nein	ausreichend (4,0)
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	ja	ja	nein	nein	befriedigend (3,0)
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	ja	ja	ja	ja	sehr gut (1,0)
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH	ja	ja	nein	nein	befriedigend (3,0)
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	ja	ja	nein	nein	befriedigend (3,0)

Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“

Die Bewertungsschwerpunkte *„Systemprüfungen Standardschaden (Anwendungsfall I)“* bzw. *„Systemprüfungen Extremschaden (Anwendungsfall II)“* gehen mit 85% in die jeweiligen Prüfurteile ein.

Für beide Bewertungsschwerpunkte werden Noten von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“ vergeben.

In die beiden Bewertungsschwerpunkte fließen die Bewertungsfälle „Reparatur des Standardschadens“ bzw. „Reparatur des Extremschadens“ und „Belastung durch HD-Spülung“ ein. Die Bewertungsfälle werden nach den Kriterien „Funktionsfähigkeit (optischer Zustand)“ und „Dichtheit“ bewertet.

Das Kriterium „Funktionsfähigkeit (optischer Zustand)“ gibt wieder, ob durch die Reparaturmaßnahme die Entsorgungssicherheit am Anschlussstutzen wiederhergestellt wurde, d.h. die Abwasserableitung zweifelsfrei verbessert, Fremdwasserzufluss

©2004 All rights reserved by GEK mbH

deutlich vermindert und eine akute Verstopfungsgefahr ausgeschlossen wurde sowie Rohr- und Bodeneinbrüche verhindert wurden. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Kanalnetzbetreibern anhand der Fotodokumentation durch Punktevergabe vorgenommen. Hierbei wurden minimal 0 und maximal 100 Punkte vergeben, wobei 0 Punkte für ein optisch nicht akzeptables Reparaturergebnis (ungenügend/6,0) stehen und 100 Punkte einem optisch einwandfreiem Reparaturergebnis (sehr gut/1,0) entsprechen. Sämtliche Bewertungsergebnisse wurden für die Gruppe der Netzbetreiber arithmetisch gemittelt und die Note durch lineare Interpolation bestimmt (Abb. 54).

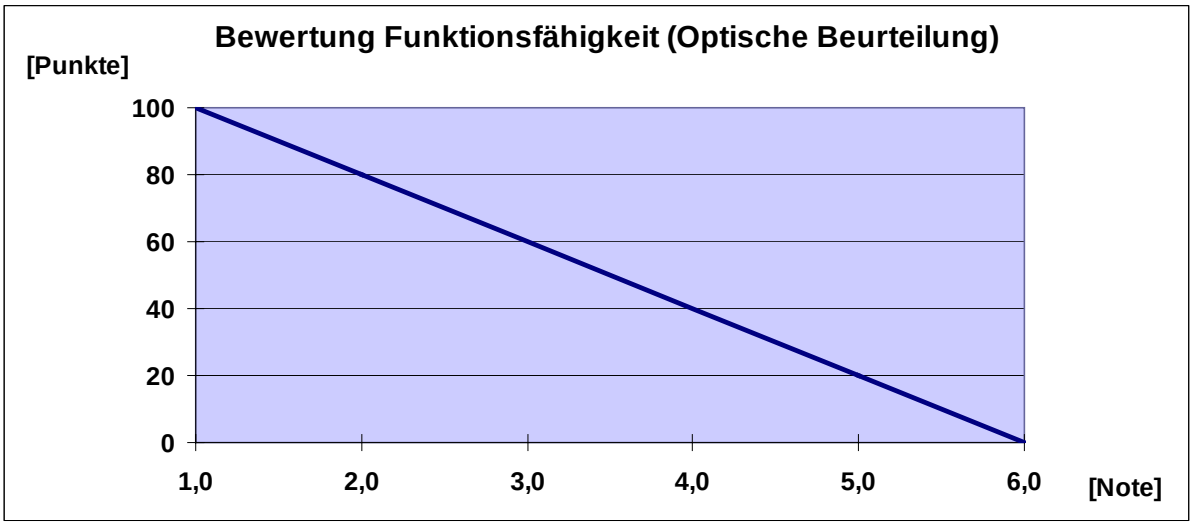


Abb. 54: Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Funktionsfähigkeit“

Für das Kriterium „Dichtheit“ werden die Ergebnisse der vom IKT durchgeführten Prüfungen an den reparierten Anschlussstutzen herangezogen. Hierbei finden die Prüfungen mit Außenwasserdruck und Innenwasserdruck Berücksichtigung. Die Reparaturstellen, die evtl. durch andere Reparaturmaßnahmen nachträglich beeinflusst wurden, werden beim Kriterium „Dichtheit“ nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen werden in Prozent dargestellt und durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet (Abb. 55).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

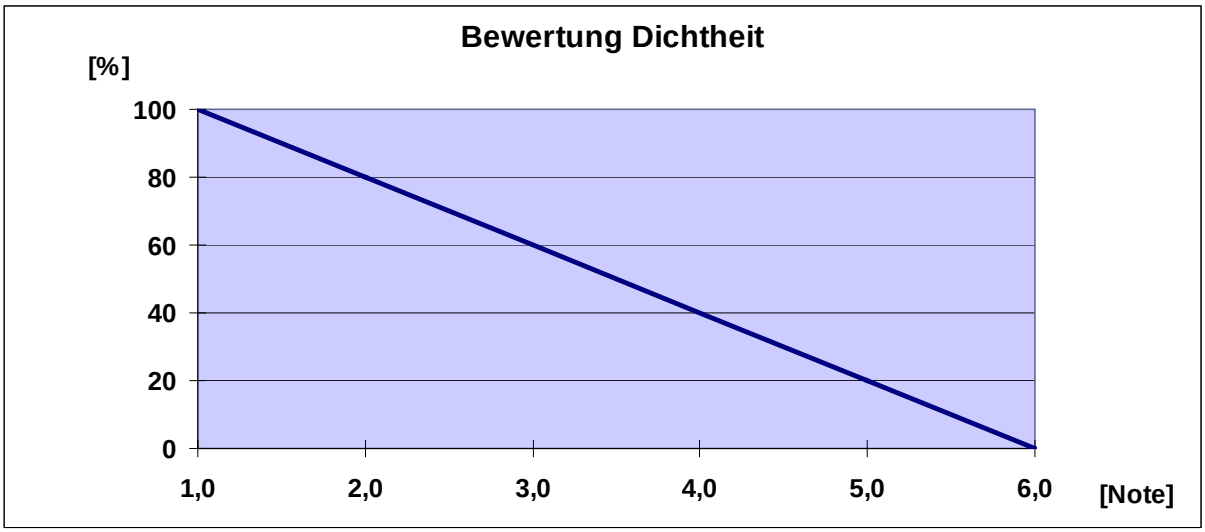


Abb. 55: Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Dichtheit“

Die Kriterien „Funktionsfähigkeit (optischer Zustand)“ und „Dichtheit“ gehen mit einem Anteil von jeweils 50% in die einzelnen Bewertungsfälle „Reparatur des Standardschadens“, „Reparatur des Extremschadens“ und „Belastung durch HD-Spülung“ ein.

Die Bewertung der *„Systemprüfungen Standardschaden (Anwendungsfall I)“* und *„Systemprüfungen Extremschaden (Anwendungsfall II)“* erfolgt dann nach dem in Tabelle 19 dargestellten Bewertungschema.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 17: Bewertungschema Systemprüfungen

Verfahrens-gruppe	Note *Systemprüfungen Standardschaden*	Note *Systemprüfungen Extremschaden*
Injektions-verfahren	Reparatur des Standardschadens: 60% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“ Belastung durch HD-Spülung: 40% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“	Reparatur des Extremschadens: 100%[25] 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“
Hutprofil-verfahren	Reparatur des Standardschadens: 60% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“ Belastung durch HD-Spülung: 40% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“	Reparatur des Extremschadens: 60% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“ Belastung durch HD-Spülung: 40% 50% Kriterium „Funktionsfähigkeit“ 50% Kriterium „Dichtheit“

Die Auswertung der Prüfergebnisse nach dem Bewertungsschema der Tabelle 17 führt zu den in Tabelle 18 bis Tabelle 21 dargestellten Einzelnoten für die Systemprüfungen der Verfahren an den jeweiligen Schadensbildern.

[25] An den Reparaturen des Extremschadens mit Injektionsverfahren wurde keine Hochdruckspülung durchgeführt, da bereits vor HD-Spülung nur einzelne dieser Reparaturen den Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber entsprachen und daher die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht gegeben gewesen wäre.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 18: Noten der „*Systemprüfungen Standardschaden*“ für die Injektionsverfahren

Injektionsverfahren	Reparatur des Standardschadens: 60%		Belastung durch HD-Spülung: 40%		Note
	Funktionsfähigkeit nach Reparatur (50%)	Dichtheit nach Reparatur (50%)	Funktionsfähigkeit nach HD-Spülung (50%)	Dichtheit nach HD-Spülung (50%)	
DSS-Flex, Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	2,0	6,0	3,4	6,0	ausreichend (4,3)
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	2,0	4,3	3,2	6,0	ausreichend (3,7)
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	2,6	6,0	4,1	6,0	mangelhaft (4,6)
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	2,4	4,3	1,7	6,0	ausreichend (3,6)
KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG	1,4	1,0	1,5	4,3	gut (1,9)
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	2,3	4,3	1,4	4,3	befriedigend (3,1)
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	4,7	6,0	5,4	6,0	mangelhaft (5,5)

Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 19: Noten der *„Systemprüfungen Extremschaden“* für die Injektionsverfahren

Injektionsverfahren	Reparatur des Extremschadens: 100%		Note
	Funktionsfähigkeit nach Reparatur (50%)	Dichtheit nach Reparatur (50%)	
DSS-Flex, Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	2,9	2,7	befriedigend (2,8)
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	3,0	2,7	befriedigend (2,9)
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	5,7	6,0	ungenügend (5,9)
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	4,3	5,4	mangelhaft (4,9)
KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG	2,1	6,0	ausreichend (4,1)
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	5,9	6,0	ungenügend (6,0)
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	5,6	6,0	ungenügend (5,8)

Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 20: Noten der „*Systemprüfungen Standardschaden*“ für die Hutprofilverfahren

Hutprofilverfahren	Reparatur des Standardschadens: 60%		Belastung durch HD-Spülung: 40%		Note
	Funktionsfähigkeit nach Reparatur (50%)	Dichtheit nach Reparatur (50%)	Funktionsfähigkeit nach HD-Spülung (50%)	Dichtheit nach HD-Spülung (50%)	
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	4,0	2,7	3,8	2,7	befriedigend (3,3)
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	2,5	2,7	5,1	6,0	ausreichend (3,8)
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH	2,4	6,0	2,3	6,0	ausreichend (4,2)
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	2,3	6,0	2,7	6,0	ausreichend (4,2)

Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 21: Noten der „*Systemprüfungen Extremschaden*“ für die Hutprofilverfahren

Hutprofilverfahren	Reparatur des Standard-schadens: 60%		Belastung durch HD-Spülung: 40%		Note
	Funktions-fähigkeit nach Reparatur (50%)	Dichtheit nach Repa-ratur (50%)	Funktions-fähigkeit nach HD-Spülung (50%)	Dichtheit nach HD-Spülung (50%)	
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	4,5	6,0	5,6	6,0	mangelhaft (5,5)
Hutstutzen für DS City-Liner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	3,3	6,0	4,9	6,0	mangelhaft (5,0)
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	4,5	6,0	3,4	6,0	mangelhaft (5,0)
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanie-rungstechniken GmbH	4,8	5,4	3,1	6,0	mangelhaft (4,9)
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH	3,0	6,0	2,7	6,0	ausreichend (4,4)

Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0.

Prüfurteil und Verbesserungspotential

Die Prüfurteile für die Verfahren werden für den jeweiligen Anwendungsfall (I Standardschaden, II Extremschaden) aus den Bewertungsschwerpunkten „*Systemprüfungen*“ und „*Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter*“ gebildet.

Aus den Bewertungsschwerpunkten „*Systemprüfungen Standardschaden*“ und „*Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter*“ bzw. „*Systemprüfungen Extremschaden*“ und „*Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter*“ werden damit grundsätzlich zwei Prüfurteile gebildet. Die Verfahren, die lediglich bei einem der beiden Anwendungsfälle - Standardschaden oder Extremschaden - eingesetzt werden konnten, erhalten nur dieses eine Prüfurteil.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Die Tabellen 22 - 25 fassen die aus der **„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (15%)“** und der **„Systemprüfungen Standardschaden (85%)“** sowie der **„Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (15%)“** und der **„Systemprüfungen Extremschaden (85%)“** gebildeten Prüfurteile für die sieben untersuchten Injektionsverfahren und die sechs untersuchten Hutprofilverfahren zusammen.

Ergänzend werden die grundsätzlichen Eindrücke aus den Baustellenuntersuchungen wiedergegeben und aufgeführt, ob für die im Test eingesetzten Materialien aussagekräftige Angaben zur Umweltverträglichkeit bzw. Einsatzmöglichkeit in Wasserschutzzonen vorlagen. Abschließend werden die erkannten Verbesserungspotentiale für die einzelnen Verfahren zusammengefasst.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 22: IKT-Warentesttabelle „Injektionsverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen - Standardschaden“

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur Seite 94

Tabelle 22: IKT-Warentest Reparatur von Anschlussstutzen: Injektionsverfahren bei Standardschaden

IKT - Warentest Reparatur von Anschlussstutzen

Injektionsverfahren bei Standardschaden

Standardschaden*:

Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Riss- und Scherbenbildung;
Reparatur im Steinzeugkanal DN 250 mit Anschlussleitungen aus Stzg. DN 150;
Kanalstrecke grundsätzlich überdeckt mit Kies-/Sandgemisch 0/8 Körnung

Verfahrensanbieter	KA-TE System AG	ProKasro Mechatronic GmbH	Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	Höhler AG Umwelttechnik	DITom Gmbh	IMS GmbH	Umwelttechnik Strobel GmbH
Injektionsverfahren	KA-TE Schalungsmanschette	ProKasro-Verpresssystem	Janßen-Stutzensanierung	Höhler-Verpresssystem	DSS-Flex	IMS-Stutzensanierung mit Injektion	Strobel-Betonverfahren
Eingesetztes Injektionsmaterial	Conoresive 1860 (Harz)	Pro Kaspox 02; DTI EPH 230 (Harz)*****	JaGoSil (Harz)	Ergelit-Kanalteo CF (Mörtel)	DSS-Injekt (Mörtel)	Carbolith AS (Harz)	Sealteo VM-KS (Mörtel)
IKT - Prüfurteil: Standardschaden	GUT (2,1)	BEFRIEDIGEND (2,8)	BEFRIEDIGEND (3,4)	BEFRIEDIGEND (3,6)	AUSREICHEND (4,1)	AUSREICHEND (4,4)	MANGELHAFT (5,4)
Systemprüfungen (Gewichtung 86%)	gut (1,9)	befriedigend (3,1)	ausreichend (3,6)	ausreichend (3,7)	ausreichend (4,3)	mangelhaft (4,6)	mangelhaft (5,5)
Reparatur des Standardschadens (80%)							
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung)**	1,4	2,3	2,4	2,0	2,0	2,5	4,7
Dichtheit***	1,0	4,3	4,3	4,3	6,0	6,0	6,0
Belastung durch Hochdruckreinigung (40%)							
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) nach HD-Reinigung**	1,5	1,4	1,7	3,2	3,4	4,1	5,4
Dichtheit nach HD-Reinigung***	4,3	4,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (Gewichtung 16%)	befriedigend (3,0)	gut (2,0)	gut (2,0)	gut (2,0)	befriedigend (3,0)	befriedigend (3,0)	mangelhaft (5,0)
Verfahrenshandbuch/Verfahrensbeschreibung****	+	+	+	+	+	+	-
Schulungen****	-	+	+	+	+	+	-
Prüfzeugnisse****	-	-	-	-	-	-	-
Fremdüberwachung****	+	+	+	+	-	-	-
Baustellen-Untersuchung							
Gesamteindruck positiv	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Reparaturen optisch ansprechend	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Zusatzinformation zum eingesetzten Injektionsmaterial							
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis vorgelegt	nein	ja (DTI EPH 230)	ja	ja	ja (BW KS 1, laut Anbieter identisch mit DSS Injekt)	ja	nein
Nachweis zum Einsatz in WSZ gemäß KTW-Empfehlungen bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 347 vorgelegt	nein	ja (DTI EPH 230)	ja	ja	ja (BW KS 1, laut Anbieter identisch mit DSS Injekt)	ja	nein
Empfohlene Verbesserungen							
Dichtwirkung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Widerstandsfähigkeit gegen HD-Reinigung	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Weitere:	-	-	-	-	-	-	Qualitätssicherung

*Die Bezeichnung "Standardschaden" bezieht sich ausschließlich auf die Geometrie des Schadensbildes, nicht auf die eingesetzten Rohrmaterialien und die sonstigen Randbedingungen des Tests.
**Bewertung der Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) der reparierten Anschlussstutzen durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
***Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
****Bewertung: vorhanden = +; nicht vorhanden = -
*****Beide Harze waren auf dem Sanierungsfahrzeug verfügbar und kamen zum Einsatz: 2 x Pro Kaspox 02, 1 x DTI EPH 230 (s.a. Testbericht, 4.1.6 Gesamturteil ProKasro-Verpresssystem)
Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5, Gut = 1,6 - 2,5, Befriedigend = 2,6 - 3,5, Ausreichend = 3,6 - 4,5, Mangelhaft = 4,6 - 5,5, Ungenügend = 5,6 - 6,0.
Download des Testberichts unter www.ikt.de

© 2004 Alle Rechte vorbehalten GEK mbH

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
45886 Gelsenkirchen
Exterbusch 1
e-mail: info@ikt.de
http://www.ikt.de

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 23: IKT-Warentesttabelle „Injektionsverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen - Extremschaden“

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur Seite 95

Tabelle 23: IKT-Warentest Reparatur von Anschlussstutzen: Injektionsverfahren bei Extremschaden

IKT - Warentest Reparatur von Anschlussstutzen

Injektionsverfahren bei Extremschaden

Extremschaden*:

Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit stark abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung und eintretendem Grundwasser;

Reparatur im Betonkanal DN 300 mit Anschlussleitungen aus Stzg. DN 150;

Kanalstrecke überdeckt mit Kies-/Sandgemisch 0/8 Körnung

Verfahrensanbieter	Hächler AG Umwelttechnik	DiTom Gmbh	KA-TE System AG	Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	ProKasro Mechatronic GmbH	IMS GmbH	Umwelttechnik Strobel GmbH
Injektionsverfahren	Hächler-Verpresssystem	DSS-Flex	KA-TE Sohalungsmansohette	Janßen-Stutzensanierung	ProKasro-Verpresssystem	IMS-Stutzensanierung mit Injektion	Strobel-Betonverfahren
Eingesetztes Injektionsmaterial	Ergelit-Kanalteo CF (Mörtel)	Ergelit-Kanalteo I3 (Mörtel)	Conoresive 1850 (Harz)	JaGoSil (Harz)	Pro Kaspox 02 (Harz)	Carbolith AS (Harz)	Sealteo VM-KS (Mörtel)
IKT - Prüfurteil: Extremschaden	BEFRIEDIGEND (2,8)	BEFRIEDIGEND (2,8)	AUSREICHEND (3,9)	AUSREICHEND (4,5)	MANGELHAFT (5,4)	MANGELHAFT (5,5)	UNGENÜGEND (6,7)
Systemprüfungen (Gewichtung 85%)	befriedigend (2,9)	befriedigend (2,8)	ausreichend (4,1)	mangelhaft (4,9)	ungenügend (6,0)	ungenügend (5,9)	ungenügend (5,8)
Reparatur des Extremschadens							
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung)**	3,0	2,9	2,1	4,3	5,9	5,7	5,6
Dichtheit***	2,7	2,7	6,0	5,4	6,0	6,0	6,0
Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (Gewichtung 15%)	gut (2,0)	befriedigend (3,0)	befriedigend (3,0)	gut (2,0)	gut (2,0)	befriedigend (3,0)	mangelhaft (5,0)
Verfahrenshandbuch/Verfahrensbeschreibung****	+	+	+	+	+	+	-
Schulungen****	+	+	-	+	+	+	-
Prüfzeugnisse****	-	-	-	-	-	-	-
Fremdüberwachung****	+	-	+	+	+	-	-
Baustellen-Untersuchung							
Gesamteindruck positiv	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Reparaturen optisch ansprechend	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Zusatzinformation zum eingesetzten Injektionsmaterial							
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis vorgelegt	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein
Nachweis zum Einsatz in WSZ gemäß KTW-Empfehlungen bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 347 vorgelegt	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein
Empfohlene Verbesserungen							
Dichtwirkung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Weitere:	-	-	-	-	Modifikation der Dichtblase	Modifikation der Dichtblase	Modifikation der Dichtblase; Qualitätssicherung

*Die Bezeichnung "Extremschaden" bezieht sich ausschließlich auf die Geometrie des Schadensbildes, nicht auf die eingesetzten Rohrmaterialien und die sonstigen Randbedingungen des Tests.
**Bewertung der Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) der reparierten Anschlussstutzen durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
***Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
****Bewertung: vorhanden = +; nicht vorhanden = -
Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0.
Download des Testberichts unter www.ikt.de

© 2004 Alle Rechte vorbehalten GEK mbH

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
45886 Gelsenkirchen
Exerbach 1
e-mail: info@ikt.de
http://www.ikt.de

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 24: IKT-Warentesttabelle: Sonderprüfung „Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen - Standardschaden“

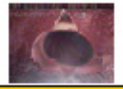
IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur Seite 96

Tabelle 24: IKT-Warentest Reparatur von Anschlussstutzen: Sonderprüfung „Hutprofilverfahren bei Standardschaden“

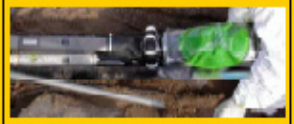
IKT - Warentest Reparatur von Anschlussstutzen

Sonderprüfung*: Hutprofilverfahren bei Standardschaden

Standardschaden:**



Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit starker Beschädigung des Bohrlochs durch Scherbenbildung;
Reparatur im Steinzeugkanal DN 250 mit Anschlussleitungen aus Stzg. DN 150;
Kanalstrecke überdeckt mit Kies-/Sandgemisch 0/8 Körnung

Verfahrensanbieter	KMG GmbH	IM8 GmbH	PKT GmbH & Co. KG	ProKasro Mechatronic GmbH
Hutprofilverfahren	Houseliner-Hutprofil	IM8-Hutprofil	Pyrolus-System 	ProKasro-Laminathut-Setzsystem
Eingesetztes Hutprofil	Polyestergewebe mit Harz KMG 730; Harz 3 P******	Polyestergewebe mit Multi-Point-Liner-System-Harz 2000	Polyestergewebe mit Harz Konudur 160 Brawo 1; Harz Konudur 160 Brawo 3*******	Nadelfilz mit Harz Interdecoo 410
IKT - Prüfurteil: Standardschaden	BEFRIEDIGEND (3,4)	AUSREICHEND (3,7)	AUSREICHEND (4,0)	AUSREICHEND (4,0)
Systemprüfungen (Gewichtung 85%)	befriedigend (3,3)	ausreichend (3,8)	ausreichend (4,2)	ausreichend (4,2)
Reparatur des Standardschadens (80%)				
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung)***	4,0	2,5	2,3	2,4
Dichtheit****	2,7	2,7	6,0	6,0
Belastung durch Hochdruckreinigung (40%)				
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) nach HD-Reinigung***	3,8	5,1	2,7	2,3
Dichtheit nach HD-Reinigung****	2,7	6,0	6,0	6,0
Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (Gewichtung 15%)	ausreichend (4,0)	befriedigend (3,0)	befriedigend (3,0)	befriedigend (3,0)
Verfahrenshandbuch/Verfahrensbeschreibung*****	-	+	+	+
Schulungen*****	+	+	+	+
Prüfzeugnisse*****	-	-	-	-
Fremdüberwachung*****	-	-	-	-
Baustellen-Untersuchung				
Gesamteindruck positiv	ja	ja	ja	ja
Reparaturen optisch ansprechend	ja	ja	ja	ja
Zusatzinformation zum eingesetzten Imprägnierungsmaterial				
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis vorgelegt	nein	ja	ja	ja
Nachweis zum Einsatz in WSZ gemäß KTW-Empfehlungen bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 347 vorgelegt	nein	nein (aber laut Prüfzeugnis einsetzbar in WSZ I, II und III)	nein	nein (laut Prüfzeugnis ist vom Einsatz in WSZ I aus Vorsorgegründen abzusehen)
Empfohlene Verbesserungen				
Dichtwirkung	ja	ja	ja	ja
Widerstandsfähigkeit gegen HD-Reinigung	ja	ja	nein	nein
Weitere:	Modifikation der Imprägnierungsmethode; Funktionsfähigkeit (Faltenbildung in der Anschlussleitung); Qualitätssicherung	Modifikation der Imprägnierungsmethode	Modifikation der Imprägnierungsmethode	Modifikation der Imprägnierungsmethode

*Die Hutprofilverfahren wurden nicht im mittels Relining sanierten Hauptkanal (Regelfall) untersucht, sondern als Reparaturverfahren für einzelne Anschlussstutzen im unsanierten Steinzeugkanal
**Die Bezeichnung "Standardschaden" bezieht sich ausschließlich auf die Geometrie des Schadensbildes, nicht auf die eingesetzten Rohrmaterialien und die sonstigen Randbedingungen des Test
***Bewertung der Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) der reparierten Anschlussstutzen durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion
****Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion
*****Bewertung: vorhanden = +; nicht vorhanden = -
******Beide Harze waren auf dem Sanierungsfahrzeug verfügbar und kamen zum Einsatz: 2 x KMG 730, 1 x 3P (s.a. Testbericht, 4.2.1 Gesamturteil Houseliner-Hutprof.
*******Beide Harze waren auf dem Sanierungsfahrzeug verfügbar und kamen zum Einsatz: 2 x Konudur 160 Brawo 1, 1 x Konudur 160 Brawo 3 (s.a. Testbericht, 4.2.6 Gesamturteil Pyrolus-System
Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5, Gut = 1,6 - 2,5, Befriedigend = 2,6 - 3,5, Ausreichend = 3,6 - 4,5, Mangelhaft = 4,6 - 5,5, Ungenügend = 5,6 - 6,0
Download des Testberichts unter www.ikt.de

© 2004 Alle Rechte vorbehalten GEK mbH

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
45888 Gelsenkirchen
Exterbusch 1
e-mail: info@ikt.de
http://www.ikt.de

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 25: IKT-Warentesttabelle: Sonderprüfung „Hutprofilverfahren zur Reparatur von Anschlussstutzen - Extremschaden“

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur Seite 97

Tabelle 25: IKT-Warentest Reparatur von Anschlussstutzen: Sonderprüfung „Hutprofilverfahren bei Extremschaden“

IKT - Warentest Reparatur von Anschlussstutzen

Sonderprüfung*: Hutprofilverfahren bei Extremschaden

Extremschaden**:

Nicht fachgerecht eingebauter Anschlussstutzen mit abgewinkelter Anschlussleitung sowie einem Längsriss in der Anschlussleitung;

Reparatur im GFK-Kanal DN 500 mit Anschlussleitungen aus Stzg. DN 150;

Kanalstrecke überdeckt mit Kies-/Sandgemisch 0/8 Körnung

Verfahrensanbieter	ProKasro Mechatronic GmbH	Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	IMS GmbH	D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	KMG GmbH
Hutprofilverfahren	ProKasro-Laminathut-Setzsystem	Insituform Hutprofil	IMS-Hutprofil	Hutstutzen für DS Cityliner	Houseliner-Hutprofil
Eingesetztes Hutprofil	Nadelfilz mit Harz Interdesco 410	Nadelfilz mit Harz E 96	Polyestergewebe mit Multi-Point-Liner-System-Harz 2000	Polyestergewebe mit Harz Alocan	Polyestergewebe mit Harz KMG 730
IKT - Prüfurteil: Extremschaden	AUSREICHEND (4,2)	AUSREICHEND (4,3)	MANGELHAFT (4,7)	MANGELHAFT (4,9)	MANGELHAFT (5,3)
Systemprüfungen (Gewichtung 86%)	ausreichend (4,4)	mangelhaft (4,9)	mangelhaft (5,0)	mangelhaft (5,0)	mangelhaft (5,5)
Reparatur des Standardschadens (60%)					
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung)***	3,0	4,8	4,5	3,3	4,5
Dichtheit****	6,0	5,4	6,0	6,0	6,0
Belastung durch Hochdruckreinigung (40%)					
Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) nach HD-Reinigung***	2,7	3,1	3,4	4,9	5,6
Dichtheit nach HD-Reinigung****	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter (Gewichtung 16%)	befriedigend (3,0)	sehr gut (1,0)	befriedigend (3,0)	ausreichend (4,0)	ausreichend (4,0)
Verfahrenshandbuch/Verfahrensbeschreibung*****	+	+	+	-	-
Schulungen*****	+	+	+	+	+
Prüfzeugnisse*****	-	+	-	-	-
Fremdüberwachung*****	-	+	-	-	-
Baustellen-Untersuchung					
Gesamteindruck positiv	ja	ja	ja	ja	ja
Reparaturen optisch ansprechend	ja	ja	ja	ja	ja
Zusatzinformation zum eingesetzten Imprägnierungsmaterial					
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis vorgelegt	ja	nein	ja	nein	nein
Nachweis zum Einsatz in WSZ gemäß KTW-Empfehlungen bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 347 vorgelegt	nein (laut Prüfzeugnis ist vom Einsatz in WSZ I aus Vorsorgegründen abzusehen)	nein	nein (aber laut Prüfzeugnis einsetzbar in WSZ I, II und III)	nein	nein
Empfohlene Verbesserungen					
Dichtwirkung	ja	ja	ja	ja	ja
Widerstandsfähigkeit gegen HD-Reinigung	nein	nein	nein	ja	ja
Weitere:	Modifikation der Imprägnierungsmethode	Funktionsfähigkeit (Faltenbildung in der Anschlussleitung)	Modifikation der Imprägnierungsmethode; Funktionsfähigkeit (Kantenbildung in der Anschlussleitung)	Modifikation der Imprägnierungsmethode; Qualitätssicherung	Modifikation der Imprägnierungsmethode; Funktionsfähigkeit (Faltenbildung in der Anschlussleitung); Qualitätssicherung

*Die Hutprofilverfahren wurden nicht im mittels Relining sanierten Hauptkanal (Regelfall) untersucht, sondern als Reparaturverfahren für einzelne Anschlussstutzen im GFK-Kanal.
**Die Bezeichnung "Extremschaden" bezieht sich ausschließlich auf die Geometrie des Schadensbildes, nicht auf die eingesetzten Rohrmaterialien und die sonstigen Randbedingungen des Tests.
***Bewertung der Funktionsfähigkeit (Optische Beurteilung) der reparierten Anschlussstutzen durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
****Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
*****Bewertung: vorhanden = +; nicht vorhanden = -
Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr gut = 1,0 - 1,5, Gut = 1,6 - 2,5, Befriedigend = 2,6 - 3,5, Ausreichend = 3,6 - 4,5, Mangelhaft = 4,6 - 5,5, Ungenügend = 5,6 - 6,0.
Download des Testberichts unter www.ikt.de

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
45899 Gelsenkirchen
Exterbruch 1
e-mail: info@ikt.de
http://www.ikt.de

© 2004 Alle Rechte vorbehalten GEK mbH

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Die Prüfurteile der untersuchten **Injektionsverfahren** liegen für den Anwendungsfall I „Standardschaden für Injektionsverfahren“ zwischen „GUT (2,1)“ und „MANGELHAFT (5,4)“; für den Anwendungsfall II „Extremschaden für Injektionsverfahren“ zwischen „BEFRIEDIGEND (2,8)“ und „UNGENÜGEND (5,7)“.

Lediglich das Verfahren KA-TE Schalungsmanschette erfüllt bei den Injektionsverfahren mit dem Prüfurteil „GUT (2,1)“ für den Anwendungsfall I (Standardschaden) einen Großteil der Qualitätsanforderungen der Kanalnetzbetreiber.

Das ProKasro-Verpresssystem (2,9), das Janßen-Stutzensanierungsverfahren (3,4) und das Hächler-Verpresssystem (3,5) erhalten für den Anwendungsfall I (Standardschaden) das Prüfurteil „BEFRIEDIGEND“. Mit „AUSREICHEND“ werden das DSS-Flex-Verfahren (4,1) und das IMS Injektionsverfahren (4,4) bewertet. Das schlechteste Prüfurteil für den Anwendungsfall I (Standardschaden) erhält das Strobel-Betonverfahren mit „MANGELHAFT (5,4)“.

Für den Anwendungsfall II (Extremschaden) erhalten mit „BEFRIEDIGEND“ das Hächler-Verpresssystem (2,8) und das DSS-Flex-Verfahren (2,8) die besten Prüfurteile. „AUSREICHEND“ sind beim Anwendungsfall II (Extremschaden) die KA-TE Schalungsmanschette (3,9) und das Janßen-Stutzensanierungsverfahren (4,5). Mit „MANGELHAFT“ werden das ProKasro-Verpresssystem (5,4) und das IMS Injektionsverfahren (5,5) beurteilt. Auch für den Anwendungsfall II (Extremschaden) erhält das Strobel-Betonverfahren bei den Injektionsverfahren mit „UNGENÜGEND (5,7)“ das schlechteste Prüfurteil.

Die Prüfurteile der untersuchten **Hutprofilverfahren** liegen für den Anwendungsfall I „Standardschaden für Hutprofilverfahren“ zwischen „BEFRIEDIGEND (3,4)“ und „AUSREICHEND (4,0)“; für den Anwendungsfall II „Extremschaden für Hutprofilverfahren“ zwischen „AUSREICHEND (4,2)“ und „MANGELHAFT (5,3)“.

Das Houseliner-Hutprofilverfahren (3,4) erhält mit „BEFRIEDIGEND“ für den Anwendungsfall I (Standardschaden) das beste Prüfurteil. Das IMS-Hutprofilverfahren (3,7), das ProKasro-Laminathut-Setzsystem (4,0) und das Pyrolus-System (4,0) werden beim Anwendungsfall I (Standardschaden) mit „AUSREICHEND“ beurteilt.

Die Prüfurteile „AUSREICHEND“ für das ProKasro-Laminathut-Setzsystem (4,2) und das Insituform-Hutprofil (4,3) sind die besten Bewertungen beim Anwendungsfall II (Extremschaden). Das IMS-Hutprofilverfahren (4,7), der Hutstutzen für DS Cityliner (4,9) und das Houseliner-Hutprofil (5,3) werden für den Anwendungsfall II (Extremschaden) mit „MANGELHAFT“ beurteilt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Im Folgenden werden die Prüfurteile, Baustellen-Untersuchungen und empfohlenen Verbesserungen detailliert für jedes der untersuchten Injektions- und Hutprofilverfahren in einem Gesamturteil dargestellt und erläutert.

Das Gesamturteil mündet jeweils in Empfehlungen zur Verbesserung des Reparaturverfahrens. Eine Verbesserung würde zur Veränderung des Gesamturteils führen. Die empfohlenen Verbesserungen beziehen sich ausdrücklich auf die im vorliegenden IKT-Warentest untersuchten Anwendungsfälle (Standardschaden, Extremschaden) mit den ausgewählten Randbedingungen (Rohrwerkstoffe usw.).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1 Gesamturteile Injektionsverfahren

4.1.1 Gesamturteil: DSS-Flex-Verfahren (Ditom-Kanaltechnik GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	4,3
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**4,1**
Systemprüfung Extremschaden:	2,8
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Extremschaden:	**2,8**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim DSS-Flex-Verfahren durch Injektion von Mörtel. Durch die ausführende Firma wurde beim Test für die Reparatur des Standardschadens der Mörtel DSS-Injekt[26] und für die Reparatur des Extremschadens der Mörtel Ergelit-Kanaltec IS[27] eingesetzt.

Für den Mörtel Ergelit-Kanaltec IS wurde kein Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** vorgelegt. Laut Angabe des Verfahrensanbieters ist der Mörtel DSS-Injekt identisch mit dem Mörtel IBW Kanalsanierungsmörtel KS 1, für den ein Prüfzeugnis zur Umweltverträglichkeit des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 12. Mai 2003 vorliegt. Demnach „... ist u.E. keine Beeinflussung des Grundwassers, Abwassers oder Regenwassers durch den ausgehärteten Mörtel IBW Kanalsanierungsmörtel KS 1 zu erwarten. Gegen die Verwendung zur Beschichtung von Schächten und Abwasserkanälen sowie Abdichtung von Grundwasser und Korrosionsschutz für normale und häusliche Abwässer bestehen u.E. keine Bedenken.“ Des Weiteren: „Die Verwendung des Mörtels ist in Hinblick auf die Rezeptur konform mit den im Arbeitsblatt W 347 genannten Ausgangsstoffen und im Sinne einer Verwendung zur Schacht- und Kanalsanierung als unbedenklich anzusehen.“ (DVGW Arbeitsblatt W 347, vgl. [12]).

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker. Nachweise über praxis-

[26] Hersteller bzw. Lieferant: IBW Ingenieur- und Sachverständigenbüro, Datteln

[27] Hersteller bzw. Lieferant: Ergelit GmbH, Alsfeld-Schwabenrod

©2004 All rights reserved by GEK mbH

nahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht vorgelegt. Der Nachweis einer Fremdüberwachung wurde nicht erbracht.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern als „gut“ bewertet. Jedoch zeigten bei den Dichtheitsprüfungen alle im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen bereits unmittelbar nach der Reparaturdurchführung Undichtigkeiten. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach **Hochdruckspülung** mit „befriedigend“.

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet. Die Dichtheitsprüfungen wurden an zwei Reparaturstellen auch bei einem Prüfdruck von 0,5 bar bestanden.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.2 Gesamturteil: Hächler-Verpresssystem (Hächler AG Umwelttechnik)

Systemprüfung Standardschaden:	3,7
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Standardschaden:	**3,5**
Systemprüfung Extremschaden:	2,9
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Extremschaden:	**2,8**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim Hächler-Verpresssystem durch Injektion von Mörtel. Durch die ausführende Firma wurde beim Test für den Standard- und den Extremschaden der Mörtel Ergelit-Kanaltec CF[28] verwendet.

Im Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 22. August 2000 wird die Prüfung des Mörtels Ergelit-Kanaltec CF wie folgt beurteilt: „Die Ergebnisse der Migrationsprüfung erfüllen die im DVGW-Arbeitsblatt W 347 festgelegten Anforderungen für den Anwendungsbereich III (Zementmörtelauskleidungen für Formstücke, Reparaturmörtel) und Anwendungsbereich IV (Bauteile in Trinkwasserschutzzonen), sofern hierzu technisch geeignet.“ (DVGW Arbeitsblatt W 347, vgl. [12]).

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht vorgelegt. Der Nachweis einer Fremdüberwachung wurde erbracht.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern als „gut“ bewertet. Jedoch war bei den Dichtheitsprüfungen lediglich eine der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen dicht. Die Belastung mit **Hochdruckspülung** führte zum Verlust der Dichtwirkung an dieser Reparaturstelle. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung mit „befriedigend“.

[28] Hersteller bzw. Lieferant: Ergelit GmbH, Alsfeld-Schwabenrod

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet. Bei Außenwasserdruck waren zwei Reparaturstellen dicht; eine Reparaturstelle blieb auch bei der Dichtheitsprüfung mit einem Prüfdruck von 0,5 bar dicht.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.3 Gesamturteil: IMS Stutzensanierung mit Injektion (IMS GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	4,6
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**4,4**
Systemprüfung Extremschaden:	5,9
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Extremschaden:	**5,5**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim IMS Injektionsverfahren durch Harzinjektion. Die ausführende Firma setzte beim Test für den Standard- und den Extremschaden das Silicat-Isocyanat-Harz Carbolith AS[29] ein.

Im Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 12. Juni 2002 wurde für das Harz Carbolith AS eine grundwasserhygienische und eine trinkwasserhygienische Beurteilung vorgenommen. Demnach „... bestehen u.E. gegen den kleinflächigen Einsatz des Materials zur Kanalsanierung keine Bedenken.“ Des Weiteren: „Die Ergebnisse der Migrations- und Chlorzehrungsprüfung zeigen Übereinstimmung mit den Anforderungen an großflächige Dichtungen im Sinne der KTW-Empfehlung 1.3.13.“ (KTW-Empfehlungen, vgl. [13]).

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht vorgelegt. Der Nachweis einer Fremdüberwachung wurde nicht erbracht.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet. Jedoch waren bei den Dichtheitsprüfungen alle der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen undicht. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach **Hochdruckspülung** mit „ausreichend“.

[29] Hersteller bzw. Lieferant: CarboTech Fosroc GmbH, Essen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „ungenügend“ bewertet. Bereits der Außenwasserdruck führte an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint dringend geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche. Zur Reparatur von im spitzen Winkel angeschlossenen Anschlussstutzen (vgl. Extremschaden des Tests) muss die Dichtblase in die Anschlussleitung einführbar sein. D.h. die Dichtblase muss nach der Druckaufbringung die Anschlussleitung verschließen und darf gleichzeitig nicht verhindern, dass das Injektionsmaterial in die Schadstelle gelangt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.4 Gesamturteil: Janßen-Stutzensanierung (Umwelttechnik Franz Janßen GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	3,6
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Standardschaden:	**3,4**
Systemprüfung Extremschaden:	4,9
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Extremschaden:	**4,5**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim Janßen-Stutzensanierungsverfahren durch Injektion von Harz oder Mörtel. Von der ausführende Firma wurde beim Test für den Standard- und den Extremschaden das Silicat-Isocyanat-Harz JaGoSil[30] eingesetzt.

Im Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 12. August 2002 wurde für das Harz JaGoSil eine grundwasserhygienische und eine trinkwasserhygienische Beurteilung vorgenommen. Demnach „... bestehen u.E. gegen den kleinflächigen Einsatz des Materials zur Kanalsanierung keine Bedenken.“ Des Weiteren: „Die Ergebnisse der Migrations- und Chlorzehrungsprüfung zeigen Übereinstimmung mit den Anforderungen an großflächige Dichtungen im Sinne der KTW-Empfehlung 1.3.13.“ (KTW-Empfehlungen, vgl [13]).

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Eine DIBT-Zulassung wurde nicht vorgelegt. Der Nachweis einer Fremdüberwachung wurde erbracht.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „gut“ bewertet. Jedoch war bei den Dichtheitsprüfungen lediglich eine der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen dicht. Die Belastung mit **Hochdruckspülung** führte zum Verlust der Dichtwirkung an dieser Reparaturstelle. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung mit „gut“.

[30] Hersteller bzw. Lieferant: Umwelttechnik Franz Janßen GmbH, Goch

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „ausreichend“ bewertet. Bei Außenwasserdruck war eine von drei Reparaturstellen dicht. Jedoch traten bei der anschließenden Dichtheitsprüfung (Prüfdruck 0,3 bar) auch an dieser Reparaturstelle Undichtigkeiten auf.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.5 Gesamturteil: KA- TE Schalungsmanschette (KA- TE System AG)

Systemprüfung Standardschaden:	1,9
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**2,1**
Systemprüfung Extremschaden:	4,1
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Extremschaden:	**3,9**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt bei der KA-TE Schalungsmanschette durch Injektion von Harz. Die ausführende Firma verwendete beim Test für den Standard- und den Extremschaden das Epoxidharz Concresive 1850[31]. Bei der Reparatur des Standardschadens wurde zusätzlich die Spachtelmasse 1355[32] verwendet.

Für das eingesetzte Harz und die Spachtelmasse wurden keine Prüfzeugnisse zur **Umweltverträglichkeit** vorgelegt.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dient eine Verfahrensbeschreibung. Zu Schulungen für die Anwender des Verfahrens wurde keine Angabe gemacht. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht erbracht. Der Nachweis einer Fremdüberwachung lag vor.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „sehr gut“ bewertet. Die im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen waren dicht. Die Belastung mit **Hochdruckspülung** führte jedoch an zwei Reparaturstellen zum Verlust der Dichtwirkung. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung mit „sehr gut“.

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „gut“ bewertet. Jedoch führte bereits der Außenwasserdruck zu Undichtigkeiten.

---

[31] Hersteller bzw. Lieferant: MBT AG, Zürich

[32] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Da die unmittelbar nach der Reparatur des Standardschadens dichten Anschlussstutzen z.T. ihre Dichtwirkung nach Hochdruckspülung verloren, scheint eine **Verbesserung der Dichtwirkung** geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.6 Gesamturteil: ProKasro-Verpresssystem (ProKasro Mechatronic GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	3,1
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Standardschaden:	**2,9**
Systemprüfung Extremschaden:	6,0
Qualitätssicherung der Anbieter:	2,0
Prüfurteil Extremschaden:	**5,4**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim ProKasro-Verpresssystem durch Injektion von Harz. Von der ausführenden Firma wurden beim Test für die Reparatur des Standardschadens die Harze PRO KASPOX 02[33] (2 Reparaturen) und DTI EPH 230[33] (1 Reparatur) eingesetzt. Der Extremschaden wurde mit dem Harz PRO KASPOX 02[33] repariert.

Für das eingesetzte Harz PRO KASPOX 02 wurde kein Prüfzeugnis zur Umweltverträglichkeit vorgelegt. Das Harz DTI EPH 230 wird im Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 03. August 2001 wie folgt beurteilt: „Aufgrund der Untersuchungsergebnisse erfüllt DTI EPH 230 die in den "Kunststoff-Trinkwasser-Empfehlungen" (KTW-Empfehlungen) genannten Anforderungen an groß- und kleinflächige Dichtungen (Kategorie D1 und D2). Gegen die Verwendung als Injektionsharz zum Abdichten von Rissen z.B. in Trinwasserbehältern bestehen daher u.E. keine Bedenken.“ (KTW-Empfehlungen, vgl. [13]).

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht erbracht. Der Nachweis einer Fremdüberwachung lag vor.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „gut“ bewertet. Der mit dem Harz DTI EPH 230 reparierte Anschlussstutzen zeigte bereits unmittelbar nach der Reparatur Undichtigkeiten. Eine der beiden mit dem Harz PRO KASPOX 02 ausgeführten Reparaturen war dicht. Auch die Belastung mit **Hochdruckspülung**

[33] Hersteller bzw. Lieferant: MC-Bauchemie Müller GmbH & Co, Bottrop

©2004 All rights reserved by GEK mbH

führte an dieser Reparaturstelle zu keinen Undichtigkeiten. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung mit „sehr gut“.

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „ungenügend“ bewertet. Bereits der Außenwasserdruck führte an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und Kanalrohroberfläche. Zur Reparatur von im spitzen Winkel angeschlossenen Anschlussstutzen (vgl. Extremschaden des Tests) muss die Dichtblase in die Anschlussleitung einführbar sein. D.h. die Dichtblase muss nach der Druckaufbringung die Anschlussleitung verschließen und darf gleichzeitig nicht verhindern, dass das Injektionsmaterial in die Schadstelle gelangt.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.1.7 Gesamturteil: Strobel-Betonverfahren (Umwelttechnik Strobel GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	5,5
Qualitätssicherung der Anbieter:	5,0
Prüfurteil Standardschaden:	**5,4**
Systemprüfung Extremschaden:	5,8
Qualitätssicherung der Anbieter:	5,0
Prüfurteil Extremschaden:	**5,7**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen erfolgt beim Strobel-Betonverfahren durch Injektion von Mörtel. Von der ausführenden Firma wurde beim Test der Mörtel Sealtec VM-KS[34] verwendet.

Für den eingesetzten Mörtel wurde kein Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** vorgelegt.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens wurden keine Angaben gemacht bzw. Unterlagen vorgelegt.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „mangelhaft“ bewertet. Bei den Dichtheitsprüfungen wurden an allen im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen Undichtigkeiten festgestellt. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung ebenfalls mit „mangelhaft“.

Der optische Zustand der im Betonkanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „ungenügend“ bewertet. Bereits der Außenwasserdruck führte an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten.

Bei den Baustellen-Einsätzen wurde bereits die im Anschluss an die Systemprüfungen von der Umwelttechnik Strobel GmbH neuentwickelte Dichtblase (s.a. 2.3.3) eingesetzt. Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung der Dichtwirkung** scheint dringend geboten. Ein Ansatzpunkt für diese Verbesserung ist z.B. die Verbundfestigkeit zwischen Injektionsmaterial und

[34] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

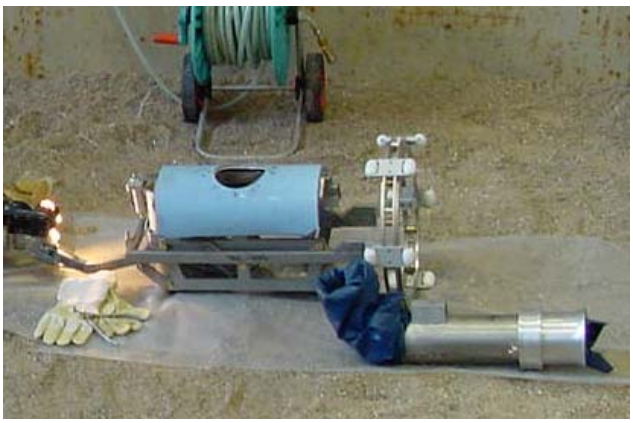
©2004 All rights reserved by GEK mbH

Kanalrohroberfläche. Zur Reparatur von im spitzen Winkel angeschlossenen Anschlussstutzen (vgl. Extremschaden des Tests) muss die Dichtblase in die Anschlussleitung einführbar sein. D.h. die Dichtblase muss nach der Druckaufbringung die Anschlussleitung verschließen und darf gleichzeitig nicht verhindern, dass das Injektionsmaterial in die Schadstelle gelangt. Die während der Baustellenuntersuchungen eingesetzte Neuentwicklung der Dichtblase zeigte bereits wesentliche Verbesserungen in diese Richtung.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2 Gesamturteile Hutprofilverfahren

4.2.1 Gesamturteil: Houseliner-Hutprofil (KMG GmbH)



Systemprüfung Standardschaden:	3,3
Qualitätssicherung der Anbieter:	4,0
Prüfurteil Standardschaden:	**3,4**
Systemprüfung Extremschaden:	5,5
Qualitätssicherung der Anbieter:	4,0
Prüfurteil Extremschaden:	**5,3**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Von der ausführenden Firma wurden beim Test für die Reparatur des Standardschadens ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit Epoxidharz KMG 730[35] (2 Reparaturen) und ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit Polyurethanharz 3 P[35] (1 Reparatur) eingesetzt. Der Extremschaden wurde mit Hutprofilen aus Polyestergewebe mit Epoxidharz KMG 730[35] repariert.

Prüfzeugnisse zur **Umweltverträglichkeit** wurden für die eingesetzten Harze nicht vorgelegt.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen Schulungen für die ausführenden Techniker. Eine Verfahrensbeschreibung, Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens, eine DIBT-Zulassung und der Nachweis einer Fremdüberwachung wurden nicht vorgelegt.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „ausreichend“ bewertet. Eines der beiden mit Epoxidharz KMG 730[35] imprägnierten Hutprofile zeigte keine Undichtigkeiten bei den Dichtheitsprüfungen. Das mit Polyurethanharz 3 P[35] imprägnierte Hutprofil war ebenfalls dicht. Auch nach der Belastung durch **Hochdruckspülung** waren diese Anschlussstutzen dicht. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand der Anschlussstutzen nach Hochdruckspülung mit „ausreichend“.

[35] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im GFK-Kanal reparierten **Extremschäden** wurde wiederum mit „ausreichend“ bewertet. Bereits der Außenwasserdruck führte an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten. Der optische Zustand der Reparaturstellen nach der **Hochdruckspülung** im GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern mit „ungenügend“ bewertet.

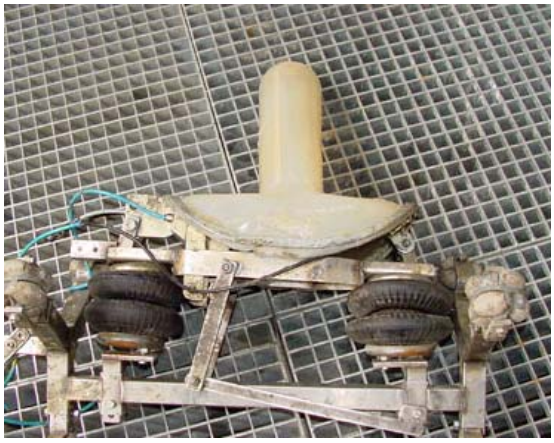
Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung** der Reparaturergebnisse bzgl. des optischen Zustands (Funktionsfähigkeit!) und die Verbesserung der Dichtwirkung scheinen geboten. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochdruckreinigung ist ebenfalls verbesserungsbedürftig. Ein Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist z.B. die Methode zur Imprägnierung des Hutprofils. Weiterentwicklungen empfehlen sich auch mit Blick auf eine verringerte Faltenbildung in der Anschlussleitung.

Die Verfahrenstechnik wurde bereits im Anschluss an die Systemprüfungen weiterentwickelt (s.a. 2.3.3), wodurch bei einem erneuten Test andere Ergebnisse entstehen könnten.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2.2 Gesamturteil: Hutstutzen für DS CityLiner (D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG)



Prüfurteil Standardschaden:
Verfahren wurde nicht eingesetzt

Systemprüfung Extremschaden:	5,0
Qualitätssicherung der Anbieter:	4,0
Prüfurteil Extremschaden:	**4,9**

Baustellen-Untersuchung

Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Zur Reparatur des Extremschadens wurde beim Test von der ausführenden Firma ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit dem Harz Alocan[36] eingesetzt.

Prüfzeugnisse zur **Umweltverträglichkeit** wurden für das eingesetzte Harz nicht vorgelegt.

Der **Standardschaden** im Steinzeugkanal wurde mit dem Verfahren nicht repariert, da der Hutstutzen für DS CityLiner der D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG laut Anbieter nicht für den Einsatz im unsanierten Steinzeugkanal konzipiert wurde.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen Schulungen für die ausführenden Techniker. Eine Verfahrensbeschreibung, Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens, eine DIBT-Zulassung und der Nachweis einer Fremdüberwachung wurden nicht vorgelegt.

Der optische Zustand der im GFK-Kanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet. Jedoch führte bereits der Außenwasserdruck an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten. Der optische Zustand der Reparaturstellen nach der **Hochdruckspülung** im GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern mit „mangelhaft“ bewertet.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

---

[36] Hersteller bzw. Lieferant: Alocit Chemie GmbH, Konstanz

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Eine **Verbesserung** der Dichtwirkung und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochdruckreinigung scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist z.B. die Methode zur Imprägnierung des Hutprofils.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2.3 Gesamturteil: IMS- Hutprofil (IMS GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	3,8
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**3,7**
Systemprüfung Extremschaden:	5,0
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Extremschaden:	**4,7**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Zur Reparatur der Anschlussstutzen wurde beim Test von der ausführenden Firma ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit dem Polyurethanharz Multi-Point-Liner-System-Harz 2000[37] eingesetzt.

Laut Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 28. September 1994 „... ist keine nennenswerte Beeinflussung des Grundwassers durch das Polyurethanharz-System multi Point-Liner harz 2000 zu erwarten." Des Weiteren: „Insbesondere sind toxische Wirkungen auszuschließen, so dass gegen den vorgesehenen Einsatz des multi Point-Liner harz 2000 zur Kanalsanierung u.E. keine Bedenken bestehen." Des Weiteren: „Nach den vorliegenden Prüfergebnissen bestehen u.E. keine Bedenken, dieses Material auch in den Schutzzonen II und III und bei sorgfältiger Verarbeitung unter Berücksichtigung aller Sicherheitsmaßnahmen auch in Schutzzone I einzusetzen."

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens, eine DIBT-Zulassung und der Nachweis einer Fremdüberwachung lagen nicht vor.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „gut" bewertet. Bei den Dichtheitsprüfungen waren zwei der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen dicht. Die Belastung durch **Hochdruckspülung** führte allerdings zum Verlust dieser Dichtwirkung. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach Hochdruckspülung mit „mangelhaft".

[37] Hersteller bzw. Lieferant: Bodenbender GmbH, Biedenkopf-Breidenstein

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im GFK-Kanal reparierten **Extremschäden** wurde mit „ausreichend“ bewertet. Bereits der Außenwasserdruck führte an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten. Die Widerstandsfähigkeit der Reparaturstellen gegenüber **Hochdruckspülung** im GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung** der Dichtwirkung und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochdruckreinigung scheint geboten. Ein Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist z.B. die Methode zur Imprägnierung des Hutprofils. Darüber hinaus sollten die Abmessungen des Hutprofils und der Dichtblase so aufeinander abgestimmt werden, dass extreme Unebenheiten am Übergang zwischen Hutprofil und Anschlussleitung (Kantenbildung) vermieden werden.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2.4 Gesamturteil: Insituform-Hutprofil (Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH)

Prüfurteil Standardschaden:
Verfahren wurde nicht eingesetzt

Systemprüfung Extremschaden:	4,9
Qualitätssicherung der Anbieter:	1,0
Prüfurteil Extremschaden:	**4,3**

Baustellen-Untersuchung

Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Zur Reparatur des Extremschadens wurde beim Test von der ausführenden Firma ein Hutprofil aus Nadelfilz mit einem Epoxidharz (E96)[38] eingesetzt.

Prüfzeugnisse zur **Umweltverträglichkeit** wurden für das eingesetzte Harz nicht vorgelegt.

Der **Standardschaden** im Steinzeugkanal wurde mit dem Verfahren nicht repariert, da das Insituform-Hutprofil der Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH laut Anbieter nicht für den Einsatz im unsanierten Steinzeugkanal konzipiert wurde.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker. Eine DIBT-Zulassung wurde vorgelegt und der Nachweis einer Fremdüberwachung wurde erbracht.

Der optische Zustand der im GFK-Kanal reparierten **Extremschäden** wurde von den Netzbetreibern mit „mangelhaft“ bewertet. Bei Außenwasserdruck wurden an einer Reparaturstelle keine Undichtigkeiten festgestellt. Jedoch zeigte auch diese Reparaturstelle bei einem Innenwasserdruck von 0,3 bar deutlichen Wasseraustritt. Die Widerstandsfähigkeit der Reparaturstellen gegenüber **Hochdruckspülung** im GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern mit „befriedigend“ bewertet.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine Verbesserung der Reparaturergebnisse bzgl. des optischen Zustands (Funktionsfähigkeit!) und die Verbesserung der Dichtwirkung scheint geboten. Weiterent-

[38] Hersteller bzw. Lieferant vom Verfahrensanbieter nicht angegeben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

wicklungen empfehlen sich insbesondere mit Blick auf eine verringerte Faltenbildung in der Anschlussleitung.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2.5 Gesamturteil: ProKasro-Laminathut-Setzsystem (Prokasro Mechatronic GmbH)

Systemprüfung Standardschaden:	4,2
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**4,0**
Systemprüfung Extremschaden:	4,4
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Extremschaden:	**4,2**
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Zur Reparatur der Anschlussstutzen wurde beim Test von der ausführenden Firma ein Hutprofil aus Nadelfilz mit dem Epoxidharz Interdesco 410[39] eingesetzt.

Laut Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 11. April 2003 „... ist u.E. keine merkliche Beeinflussung des Grundwassers, Abwassers oder Regenwassers durch das ausgehärtete Verpresssystem Interdesco RI 410 zu erwarten. Angesichts der anfänglich erhöhten Abgabe organischer Verbindungen (TOC) und dem erhöhten chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) ist von einem Einsatz des v.g. Verpresssystems zur partiellen Sanierung von Abwasserrohren in der Trinkwasserschutzzone I aus Vorsorgegründen abzusehen.“

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens und eine DIBT-Zulassung wurden nicht erbracht. Der Nachweis einer Fremdüberwachung lag nicht vor.

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „gut“ bewertet. Bei den Dichtheitsprüfungen waren jedoch alle im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen undicht. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach **Hochdruckspülung** ebenfalls mit „gut“.

[39] Hersteller bzw. Lieferant: Interdesco Laboratoire de Recherche et Développement, Gevrey-Chambertin

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der optische Zustand der im GFK-Kanal reparierten **Extremschäden** wurde mit „befriedigend“ bewertet. Jedoch führte bereits der Außenwasserdruck an allen Reparaturstellen zu Undichtigkeiten. Die Widerstandsfähigkeit der Reparaturstellen gegenüber **Hochdruckspülung** im GFK-Kanal wurde von den Netzbetreibern wiederum mit „befriedigend“ bewertet.

Der Gesamteindruck der **Baustellen-Untersuchung** wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung** der Dichtwirkung scheint dringend geboten. Ein Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist z.B. die Methode zur Imprägnierung des Hutprofils.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

4.2.6 Gesamturteil: Pyrolus- System (PKT GmbH & Co. KG)

Systemprüfung Standardschaden:	4,2
Qualitätssicherung der Anbieter:	3,0
Prüfurteil Standardschaden:	**4,0**
Prüfurteil Extremschaden:	
Verfahren wurde nicht eingesetzt	
Baustellen-Untersuchung	
Gesamteindruck positiv:	ja
Reparatur optisch ansprechend:	ja

Von der ausführenden Firma wurden beim Test für die Reparatur des Standardschadens ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit dem Epoxidharz Konudur 160 Brawo I[40] (2 Reparaturen) und ein Hutprofil aus Polyestergewebe mit dem Epoxidharz Konudur 160 Brawo III[40] (1 Reparatur) eingesetzt.

Im Prüfzeugnis zur **Umweltverträglichkeit** des Hygiene-Institut des Ruhrgebiets vom 27. März 2002 wurde das Harz Konudur Brawo I wie folgt beurteilt: „Aufgrund der Untersuchungsergebnisse bestehen u.E. aus wasserhygienischer Sicht keine Bedenken gegen die Verwendung des 2-Komponenten-EP-Tränkharzes Konudur 160 BRAWO I für Laminat und Polyesternadelfilzschläuche zur Abdichtung und Sanierung von Abwasserkanälen“. Des Weiteren: „Beim Einsatz zur Kanalsanierung ist keine nennenswerte Beeinflussung des zusitzenden Grundwassers noch des Abwassers zu besorgen.“ Das Harz Konudur 160 BRAWO III erhielt in einem weiteren Prüfzeugnis vom 27. März 2002 dieselbe Beurteilung.

Der **Extremschaden** im GFK-Kanal DN 500 wurde mit dem Verfahren nicht repariert, da das Pyrolus-System der PKT GmbH & Co. KG laut Anbieter zum Zeitpunkt der Systemprüfungen nicht in Kanälen mit einer Nennweite größer DN 300 eingesetzt werden konnte.

Zur **Qualitätssicherung** beim Einsatz des Verfahrens dienen eine Verfahrensbeschreibung und Schulungen für die ausführenden Techniker bzw. Anwender. Nachweise über praxisnahe Prüfungen des Verfahrens, eine DIBT-Zulassung und der Nachweis einer Fremdüberwachung lagen nicht vor.

[40] Hersteller bzw. Lieferant: MC-Bauchemie Müller GmbH & Co, Bottrop

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Beim Test-Einsatz wurde der optische Zustand der im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen des **Standardschadens** von den Netzbetreibern mit „gut“ bewertet. Bei den Dichtheitsprüfungen waren jedoch alle im Steinzeugkanal ausgeführten Reparaturen undicht. Die Netzbetreiber bewerteten den optischen Zustand nach **Hochdruckspülung** mit „befriedigend“.

Der Gesamteindruck der Baustellen-Untersuchung wurde als positiv eingeschätzt; gleiches gilt für den optischen Zustand der Reparaturergebnisse.

Eine **Verbesserung** der Dichtwirkung scheint dringend geboten. Ein Ansatzpunkt für eine Verbesserung ist z.B. die Methode zur Imprägnierung des Hutprofils.

Die Verfahrenstechnik wurde bereits im Anschluss an die Systemprüfungen weiterentwickelt (s.a. 2.3.3), wodurch bei einem erneuten Test andere Ergebnisse entstehen könnten.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

5 Empfehlungen zur Ausschreibung und Qualitätssicherung

Ausschreibung

Basierend auf den Ergebnissen des IKT-Warentests „Reparaturverfahren für Hausanschluss-Stutzen“ und den Ausschreibungsunterlagen der beteiligten Netzbetreiber wurden gemeinsam mit den Netzbetreibern **„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)“** erarbeitet (Anhang VII). Diese beinhalten Hinweise zur Qualitätssicherung, Reparaturvorbereitung, Durchführung der Reparatur und zu Nacharbeiten.

Planung der Reparatur

Bei der Verfahrensauswahl hat der zu reparierende Schaden eine besondere Bedeutung. U.U. sind Schadensbilder aufgrund technischer Restriktionen des Verfahrens nicht reparierbar. Der Anbieter sollte anhand der Videodokumentation vor Durchführung der Maßnahme eine Auskunft über die Einsatzmöglichkeiten des jeweiligen Verfahrens zur Reparatur der vorliegenden Schäden geben und diese nachweisen, z.B. durch Referenzen, Dokumentation bereits durchgeführter Reparaturen.

Das Verfahrenshandbuch und Referenzlisten durchgeführter Maßnahmen können Erkenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Verfahren liefern. Der Kontakt zu anderen Netzbetreibern, z.B. anhand der Referenzliste, bietet die Möglichkeit vergleichsweise neutrale Informationen bzgl. der Verfahrensqualität zu erhalten. Zeugnisse bzw. Zertifikate neutraler Prüfinstitute über Verfahrensprüfungen liefern weitere Erkenntnisse zur Verfahrensqualität. Die Einsatzmöglichkeiten und die Qualität der vom jeweiligen Anbieter eingesetzten Materialien sollten ebenfalls durch Prüfzeugnisse nachgewiesen werden.

Die Reparaturen sind von hierfür qualifiziertem Personal durchzuführen. Die Qualifizierung der ausführenden Techniker des Verfahrensanbieters kann anhand von Schulungsnachweisen überprüft werden.

Bauüberwachung

Die Durchführung der Maßnahme sollte von der ausführenden Firma protokolliert werden. Gemeinsam mit den Netzbetreibern hat das IKT **Muster-Baustellenprotokolle** für die Reparatur von Anschlussstutzen mit Injektionsverfahren und für die Reparatur mit Hutprofilverfahren erstellt (Anhang VII).

Diese Muster umfassen die Beschreibung der Baumaßnahme und die Dokumentation der Reparaturvorbereitung, Reparaturdurchführung und Nacharbeiten. Des Weiteren sind Sonderangaben, z.B. bzgl. Anwohnerbeschwerden, möglich. Das Protokoll

©2004 All rights reserved by GEK mbH

sollte von dem ausführenden Techniker und dem auf der Baustelle Verantwortlichen unterschrieben und dem Auftraggeber vorgelegt werden.

Stichprobenartige – vorzugsweise unangekündigte – Kontrollen der Reparaturmaßnahmen sollten auch durch Mitarbeiter des Netzbetreibers vorgenommen werden. Eine Beurteilung der Zwischenergebnisse und Abnahmeprotokolle ist dann zuverlässig möglich, wenn die gesamte Maßnahme von der Reparaturvorbereitung bis zum Abschluss der Nacharbeiten in Einzelfällen detailliert überwacht wird.

Eine Einschätzung der Arbeitsqualität der Firmen bzw. die Stichprobenkontrolle kann auch von einem unabhängigen Prüfinstitut durchgeführt werden.

Abnahme

Die Voraussetzung für die Abnahme der Maßnahme ist eine umfassende Filmdokumentation der einzelnen Reparaturmaßnahmen. Anhand der Filmdokumentation erfolgt die optische Kontrolle der Reparaturergebnisse. Neben dem Gesamteindruck und dem Übergangsbereich des Reparaturmaterials zum Altrohrwerkstoff im Hauptkanal sollte auch der Übergangsbereich in der Anschlussleitung überprüft werden. Zusätzlich kann ein Protokoll der Reparaturmaßnahme zur Abnahme gefordert werden (vgl. Anhang VII).

Es ist sinnvoll, die ausgeführten Reparaturen zur Qualitätskontrolle auf Dichtheit zu prüfen, vor allem in Gebieten mit hohem Fremdwasseraufkommen. Zu empfehlen sind Dichtheitsprüfungen mit Wasser als Medium, bei denen nur der Stutzenbereich als Prüfraum genutzt wird. D.h. zwei Blasen vor und hinter der Reparaturstelle dienen zur Absperrung des Hauptkanals, eine weitere wird in die Anschlussleitung gesetzt. Idealerweise wird die Prüfung unter Kamerabeobachtung im Hauptkanal und in der Anschlussleitung durchgeführt, da so etwaige Wasserverluste an den Prüfblasen erkannt werden können. Je nach Zustand und Alter der Rohrwerkstoffe kann das Prüfmedium darüber hinaus durch die Kanalwandung des Hauptkanals aus dem Prüfraum entweichen. Dies kann das Prüfergebnis deutlich beeinflussen. In Zweifelsfällen ist der Zustand des Altkanals entsprechend zu verbessern.

Zur Überprüfung der eingesetzten Materialien können stichprobenartige Materialproben mit Überwachung der Probennahme und anschließender Feststellung der Materialeigenschaften durch entsprechende Prüfinstitute dienen. Hierdurch wird sichergestellt, dass das angebotene Material mit entsprechender Qualität auch eingebaut wurde.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Vor Ablauf der Gewährleistungsfrist ist eine weitere Kamerabefahrung mit Filmdokumentation der Reparaturstellen und deren Auswertung sinnvoll, um evtl. Nachforderungen stellen zu können.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziel des IKT-Warentests ist es, die am Markt angebotenen Produkte bzw. Verfahren zu bewerten, Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen entsprechenden Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Produkt- bzw. Verfahrensanbietern auch genutzt werden. Der Kanalnetzbetreiber als Kunde gibt vor, welche Qualitätsanforderungen an die Produkte bzw. Verfahren gestellt werden und wie die Produkte bzw. Verfahren vor diesem Hintergrund zu bewerten sind.

Das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur hat eineinhalb Jahre lang Reparaturverfahren für Anschlussstutzen vergleichend getestet. Beauftragt wurde dieser Warentest von 26 Kanalnetzbetreibern: Ahlen, Alsdorf, Beckum, Bergisch Gladbach, Braunschweig, Dinslaken, Dortmund, Düsseldorf, Espelkamp, Essen, Gladbeck, Hamburg, Hamm, Hemer, Hilden, Iserlohn, Kamen, Kempen, Monheim am Rhein, Neuss, Mönchengladbach, Recklinghausen, Rietberg, Troisdorf, Tönisvorst, Warendorf. Untersucht wurden sieben Injektionsverfahren und sechs Hutprofilverfahren.

Im Vordergrund der IKT-Warentests steht die intensive Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis. Daher werden die IKT-Warentests basierend auf den Praxiserfahrungen und den Qualitätsanforderungen der beteiligten Netzbetreiber entwickelt. Der zentrale Aspekt ist die Prüfung der Eignung von Produkten bzw. Verfahren für den Praxis-Einsatz und unter Betriebsbedingungen, z.B. Hochdruckspülung.

Der IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ wurde intensiv durch die 26 Kanalnetzbetreiber begleitet. Insgesamt fanden sieben Arbeitssitzungen statt, in denen die gesamten Testinhalte, vom Untersuchungsprogramm bis zur Bewertung, abgestimmt wurden. Drei Schwerpunkte standen im Vordergrund: **Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter, Systemprüfungen** und **Baustellen-Untersuchungen.**

Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter

Das IKT hat bei den Anbietern der getesteten Verfahren die Verfahrenshandbücher bzw. -beschreibungen, Aussagen zu Schulungen, Prüfzeugnisse (praxisnahe Prüfungen) und bauaufsichtliche Zulassungen der Verfahren angefordert sowie Auskunft darüber eingeholt, inwieweit das jeweilige Verfahren bereits mit Fremdüberwachungsleistungen am Markt angeboten wird. Die Angaben und Unterlagen der Verfahrensanbieter wurden vom IKT ausgewertet.

Systemprüfung

Zur Systemprüfung der Verfahren wurden Kanalstrecken mit definiert eingebrachten Schäden im Großversuchsstand und auf dem Außengelände des IKT erstellt. Auf-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

grund der deutlichen Verfahrensunterschiede wurden die Verfahrensgruppen Injektionsverfahren und in einer „Sonderprüfung-Reparatur“ die Hutprofilverfahren (Einsatz in nicht sanierten Hauptrohren) getrennt betrachtet. Von den Netzbetreibern wurden für jede der beiden Verfahrensgruppen eigene Schadensbilder und Rohrwerkstoffe bzw. Rohrnennweiten ausgewählt. Hinsichtlich der Schäden wurde grundsätzlich zwischen der Reparatur eines sogenannten **Standardschadens** (Überprüfung der generellen Einsatzmöglichkeiten der Verfahren) und eines sogenannten **Extremschadens** (Überprüfung der Grenzbereiche beim Verfahrenseinsatz) unterschieden. Die Injektionsverfahren wurden in Kanalstrecken aus Steinzeug DN 250 und Beton DN 300 mit Anschlussleitungen aus Steinzeug DN 150 untersucht. Die Hutprofilverfahren wurden in der „Sonderprüfung-Reparatur“ in Kanalstrecken aus Steinzeug DN 250 und GFK DN 500 ebenfalls mit Anschlussleitungen aus Steinzeug DN 150 untersucht. Bei der Reparatur konnten die Anbieter eigene Techniker einsetzen oder eine Kanalsanierungsfirma für die Durchführung empfehlen. Im Auftrag des IKT führten die jeweiligen Firmen die Reparaturen durch. Im Anschluss an die Reparaturen wurde der optische Zustand der reparierten Anschlussstutzen erfasst. Hochdruckspülungen in den Kanalstrecken dienten zur Simulation betrieblicher Belastungen der reparierten Anschlussstutzen.

Unmittelbar nach der Reparaturdurchführung wurden die im Großversuchsstand des IKT ausgeführten Reparaturen mit Außenwasserdruck (Grundwassersimulation) belastet. Die Dichtheit der Reparaturstellen wurde darüber hinaus mit Innenwasserdruck sowohl nach der Reparaturdurchführung als auch nach den Hochdruckspülungen überprüft. In Zusatzuntersuchungen wurden der Einfluss auf die Abwasserableitung sowie Einwirkungen aus Scherlast und Schwefelsäure untersucht.

Baustellen-Untersuchungen

Um den Verfahrenseinsatz in der Baustellen-Praxis zu bewerten, begleitete das IKT den Einsatz aller Reparaturverfahren des Tests in bestehenden Kanalnetzen auf insgesamt 13 Baustellen. Im Fokus standen der Gesamteindruck der jeweiligen Maßnahme sowie die Reparaturergebnisse unter Insitu-Bedingungen (z.B. Verkehr, Wetter, Zeitdruck).

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Test-Ergebnisse

Zahlreiche Schwachpunkte

Die Ergebnisse der Reparatur sind i.d.R. nicht mit dem Neubau vergleichbar. Eine Vielzahl der untersuchten Verfahren erfüllt die Anforderungen des Tests nicht. Die Anschlussstutzen waren meist schon unmittelbar nach der Reparatur, und fast immer nach Hochdruckspülung, undicht. Auch führte die Belastung durch Hochdruckspülung unter Einbringung von Granulat z.T. zu erheblichen Schäden an den Reparaturen. Vor allem bei den sogenannten „Extremschäden“ konnte häufig die Funktionsfähigkeit des Anschlussstutzens durch die Reparatur nicht signifikant verbessert werden bzw. sie verschlechterte sich sogar (z.B. Verstopfungsgefahr).

Optischer Eindruck lässt keinen Rückschluss auf Dichtheit zu

Die Dichtheit der reparierten Anschlussstutzen kann allein aus dem optischen Eindruck keinesfalls abgeleitet werden. Zahlreiche Reparaturen erwiesen sich beim Test trotz des optisch ansprechenden Zustands als undicht. Allerdings sind Dichtheitsprüfungen im Kanalnetz nur mit erheblichem Aufwand durchführbar. Aufgrund zahlreicher Fehlerquellen, z.B. Austritt der Prüfmedien über die Dichtblasen, ist die Aussagekraft der Prüfungen außerdem eingeschränkt. Die Weiterentwicklung der Dichtheitsprüfverfahren ist daher notwendig.

Schadensbild und Verbundverhalten

Das Reparaturergebnis hängt nicht nur vom Schadensbild ab, sondern auch vom Verbundverhalten der eingesetzten Reparaturmaterialien mit den vorhandenen Rohrwerkstoffen (Beton, Steinzeug usw.). So haben z.B. einige Verfahren im IKT-Warentest bei der Reparatur des „Extremschadens“ bessere Ergebnisse erzielt als bei der Reparatur des „Standardschadens“. Dies wurde auf das Verbundverhalten der eingesetzten Materialien mit dem jeweiligen Rohrwerkstoff zurückgeführt.

Einsatz der Verfahren und Verfahrensgrenzen

Die verfahrenstechnischen Voraussetzungen für die Reparatur schadhafter Anschlussstutzen in geschlossener Bauweise sind grundlegend gegeben. Jedoch zeigten beim Test vor allem die Verfahrenseinsätze an den sogenannten „Extremschäden“ Handhabbarkeitsgrenzen der Reparaturverfahren auf. Sowohl die Qualifikation des ausführenden Technikers als auch die durchgeführten Vor- und Nacharbeiten (z.B. Fräsbild, HD-Reinigung) haben erheblichen Einfluss auf das Reparaturergebnis.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Schlussfolgerungen für Netzbetreiber

- Die Reparatur auch extremer Schäden (sehr spitzer Anschlusswinkel, Grundwasser usw.) ist in geschlossener Bauweise grundsätzlich möglich. Eine Dichtheit des Anschlussstutzens wird durch die Reparatur allerdings nur selten erreicht.
- Eine optische Beurteilung reparierter Anschlusstutzen lässt keine zuverlässigen Aussagen zur Dichtheit zu. Um Kenntnis über die Dichtheit zu erlangen, sind Dichtheitsprüfungen unumgänglich. Hierbei sind mögliche Fehlerquellen (z.B. Austritt des Prüfmediums über die Dichtblasen) zu beachten.
- Die Funktionsfähigkeit des Anschlussstutzens kann mit den meisten Reparaturverfahren signifikant verbessert werden (z.B. Abwasserableitung verbessert, keine Verstopfungsgefahr). Bei der Abnahme ist die gesamte Reparaturstelle, d.h. Hauptkanal und Anschlussleitung, zu betrachten. Vor allem Unebenheiten im Übergangsbereich zwischen Injektionskörper bzw. Hutprofil und Anschlussleitung können die Funktionsfähigkeit deutlich verschlechtern.

Schlussfolgerungen für Verfahrensanbieter: Verfahren müssen besser werden

Ein Großteil der Reparaturverfahren sollte wesentlich verbessert werden, um eine den Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber entsprechende Reparatur durchführen zu können:

- Durch die Reparatur muss die „Dichtwirkung“ des Anschlussstutzens verbessert werden. Hierzu sind Verfahren und eingesetzte Materialien in geeigneter Weise zu kombinieren (Verarbeitbarkeit, Verbundverhalten). Ziel ist die Abdichtung des Gesamtsystems aus Kanalrohrwerkstoff, Reparaturmaterial und u.U. anstehendem Boden.
- Die Funktionsfähigkeit des Anschlussstutzens sollte durch die Reparatur signifikant verbessert werden können, d.h. dass beispielsweise keine Abflusshindernisse (z.B. starke Kanten oder Falten) entstehen dürfen.
- Die Imprägnierung der Hutprofile erfolgte meist allein händisch, was oft die ungenügende Verteilung des Harzes auf dem Trägermaterial zur Folge hatte. Eine Modifikation der Imprägnierungsmethode ist in diesen Fällen empfehlenswert (z.B. Unterstützung durch Vakuumerzeugung).
- Für den Einsatz der Injektionsverfahren zur Reparatur extremer Schäden (z.B. spitzer Anschlusswinkel) ist bei einigen Verfahren die Modifikation der Dichtblase zu empfehlen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Wie bereits beim IKT-Warentest „Hausanschlussstutzen“ [2] belegen auch die Ergebnisse des IKT-Warentests „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ die Notwendigkeit, auch zukünftig die Qualität der in der Abwassertechnik angebotenen Produkte bzw. Verfahren durch Warentests zu untersuchen. Anhand der Tests werden Verbesserungspotentiale identifiziert und dem Anbieter der Handlungsbedarf verdeutlicht. Die Tests können so auch zu einem „Kreislauf der Produktverbesserung“ führen, welcher die Qualität des Marktangebots steigert.

Die Testergebnisse werden durch ein verständliches Bewertungsschema beschrieben und mit einem Prüfsiegel versehen. Hierdurch werden Kanalnetzbetreiber schnell und umfassend über die Produktqualität informiert. Dies unterstützt das Bestreben, aus der Vielzahl der Angebote das für den jeweiligen Zweck geeignetste auszuwählen. Gleichzeitig wird so das investive Risiko der Kanalnetzbetreiber gemindert.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

7 Anhang

Anhang I: **Technische Grundlagen**

Anhang II: **Materialempfehlungen, Umweltverträglichkeit und Entsorgungsmöglichkeiten**

Anhang III: **Ergebnisse der Reparaturen**

Anhang IV: **Zustand nach Hochdruckreinigung**

Anhang V: **Abflussrisiken: Optische Begutachtung und Messungen**

Anhang VI: **Baustellen-Untersuchungen**

Anhang VII: **Empfehlungen zur Ausschreibung und Qualitätssicherung:**
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)
- Einbauprotokolle

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang I

Technische Grundlagen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Technische Grundlagen

Normen, Regelwerke und Merkblätter

Zur Reparatur von Anschlussstutzen wird hochwertige Maschinentechnik eingesetzt. Beim Reparaturvorgang sind zahlreiche Randbedingungen zu beachten, und durch die Reparatur soll ein langfristig dichtes System hergestellt werden. D.h., dass der reparierte Anschlussstutzen gegenüber betrieblichen Beanspruchungen (z.B. Hochdruckspülung), möglichen Erdbewegungen (z.B. durch Verkehrslasten) und chemischen Belastungen (z.B. aggressive Abwässer) widerstandsfähig sein muss.

Normen, Regelwerke und Merkblätter legen Anforderungen an die Reparatur von Anschlussstutzen fest und dienen der Qualitätssicherung. Im folgenden werden auszugsweise Inhalte von für die Reparatur von Anschlussstutzen relevanten Normen, Regelwerken und Merkblättern vorgestellt.

Anforderungen an Sanierungen

DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

Teil 2: Anforderungen [14]

Die Norm gilt für Entwässerungssysteme, welche hauptsächlich als Freispiegelsysteme betrieben werden. Sie gilt von dem Punkt an, wo das Abwasser das Gebäude verlässt, bis zu dem Punkt, wo das Abwasser in eine Behandlungsanlage oder in einen Vorfluter eingeleitet wird.

Als grundsätzliche Anforderungen an den Betrieb von Entwässerungssystemen wird u.a. die Wasserdichtheit der Abwasserkanäle und –leitungen entsprechend den Prüfungsanforderungen festgelegt.

Werden die gestellten Anforderungen nicht erfüllt, sind Abhilfemaßnahmen unter Berücksichtigung der zugeordneten Priorität erforderlich.

Teil 5: Sanierung [15]

Die Norm beschreibt die ganzheitliche Sanierungsplanung. Die Leistungsanforderungen an ein saniertes System entsprechen denen an ein neues System (DIN EN 752-2).

DIN EN 13380 Allgemeine Anforderungen an Bauteile für die Renovation und die Reparatur von Abwasserleitungen und –kanälen außerhalb von Gebäuden [16]

Die Norm legt allgemeine Anforderungen und Prüfmethoden für Bauteile wie Rohre und Formstücke mit ihren jeweiligen Verbindungen, für Einstiegs- und Inspektionsschächte sowie für Werkstoffe wie Mörtel und Chemikalien fest, die für die Renovati-

©2004 All rights reserved by GEK mbH

on und Reparatur von Abwasserleitungen und –kanälen verwendet werden. Sie dient als Grundlage für die Ausarbeitung und Überarbeitung von Produktnormen.

Als allgemeine Anforderung wird u.a. die Wasserdichtheit der Bauteile im „I“-Zustand (Zustand eines Bauteils oder eines Werkstoffs in seinem endgültigen Zustand, nach Abschluss des jeweiligen Renovations- oder Reparaturverfahrens auf der Baustelle) festgelegt. Bauteile im „I“-Zustand müssen einem von 0 auf 0,5 bar steigenden Prüfdruck standhalten, wenn diese Bauteile für die Renovation und Reparatur von Rohren, Formstücken usw. eingesetzt werden.

DIN EN 13566-4 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen

Teil 1: Allgemeines [17]

Die Norm legt die Anforderungen und Prüfverfahren für Kunststoff-Rohrleitungssysteme fest, die für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen verwendet werden, die als Freispiegelleitungen betrieben und bis zu einem maximalen Betriebsüberdruck von 0,5 bar belastet werden.

Als Anforderung wird u.a. festgelegt, dass das eingebaute Lining-System den Dichtheitsanforderungen in Abschnitt 13 von EN 1610:1997 entsprechen muss.

Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining [18]

Der Teil 4 der EN 13566 legt in Verbindung mit Teil 1 (Allgemeines) die Anforderungen und Prüfverfahren für vor Ort härtende Schlauch-Lining-Rohre und –Formstücke fest, die für die Renovierung erdverlegter druckloser Abwasserkanäle und –leitungen verwendet werden.

Bezüglich iher geometrischen Eigenschaften sind vor Ort härtende Anschlusspassstücke nach der Mindestlänge, die in das Hausanschlussrohr reicht, zu klassifizieren:

- Klasse A: 1000 mm Mindestlänge im Hausanschlussrohr oder bis zu einem Punkt über dem Grundwasserspiegel.
- Klasse B: 400 mm Mindestlänge im Hausanschlussrohr, mindestens jedoch 150 mm über die erste Verbindung im bestehenden Hausanschlussrohr hinausreichend
- Klasse C: 50 mm

Außerdem muss der Kragen eines vor Ort härtenden Anschlusspassstückes mindestens 50 mm in das Hauptrohr reichen.

Die Übergänge zwischen dem Kragen und sowohl dem Haupt- als auch dem Hausanschlussrohr sollten glatt sein.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der Wiederanschluss von Hausanschlüssen darf von der Innenseite des Hauptrohres aus erfolgen, unter Verwendung von vor Ort härtenden Anschlusspassstücken oder von der Außenseite des Hauptrohres unter Verwendung von Anschlusspassstücken. Als Alternative zur Verwendung eines Formstücks der Klasse A (s.o.) kann ein vor Ort härtendes Hausanschluss-Lining mit integrierter Verbindungsdichtung durchgeführt werden, ausgehend von einer Öffnung des Hausanschlussrohres in Richtung des Hauptrohres.

ATV-M 143 – Teil 3 [19]

Im ATV Merkblatt 143 wird überwiegend auf Reliningverfahren eingegangen. Seitenzuläufe bzw. Anschlussstutzen werden im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Anschlussmöglichkeiten (offene Bauweise, geschlossene Bauweise) erwähnt.

RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V. Merkblätter

Merkblatt RSV 1: Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining [20]

Im Merkblatt RSV 1 wird auf die Anbindung von Anschlussleitungen nach Sanierung des Hauptkanals mit Schlauchlining eingegangen. Der Liner wird hierzu aus dem Rohrinneren heraus aufgefräst. Der Anschluss kann durch Verspachtelung/Verpressung oder mit Hutprofilen angebunden werden. Hutprofile sollten min. 150 mm über die erste Rohrverbindung in der Anschlussleitung hinauslaufen. Bei Dichtheitsprüfungen sind die Einbindungen der Anschlussleitungen einzubeziehen.

Merkblatt RSV 5: Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren [21]

Im Merkblatt RSV 5 wird auf die Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren eingegangen, d.h. auch auf die Anschlusssanierung mittels Robotertechnik.

Der verfahrenstechnische Ablauf, Materialien und der „vor Ort Einbau“ werden beschrieben. Es werden Anforderungen, Qualtitätssicherung und Prüfungen behandelt.

Als Anforderungen werden u.a. aufgeführt, das Arbeitsabläufe der jeweiligen Verfahren als Verfahrensanweisungen vorliegen sollten und das eingesetzte Personal dokumentierte Schulungsmaßnahmen nachweist. Alle Sanierungsarbeiten, also auch Vorarbeiten, sind mit einer Kamera zu dokumentieren. Von den Fachunternehmen werden Nachweise über zahlreiche Qualifikationen, z.B. RAL- Gütezeichen für Roboterverfahren, verlangt. Anforderungen an das eingesetzte Material und vorbereitende Tätigkeiten sind beschrieben. Die Qualtitätssicherung bezieht sich auf Eignungsnachweise des eingesetzten Materials und Maßnahmen auf der Baustelle, z.B.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Dokumentation der Sanierung. Abschließend werden Abnahmeprüfungen aufgeführt, z.B. eine Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610.

Die Tauglichkeit der mit dem Roboterverfahren reparierten Rohrbereiche wird gegenüber Beanspruchung durch Hochdruck-Spülgeräte nach dem sog. „Hamburger Modell“ geprüft.

Komponenten und Endprodukte der eingesetzten Materialien dürfen nicht toxisch gegenüber Mensch und Umwelt wirken. Das verwendete Material darf nach Einbau und Aushärtung keinen negativen Einfluss auf das Abwasser haben. Es muss im biologischen und chemischen Sinne inert sein. Die Überprüfung der chemischen Konsistenz und der Toxizität erfolgt bei der Eignungsprüfung des Materials.

Der reparierte Anschluss muss den Anforderungen an neue Leitungen genügen.

Merkblatt RSV 7.1: Renovierung von Anschlussleitungen mit vor Ort aushärtendem Schlauchlining [22]

Im Merkblatt RSV 7.1 wird u.a. die Sanierung der Anschlussleitungen in geschlossener Bauweise mit Hutprofilen beschrieben. Die Klassifizierung nach pr EN 13566-4 wird dargestellt und es wird darauf hingewiesen, dass der Hutkragen min. 50 mm in das Hauptrohr reichen und eine kraftschlüssige Verbindung hergestellt werden muss. Die Übergänge des Hutprofils sollen glatt sein.

Es werden z.B. Anforderungen an eingesetzte Materialien, die Gütesicherung (z.B. Qualitätssicherung des Renovierungsverfahrens) und Prüfungen (z.B. Dichtheitsprüfungen) behandelt.

Das sanierte System muss dicht und gegen das geförderte Medium, gegen Abrieb und gegen eine praxisgerechte HD-Reinigung resistent sein. Es muss eine Nutzungsdauer von 50 Jahren angestrebt werden.

Dichtheitsprüfungen

DIN EN 1610 [23]

Die Prüfung der Dichtheit ist entweder mit Luft (Verfahren „L) oder mit Wasser (Verfahren „W“) durchzuführen. Liegt der Wasserverlust beim Verfahren „W“ außerhalb der geforderten Grenzen, so ist die Ursache aufzuspüren, zu beseitigen und die Prüfung zu wiederholen. Beim Verfahren „L“ ist eine Prüfung mit Luftüberdruck durchzuführen. Bei Nichtbestehen ist die Ursache zu beseitigen und die Prüfung zu wiederholen. Die Anzahl der Korrekturmaßnahmen und Wiederholungsprüfungen ist beim Verfahren „L“ unbegrenzt.

Alternativ zur Wiederholung der Luftprüfung kann eine Dichtheitsprüfung mit Wasser erfolgen, deren Ergebnis für das Bestehen der Prüfung dann entscheidend ist.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Der am Rohrscheitel gemessene Prüfdruck soll bei der Wasserprüfung (Verfahren W) höchstens 0,5 bar und mindestens 0,1 bar erreichen. Die Prüfdauer muss 30 ± 1 min betragen. Während dieses Zeitraums ist der Druck innerhalb von 0,01 bar durch Auffüllen mit Wasser aufrecht zu erhalten. Die Prüfungsanforderungen sind für Rohrleitungen erfüllt, wenn das Volumen des zugefügten Wassers 0,15 l pro m² benetzter Rohrinnenwandung nicht übersteigt.

ATV-DVWK-A 139 [24]

Die ATV-DVWK-A 139 enthält Angaben zu Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen. Sie dient als Ergänzung zur DIN EN 1610.

Die Dichtheitsprüfung kann alternativ mit Wasser oder Luft durchgeführt werden. Bei den Prüfungen sollen die Kanalhaltung (max. ca. 100 m) sowie die Anschlussleitungen abgesperrt werden (Abb. 56).

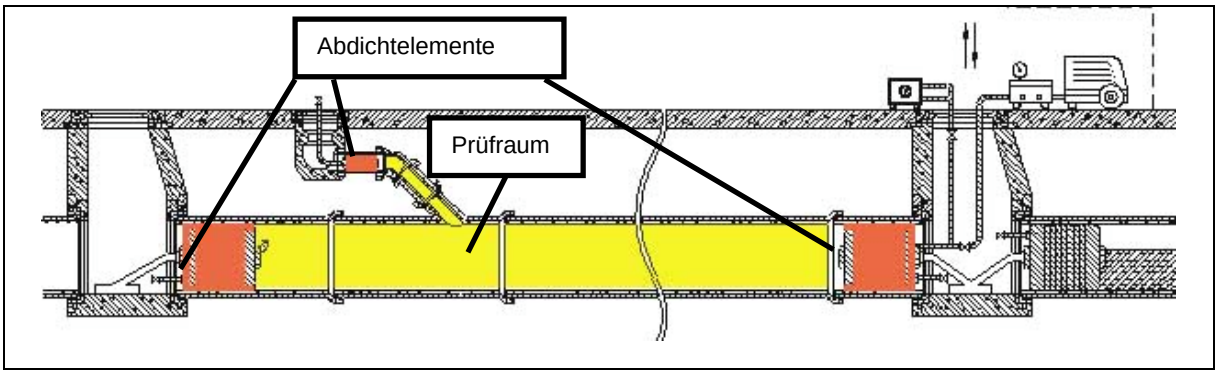


Abb. 56: Dichtheitsprüfung einer Kanalhaltung nach ATV-DVWK-A 139

Die Wasserüberdruckprüfung erfolgt wie in DIN EN 1610 beschrieben.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang II:

Materialempfehlungen, Umweltverträglichkeit und Entsorgungsmöglichkeiten

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 26: Materialempfehlungen, Umweltverträglichkeit und Entsorgungsmöglichkeiten - Injektionsverfahren

Bez. Sanierungsmaterial	Eingesetzt von:	Prüfinstitut	Datum	Inhalt des Prüfauftrags	Material	Einsatzbereich	Beurteilung*	Entsorgungs-möglichkeiten**
DSS Injekt	DiTom Kanaltechnik GmbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	12.05.2003	Prüfung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 347	Zementgebundener, kunststoffvergüteter und faserverstärkter Beschichtungsmörtel.	Beschichtung von Schächten und Abwasserkanälen, Abdichtung gegen Grundwasser.	Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist u. E. keine Beeinflussung des Grundwassers, Abwassers oder Regenwassers durch den ausgehärteten IBW Kanalsanierungsmörtel KS 1 zu erwarten. Gegen die Verwendung zur Beschichtung von Schächten und Abwasserkanälen sowie Abdichtung von Grundwasser und Korrosionsschutz für normale und häusliche Abwässer bestehen u.E. keine Bedenken. Die Verwendung des Mörtels ist im Hinblick auf die Rezeptur konform mit den im Arbeitsblatt W 347 genannten Ausgangsstoffen.	Bauschuttdeponien
Ergelit Kanaltec cf	Hächler AG	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	22.08.2000	Prüfung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 347	Zementgebundener, durch organische und anorganische Zusätze vergüteter Ein-Komponenten-Injektionsmörtel mit Faserzusatz	Zementmörtelauskleidungen für Formstücke,Reparaturmörtel (Anwendungsbereich III) und Bauteile in Trinkwasserschutzzonen (Anwendungsbereich IV) gemäß Arbeitsblatt W 347	Die Ergebnisse der Migrationsprüfung erfüllen die im DVGW-Arbeitsblatt W 347 festgelegten Anforderungen für den Anwendungsbereich III (Zementmörtelauskleidungen für Formstücke, Reparaturmörtel) und Anwendungsbereich IV (Bauteile in Trinkwasserschutzzonen), sofern hierzu technisch geeignet.	Bauschuttdeponien
Carbolith AS	IMS mbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	12.06.2002	Prüfung des Verhaltens gegenüber kaltem Wasser unter Berücksichtigung des Einflusses auf Grundwasser.	Silikatharz	Kanalsanierung	1. grundwasserhygienische Beurteilung: Aufgrund des Wasserverhaltens und der fehlenden toxischen Wirkungen und unter Berücksichtigung der deutlich bis starken Geruchsemission des Produktes bestehen u.E. gegen den kleinflächigen Einsatz des Materials zur Kanalsanierung keine Bedenken. 2. trinkwasserhygienische Beurteilung: Die Ergebnisse der Migrations- und Chlorzehrungsprüfung zeigen Übereinstimmung mit den Anforderungen an großflächige Dichtungen im Sinne der KTW-Empfehlung 1.3.13.	-
DTI EPH 230	ProKasro Service GmbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	03.08.2001	Prüfung gemäß KTW-Empfehlungen	Epoxidharz	groß- und kleinflächige Dichtungen (Kategorie D1 und D2)	Aufgrund der Untersuchungsergebnisse erfüllt DTI EPH 230 die in den "Kunststoff-Trinkwasser-Empfehlungen" (KTW-Empfehlungen) genannten Anforderungen an groß- und kleinflächige Dichtungen (Kategorie D1 und D2). Gegen die Verwendung als Injektionsharz zum Abdichten von Rissen z.B. in Trinwasserbehältern bestehen daher u.E. keine Bedenken. Entsprechende Arbeiten dürfen jedoch nicht im laufenden Betrieb vorgenommen werden. Es werden vom ausgehärteten Material keine meßbaren Konzentrationen von Inhaltsstoffen an das zusitzende Wasser abgegeben, so daß beim Einsatz zur Kanalsanierung vom ausgehärteten Harz keine Gefahren für das Grundwasser ausgehen.	Sondermüll-entsorgung
JaGoSil	Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	12.08.2002	Prüfung des Verhaltens gegenüber kaltem Wasser unter Berücksichtigung des Einflusses auf Grundwasser.	Silicat-Isocyanat-Harz	Abdichtung und Sanierung von Abwasserkanälen	1. grundwasserhygienische Beurteilung: Aufgrund des Wasserverhaltens und der fehlenden toxischen Wirkungen und unter Berücksichtigung der deutlich bis starken Geruchsemission des Produktes bestehen u.E. gegen den kleinflächigen Einsatz des Materials zur Kanalsanierung keine Bedenken. 2. trinkwasserhygienische Beurteilung: Die Ergebnisse der Migrations- und Chlorzehrungsprüfung zeigen Übereinstimmung mit den Anforderungen an großflächige Dichtungen im Sinne der KTW-Empfehlung 1.3.13.	hausmüllähnliche Deponien, Bauschuttdeponien oder Verbrennung
Concresive 1850	Katec GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						-
Ergelit- Kanaltec IS	DiTom Kanaltechnik GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						-
Pro Kaspox 02	ProKasro Mechatronic GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						Sondermüll-entsorgung
Sealtec VM-KS	Umwelttechnik Strobel GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						-

*Angaben zur Umweltverträglichkeit aus den jeweiligen Prüfzeugnissen
**nach Angabe der Verfahrensanbieter

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 27: Materialempfehlungen, Umweltverträglichkeit und Entsorgungsmöglichkeiten - Hutprofil-Harze

Bez. Sanierungsmaterial	Eingesetzt von:	Prüfinstitut	Datum	Inhalt des Prüfauftrags	Material	Einsatzbereich	Beurteilung*	Entsorgungsmöglichkeiten**
Interdesco 409	ProKasro Mechatronic GmbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	10.04.2003	Untersuchung des Verhaltens des Verpresssystems gegenüber Wasser	Epoxidharz	Abdichtung und Sanierung von Abwasserkanälen	Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist u.E. keine merkliche Beeinflussung des Grundwassers, Abwassers oder Regenwassers durch das ausgehärtete Verpresssystem Interdesco RI 410 zu erwarten. Angesichts der anfänglich erhöhten Abgabe organischer Verbindungen (TOC) und dem erhöhten chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) ist von einem Einsatz des v.g. Verpresssystems zur partiellen Sanierung von Abwasserrohren in der Trinkwasserschutzzone I aus Vorsorgegründen abzusehen.	-
Konudur 160 BRAWO I	PKT GmbH & Co. KG	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	27.03.2002	Prüfung aus wasserhygienischer Sicht	Epoxidharz	Sanierung von Abwasserkanälen	Aufgrund der Untersuchungsergebnisse bestehen u.E. aus wasserhygienischer Sicht keine Bedenken gegen die Verwendung des 2-Komponenten-EP-Tränkharzes Konudur 160 BRAWO I für Laminat und Polyesternadelfilzschläuche zur Abdichtung und Sanierung von Abwasserkanälen. Toxische Einflüsse auf das umgebende Wasser gehen von dem untersuchten Material nicht aus. Beim Einsatz zur Kanalsanierung ist keine nennenswerte Beeinflussung des zusitzenden Grundwassers noch des Abwassers zu besorgen.	-
Konudur 160 BRAWO III	PKT GmbH & Co. KG	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	27.03.2002	Prüfung aus wasserhygienischer Sicht	Epoxidharz	Sanierung von Abwasserkanälen	Aufgrund der Untersuchungsergebnisse bestehen u.E. aus wasserhygienischer Sicht keine Bedenken gegen die Verwendung des 2-Komponenten-EP-Tränkharzes Konudur 160 BRAWO III für Laminat und Polyesternadelfilzschläuche zur Abdichtung und Sanierung von Abwasserkanälen. Toxische Einflüsse auf das umgebende Wasser gehen von dem untersuchten Material nicht aus. Beim Einsatz zur Kanalsanierung ist keine nennenswerte Beeinflussung des zusitzenden Grundwassers noch des Abwassers zu besorgen.	-
Multi- Point- Liner- System-Harz 2000	IMS mbH	Hygiene-Institut des Ruhrgebiets	28.09.1994	Untersuchung für den Einsatz zur Kanalsanierung unter dem Gesichtspunkt der Umweltverträglichkeit.	Polyurethanharz	Kanalsanierung	Aufgrund der Untersuchungen ist keine nennenswerte Beeinflussung des Grundwassers durch das Polyurethanharz-System multi Point-Liner harz 2000 zu erwarten. Es gehen von den Prüfkörpern auch keine toxischen Einflüsse auf den umgebenden Boden und insbesondere auf das zusitzende Grundwasser aus. Insbesondere sind toxische Wirkungen auszuschließen, so dass gegen den vorgesehenen Einsatz des multi Point-Liner harz 2000 zur Kanalsanierung u.E. keine Bedenken bestehen. Nach den vorliegenden Prüfergebnisse bestehen u.E. keine Bedenken, dieses Material auch in den Schutzzonen II und III und bei sorgfältiger Verarbeitung unter Berücksichtigung aller Sicherheitsmaßnahmen auch in Schutzzone I einzusetzen.	Ausgehärtet = Hausmüll
Alocit 50	D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						Ausgehärtet = Hausmüll
Epoxidharz (E 96)	Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						entsprechend der Entsorgungsvorschriften der einschlägigen GFK-Normen; im gehärteten Zustand sind die Materialien als Hausmüll zu betrachten
Epoxidharz KMG 730	KMG GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						-
Polyurethanharz 3 P	KMG GmbH	Kein Prüfzeugnis vorgelegt						-

*Angaben zur Umweltverträglichkeit aus den jeweiligen Prüfzeugnissen

**nach Angabe der Verfahrensanbieter

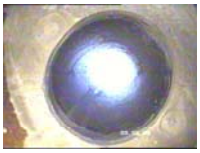
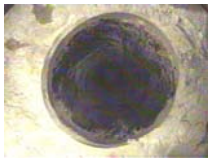
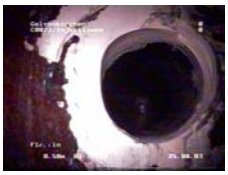
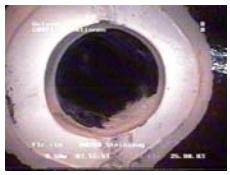
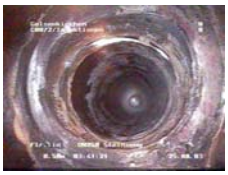
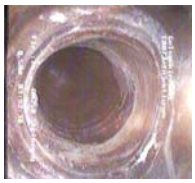
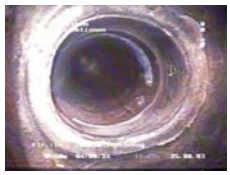
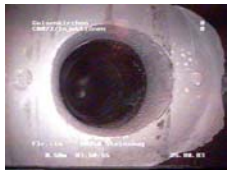
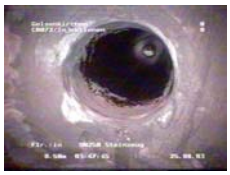
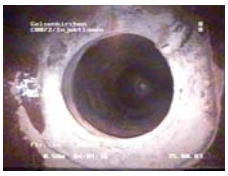
©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang III:

Ergebnisse der Reparaturen

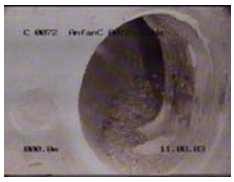
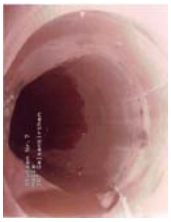
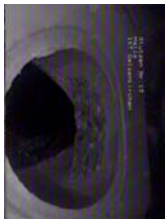
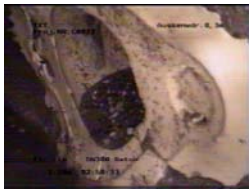
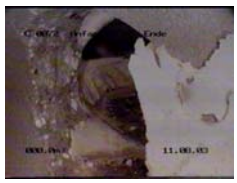
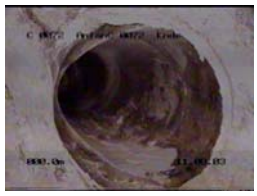
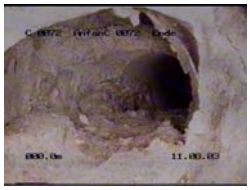
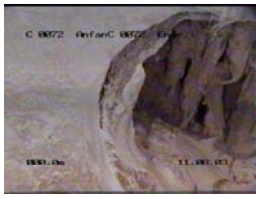
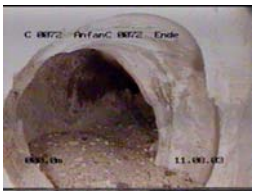
©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 28: Reparaturergebnisse: Injektionen im Steinzeugkanal DN 250 - Standardschaden

Verfahrensbezeichnung	Reparatur 1	Reparatur 2	Reparatur 3
DSS-Flex DiTom-Kanaltechnik GmbH (Mörtelinjektion)			
Hächler-Verpresssystem Hächler AG Umwelttechnik (Mörtelinjektion)			
IMS Stutzensanierung mit Injektion IMS GmbH (Harzinjektion)			
Janßen-Stutzensanierung Umwelttechnik Franz Janßen GmbH (Harzinjektion)			
KA-TE Schalungsmanschette KA-TE System AG (Harzinjektion)			
ProKasro-Verpresssystem ProKasro Mechatronic GmbH (Harzinjektion)			
Strobel-Betonverfahren Umwelttechnik Strobel GmbH (Mörtelinjektion)			

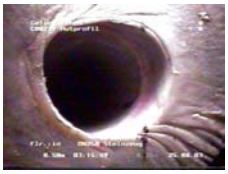
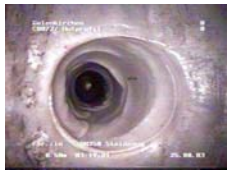
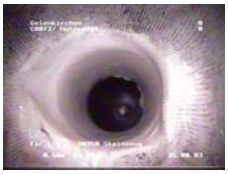
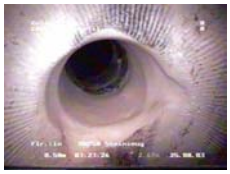
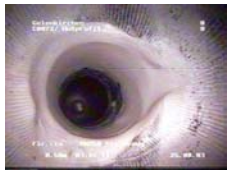
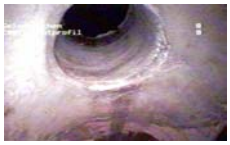
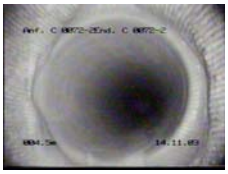
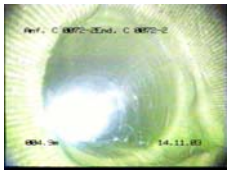
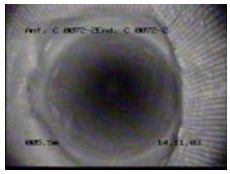
©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 29: Reparaturergebnisse: Injektionen im Betonkanal DN 300 - Extremschaden

Verfahrens-bezeichnung	Reparatur 1	Reparatur 2	Reparatur 3
DSS-Flex DiTom-Kanaltechnik GmbH (Mörtelinjektion)			
Hächler-Verpresssystem Hächler AG Umwelttechnik (Mörtelinjektion)			
IMS Stutzensanierung mit Injektion IMS GmbH (Harzinjektion)			Auf die Reparaturdurchführung wurde verzichtet
Janßen-Stutzensanierung Umwelttechnik Franz Janßen GmbH (Harzinjektion)			
KA-TE Schalungsmanschette KA-TE System AG (Harzinjektion)			
ProKasro-Verpresssystem ProKasro Mechatronic GmbH (Harzinjektion)			
Strobel-Betonverfahren Umwelttechnik Strobel GmbH (Mörtelinjektion)			Reparatur wurde abgebrochen.

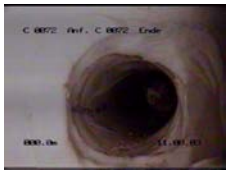
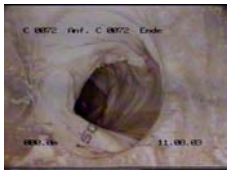
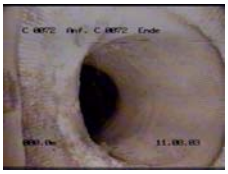
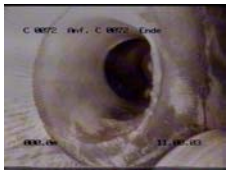
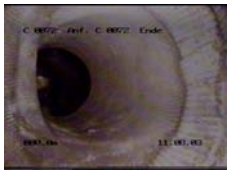
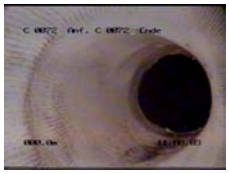
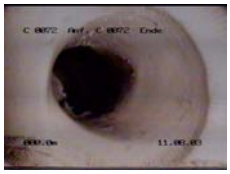
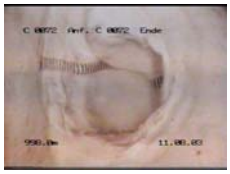
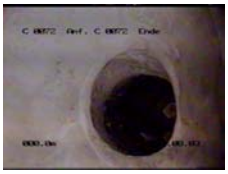
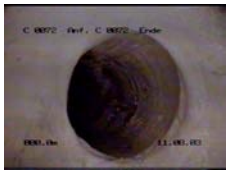
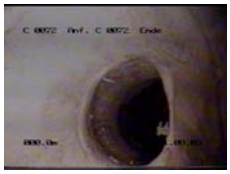
©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 30: Reparaturergebnisse: Hutprofile im Steinzeugkanal DN 250 - Standardschaden

Verfahrensbezeichnung	Reparatur 1	Reparatur 2	Reparatur 3
Houseliner-Hutprofil KMG GmbH (Polyestergewebe mit Harz)			
IMS-Hutprofil IMS GmbH (Polyestergewebe mit Harz)			
ProKasro-Laminathut-Setzsystem Prokasro Mechatronic GmbH (Nadelfilz mit Harz)			
Pyrolus-System PKT GmbH & Co. KG (Polyestergewebe mit Harz)			

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 31: Reparaturergebnisse: Hutprofile im GFK- Kanal DN 500 - Extremschaden

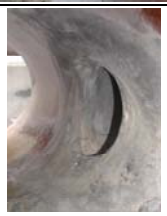
Verfahrensbezeichnung	Reparatur 1	Reparatur 2	Reparatur 3
Houseliner-Hutprofil KMG GmbH (Polyestergewebe mit Harz)			
Hutstutzen für DS CityLiner D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG (Polyestergewebe mit Harz)			
IMS-Hutprofil IMS GmbH (Polyestergewebe mit Harz)			
Insituform-Hutprofil Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH (Nadelfilz mit Harz)			
ProKasro-Laminathut-Setzsystem Prokasro Mechatronic GmbH (Nadelfilz mit Harz)			

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang IV:
Zustand nach Hochdruckreinigung

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 32: Zustand nach HD-Reinigung: Injektionen im Steinzeugkanal DN 250 - Standardschaden

Verfahrensbezeichnung	Beispiel 1	Beispiel 2
DSS-Flex DiTom- Kanaltechnik GmbH (Mörtelinjektion)		
Hächler-Verpresssystem Hächler Umwelttechnik (Mörtelinjektion)		
IMS Stutzensanierung mit Injektion IMS GmbH (Harzinjektion)		
Janßen-Stutzensanierung Umwelttechnik Franz Janßen GmbH (Harzinjektion)		
KA-TE Schalungsmanschette KA-TE System AG (Harzinjektion)		
ProKasro-Verpresssystem ProKasro Mechatronic GmbH (Harzinjektion)		
Strobel-Betonverfahren Umwelttechnik Strobel GmbH (Mörtelinjektion)		

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 33: Zustand nach HD-Reinigung: Hutprofile im Steinzeugkanal DN 250 - Standardschaden

Verfahrensbezeichnung	Beispiel 1	Beispiel 2
Houseliner-Hutprofil KMG GmbH (Polyestergewebe mit Harz)		
IMS-Hutprofil IMS GmbH (Polyestergewebe mit Harz)		
ProKasro-Laminathut-Setzsystem Prokasro Mechatronic GmbH (Nadelfilz mit Harz)		
Pyrolus-System PKT GmbH & Co. KG (Polyestergewebe mit Harz)		

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 34: Zustand nach HD-Reinigung: Hutprofile im GFK- Kanal DN 500 - Extremschaden

Verfahrensbezeichnung	Beispiel 1	Beispiel 2
Houseliner-Hutprofil KMG GmbH (Polyestergewebe mit Harz)		
Hutstutzen für DS CityLiner D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG (Polyestergewebe mit Harz)		
IMS-Hutprofil IMS GmbH (Polyestergewebe mit Harz)		
Insituform-Hutprofil Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH (Nadelfilz mit Harz)		
ProKasro-Laminathut-Setzsystem Prokasro Mechatronic GmbH (Nadelfilz mit Harz)		

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang V:
Abflussrisiken: Optische Begutachtung und Messungen

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 35: Optische Begutachtung und Messungen: Reparierte Anschlussstutzen im Steinzeugkanal DN 250 - Injektionsverfahren

Bezeichnung	Abflusshindernis		Durchmesser parallel zur Hauptrohrachse [cm]	Durchmesser senkrecht zur Hauptrohrachse [cm]
	[ja/nein]	Bemerkung		
Ditom 1	nein	-	11,51	10,8
Ditom 2	nein	-	12,12	10,2
Ditom 3	nein	-	11,76	8,9
Hächler 1*	-	-	-	-
Hächler 2	nein	-	12,7	11,6
Hächler 3	nein	-	12,8	12,0
IMS 1	nein	-	13,3	12,9
IMS 2	nein	-	15,0	15,0
IMS 3*	-	-	-	-
Janßen 1	nein	-	14,1	-
Janßen 2	nein	-	13,9	13,2
Janßen 3	nein	-	14,4	14,2
Katec 1	nein	-	12,4	12,6
Katec 2	nein	-	12,3	12,2
Katec 3	nein	-	12,4	12,7
Prokasro 1	nein	-	13,7	12,7
Prokasro 2	nein	-	13,2	12,5
Prokasro 3	nein	-	13,2	12,4
Strobel 1	nein	-	12,7	11,8
Strobel 2**	-	-	-	-
Strobel 3**	-	-	-	-

*Reparatur beim Ausbau beschädigt
**Messung aufgrund des Reparaturergebnisses nicht möglich

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 36: Optische Begutachtung und Messungen: Reparierte Anschlussstutzen im Steinzeugkanal DN 250 - Hutprofilverfahren

Bezeichnung	Abflusshindernis		Durchmesser parallel zur Hauptrohrachse [cm]	Durchmesser senkrecht zur Hauptrohrachse [cm]
	[ja/nein]	Bemerkung		
IMS 1	ja	geringfügige Kantenbildung in der Anschlussleitung	14,2	14,3
IMS 2	nein	-	14,0	14,5
IMS 3	nein	-	13,4	13,5
KMG 1	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	13,4	13,0
KMG 2	ja	geringfügige Kantenbildung am Übergang zum Haupt-rohr; Faltenbildung	13,3	14,2
KMG 3	ja	geringfügige Kantenbildung am Übergang zum Haupt-rohr; Faltenbildung	13,5	13,4
PKT 1	nein	-	14,0	14,2
PKT 2	nein	-	13,6	14,7
PKT 3	nein	-	13,2	13,5
Prokasro 1	nein	-	13,1	13,1
Prokasro 2	nein	-	12,9	13,1
Prokasro 3	nein	-	13,2	13,2

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 37: Optische Begutachtung und Messungen: Reparierte Anschlussstutzen im GFK-Kanal DN 500 - Hutprofilverfahren

Bezeichnung	Abflusshindernis		Durchmesser parallel zur Hauptrohrachse [cm]	Durchmesser senkrecht zur Hauptrohrachse [cm]
	[ja/nein]	Bemerkung		
D&S 1	nein	-	16,0	14,0
D&S 2	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	15,4	14,5
D&S 3	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	15,5	14,5
IMS 1	ja	Kantenbildung am Übergang in der Anschlussleitung	18,0	14,5
IMS 2	ja	Kantenbildung am Übergang in der Anschlussleitung	19,1	14,3
IMS 3	ja	Kantenbildung am Übergang in der Anschlussleitung	19,1	14,3
Insituform 1	ja	Faltenbildung	12,1	11,4
Insituform 2	ja	Faltenbildung	11,9	12,0
Insituform 3	ja	Faltenbildung	11,2	11,9
KMG 1	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	11,6	13,0
KMG 2	nein	-	18,3	12,8
KMG 3	ja	starke Faltenbildung, Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	9,6	11,0
Prokasro 1	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	11,2	12,2
Prokasro 2	nein	-	14,0	15,2
Prokasro 3	ja	Kantenbildung am Übergang zum Hauptrohr	12,2	12,5

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang VI:
Baustellen-Untersuchung

©2004 All rights reserved by GEK mbH

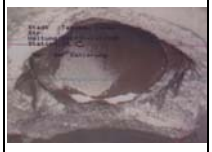
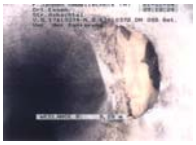
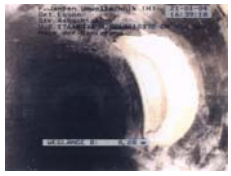
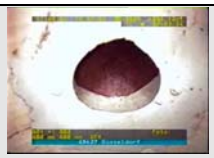
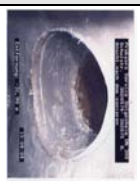
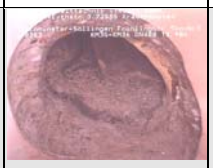
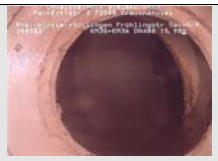
Tabelle 38: Ergebnisse der Baustellen-Untersuchungen für die Injektionsverfahren

Verfahren	Ort	Termin	Positiver Gesamt-eindruck [ja/nein]	Schwierigkeitsgrad der Reparartur laut Techniker [hoch, mittel, gering]	Reparaturergebnis optisch anspre-chend [ja/nein]	Einfluss auf den Kanalbetrieb	Notwendige Zugangsmöglich-keiten zum Kanal [Anzahl]
DSS-Flex, Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	Reckling-hausen	12.03.2004	ja	mittel	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	Rheinbraun AG, Dürwiß	19.03.2004	ja	gering	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1-2 (je nach einge-setzter Technik)
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	Schwerin	06.04.2004	ja	schwierig; wg. vor-handener Hohlräume	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
Janßen-Stutzensanierung, Franz Janßen GmbH	Essen	21.01.2004	ja	mittel	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	2
KA-TE Schalungsman-schette, KA-TE System AG	Düsseldorf	26.01.2004	ja	gering	ja	Verschluss der An-schlussleitungen für ca. 24 h*	1
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	Dolgesheim	15.04.2004	ja	mittel	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
Strobel-Betonverfahren, Strobel GmbH	Rhein-münster	11.03.2004	ja	mittel-hoch	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1-2 (je nach einge-setzter Technik)

*Die Schalung verblieb über Nacht im Hauptkanal und die Dichtblasen in den Anschlussleitungen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 39: Baustellen-Untersuchung der Injektionsverfahren, Dokumentation

Injektionsverfahren/ Anbieter	Ausführende Firma	Baustelle	Bsp. Stutzen vor der Repa-ratur	Bsp. Stutzen nach der Repa-ratur
DSS-Flex, Fa. DiTom-Kanaltechnik GmbH	DiTom-Kanaltechnik GmbH			
Hächler-Verpresssystem, Hächler AG Umwelttechnik	Jackels GmbH			
IMS Stutzensanierung mit Injektion, IMS GmbH	Clean-Kanalsanierung GmbH			
Janßen-Stutzensanierung, Umwelttechnik Franz Janßen GmbH	Umwelttechnik Franz Janßen GmbH			
KA-TE Schalungsmanschette, KA-TE System AG	D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG		-	
ProKasro-Verpresssystem, ProKasro Mechatronic GmbH	ProKasro Service GmbH			
Strobel-Betonverfahren, Umwelttechnik Strobel GmbH	Umwelttechnik Strobel GmbH			

©2004 All rights reserved by GEK mbH

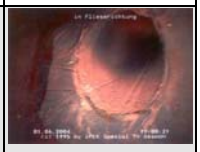
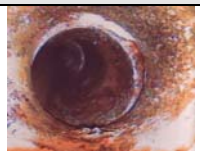
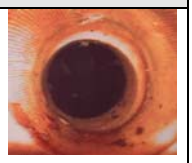
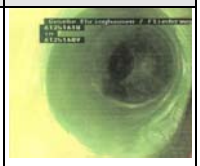
Tabelle 40: Ergebnisse der Baustellen-Untersuchungen für die Hutprofilverfahren

Verfahren	Ort	Termin	Positiver Gesamt-eindruck [ja/nein]	Schwierigkeitsgrad der Re-paratur laut Techniker [hoch, mittel, gering]	Reparaturer-gebnis optisch ansprechend [ja/nein]	Einfluss auf den Kanal-betrieb	Notwendige Zu-gangsmöglich-keiten zum Kanal [Anzahl]
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH*	Neuss	24.05.2004	ja	mittel	ja	Verschluss der An-schlussleitung für ca. 8 h	2
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Gladenbach	18.03.2004	ja	mittel-schwer	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	A9 bei Berlin	01.04.2004	ja	gering	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungs-techniken GmbH	Helmstedt	09.03.2004	ja	gering	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 2 h	2
ProKasro-Laminathut- Setz-system, Prokasro Mechatronic GmbH	Neuss	16.12.2003	ja	gering	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 1 h	1
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	Geseke	22.04.2004	ja	gering	ja	Kurzfristiger Verschluss der Anschlussleitung; ca. 2,5 h	2

* Bei der Baustellen-Untersuchung wurde der Anschlussstutzen und 7m Anschlussleitung gemeinsam saniert.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 41: Baustellen-Untersuchung der Hutprofilverfahren, Dokumentation

Hutprofilverfahren/ Anbieter	Ausführende Firma	Baustelle	Bsp. Stutzen vor der Reparatur	Bsp. Stutzen nach der Reparatur
Houseliner-Hutprofil, KMG GmbH	KMG GmbH		-	
Hutstutzen für DS CityLiner, D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG	D & S Rohrsanierung GmbH & Co. KG			
IMS-Hutprofil, IMS GmbH	Clean-Kanalsanierung GmbH			
Insituform-Hutprofil, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH			
ProKasro-Laminathut-Setzsystem, Prokasro Mechatronic GmbH	ProKasro Service GmbH			
Pyrolus-System, PKT GmbH & Co. KG	PKT GmbH & Co. KG		-	

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Anhang VII:
Empfehlungen zur Ausschreibung und Qualitätssicherung:
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) -
- Einbauprotokolle -

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)
„Reparatur von Anschlussstutzen“

Qualitätssicherung

Q1) Bewerber müssen die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit durch Referenzen sowie eine Gütesicherung – bestehend aus Fremd- und Eigenüberwachung – nachweisen.

Die Referenzen sollten vergleichbare Projekte der letzten drei Jahre mit Angabe des Ausführungszeitraums, des Auftragsvolumens und eines Ansprechpartners des Auftraggebers mit Rufnummer enthalten.

Der Nachweis der Gütesicherung gilt als erbracht, wenn das Unternehmen im Besitz des entsprechenden RAL-Gütezeichens der Gütegemeinschaft „Güteschutz Kanalbau“ ist. Ersatzweise kann ein Fremdüberwachungsvertrag für die jeweilige Einzelmaßnahme vorgelegt werden, der die Erfüllung der Anforderungen gemäß RAL-Güte- und Prüfbestimmungen GZ 961 sicherstellt.

Q2) Bei der Durchführung der Arbeiten sind die Empfehlungen, Richtlinien und Merkblätter der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK), des Güteschutz Kanalbau, des Rohrleitungssanierungsverband e.V. (RSV), der German society for trenchless technology e.V. (GSTT) sowie die entsprechenden Normen zu beachten.

Q3) Die Berufserfahrung des ausführenden Personals ist nachzuweisen. Der ausführende Techniker muss an Schulungen bzw. Baustelleneinweisungen bzgl. der eingesetzten Verfahren teilgenommen haben. Dies ist durch entsprechende Zeugnisse zu belegen.

Q4) Die Reparatur mit den eingesetzten Verfahren und Materialien muss zur deutlichen Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Anschlussstutzens führen. D.h. dass nach der Reparatur die Entsorgungssicherheit wiederhergestellt ist und somit durch die Reparatur die Abwasserableitung zweifelsfrei verbessert wird, Rohr- und Bodeneinbrüche verhindert werden und Fremdwasserzufluss deutlich vermindert wird. Eine akute Verstopfungsgefahr ist nach der Reparatur nicht mehr vorhanden.

Dass die Reparatur mit den eingesetzten Verfahren und Materialien diesen Qualitätsanspruch erfüllt, ist durch Prüfzeugnisse zu belegen.

Q5) Die Reparatur muss gegenüber der Hochdruckreinigung über die gesamte Lebensdauer widerstandsfähig sein. Der Nachweis dieser Widerstandsfähigkeit ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Q6) Die eingesetzten Materialien müssen eine hohe Klebefähigkeit auf feuchtem und trokkenem, vorgefrästem Grund, hohe mechanische Festigkeit, chemische Resistenz und

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Temperaturbeständigkeit besitzen sowie schwindarm aushärten. Die Materialeigenschaften hinsichtlich Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit sowie Haftzugfestigkeit auf den jeweils vorliegenden Rohrwerkstoffen (Hauptkanal und Anschlussleitung) sind nachzuweisen. Der Nachweis der jeweiligen Materialeigenschaften ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Q7) Die eingesetzten Materialien sind auf die Abwassereigenschaften abzustimmen. Bei Industrieabwässern sind entsprechend resistente Materialien einzusetzen.

Q8) Die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Materialien ist durch Prüfzeugnisse einer unabhängigen Prüfstelle zu belegen. Für Arbeiten bei anstehendem Grundwasser bzw. in Wasserschutzzonen sind entsprechende Nachweise über die Unbedenklichkeit des Materialeinsatzes zu erbringen.

Q9) Die Aushärtezeit des Materials bis zum Erreichen der angegebenen Werkstoffeigenschaften ist dem AG schriftlich mitzuteilen.

Q10) Auf Verlangen des AG ist von den verwendeten Materialien eine Rückstellprobe zu fertigen. Die Probekörper sind mit der Materialbezeichnung und dem Herstellungsdatum zu versehen und beim AG abzuliefern. Die einzelnen Materialkomponenten sind dem AG auf Verlangen im Originalgebinde zur Verfügung zu stellen.

Q11) Für die Film- und Fotoaufnahmen ist der Einsatz einer adäquaten Technik mit dem AG abzustimmen. Die Dateneinblendung auf dem Film muss mindestens folgende Angaben enthalten: Straße, Anfangsschacht, Endschacht, Entwässerungssystem, Untersuchungsdatum und Uhrzeit, Station und Videozählerstand, Art der Befahrung, Art der Reparatur.

Q12) Das beiliegende Baustellenprotokoll ist entsprechend dem Muster auszufüllen und dem AG vorzulegen.

Q13) Die Aufzeichnungen (Video, Bilder und Protokolle) sind dem AG wöchentlich auszuhändigen.

Q14) Die Qualifikation und Leistungsfähigkeit wird u.U. durch Arbeitsproben (Testreparaturen) überprüft. Hierbei ist eine begrenzte Anzahl Schadstellen instandzusetzen. Die Vergütung erfolgt entsprechend den Angebotspreisen.

Q15) Die Verantwortlichkeit auf der Baustelle ist vorab namentlich festzulegen und die telefonische Erreichbarkeit ist sicherzustellen.

Q16) Die Angaben des Verfahrensanbieters zur Qualitätssicherung sind beim Einsatz des Reparaturverfahrens zu beachten.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Reparaturvorbereitung

RV1) Der Abfluss von den in Betrieb befindlichen Anschlussleitungen ist sicherzustellen. Die Anlieger sind frühzeitig zu informieren und ggf. in Rücksprache mit dem AG um „Nichtbenutzung“ der sanitären Anlagen zu bitten.

RV2) Die Schadstelle ist vor der Reparatur filmisch auf Video, CD oder DVD (Abstimmung mit dem AG) zu dokumentieren. Die Schadstelle ist mit der Kamera komplett abzuschwenken. Zusätzlich sind aussagekräftige Bilder der Schadstelle zu erstellen.

RV3) Hindernisse, wie verfestigte Ablagerungen, Wurzeln oder einragende Dichtungen, welche die durchzuführenden Arbeiten behindern, sind mit geeigneter Fräse zu entfernen.

RV4) Ausgebrochene, vorstehende und zurückliegende Anschlussstutzen sind unter Einsatz eines ferngesteuerten Fräsroboters bis hinter die Rohrwandung des Hauptkanals zurückzufräsen bzw. zurückliegende Anschlüsse sind anzufräsen. Bei der Reparatur mit Injektionsverfahren ist im Übergangsbereich Hauptkanal-Anschlussstutzen ein für die Anwendung des jeweiligen Verfahrens entsprechendes Fräsbild zu erstellen. Bei der Reparatur mit Hutprofilverfahren ist der Bereich im Hauptkanal an dem sich nach der Reparatur die Hutkrempe befindet und die Anschlussleitung aufzurauen. Die Dokumentation der Einzelarbeiten ist auf Verlangen des Auftraggebers nachzuweisen.

RV5) Verunreinigungen durch die Fräsarbeiten sowie Ablagerungen sind aus dem Hauptkanal und der Anschlussleitung durch Hochdruckreinigung zu entfernen, so dass ein tragfähiger sauberer Untergrund entsteht. Das Spül- und Fräsgut ist nach Abstimmung mit dem AG durch den AN fachgerecht zu entsorgen.

RV6) Die vorgefräste Schadstelle ist filmisch auf Video, CD oder DVD (Abstimmung mit dem AG) zu dokumentieren. Die vorgefräste Schadstelle ist mit der Kamera komplett abzuschwenken. Zusätzlich sind aussagekräftige Bilder der vorgefrästen Schadstelle zu erstellen.

Reparatur

R1) Die Reparatur sollte unmittelbar nach der Hochdruckreinigung erfolgen.

R2) Die Reparatur ist mit einem geeigneten Packer bzw. Roboter unter Beachtung der Angaben des Verfahrensanbieters zum Einsatz des Verfahrens durchzuführen.

R3) Fachgerechte Reparaturdurchführung mit:
z.B. Testsieger aus dem IKT-Warentest oder gleichwertig.

R4) Die schadhaften Anschlussstutzen sind unter ständiger Kamerabeobachtung zu reparieren.

R5) Die von den Materialherstellern vorgegebenen Aushärtezeiten sind einzuhalten.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

R6) Die Reparatur ist unabhängig vom Schadensbild, den Rohrwerkstoffen und dem Abgangswinkel der Anschlussleitung so auszuführen, dass die Funktionsfähigkeit des Anschlussstutzens wieder hergestellt wird. Durch die Reparatur ist ein glatter Anschlussstutzen ohne wesentliche Querschnittsreduzierung herzustellen.

R7) Beim Einsatz von Hutprofilen ist das vollflächige und gleichmäßige „Einharzen“ sicherzustellen.

R8) Bei Hohlräumen im Anschlussbereich ist durch die Reparatur das Rohr-Boden-Tragsystem durch Stabilisierung des umgebenden Bodenbereichs wiederherzustellen. Die Hohlräume sind vollständig zu verfüllen.

R9) Der Packer bzw. Roboter und alle Zubehörteile sind nach der Reparatur aus dem Kanal zu entfernen.

R10) Der Reparaturvorgang ist in Absprache mit dem AG filmisch zu dokumentieren.

Nacharbeiten

N1) Der reparierte Anschlussstutzen ist filmisch auf Video, CD oder DVD (Abstimmung mit dem AG) zu dokumentieren. Der reparierte Anschlussstutzen ist mit der Kamera komplett abzuschwenken. Die Übergangsbereiche der Reparatur im Hauptkanal und in der Anschlussleitung sind aufzunehmen. Zusätzlich sind aussagekräftige Bilder des reparierten Anschlussstutzens zu erstellen.

N2) Der reparierte Anschlussstutzen ist ggf. auf- und nachzufräsen. Die Einlaufbereiche sind so nachzuarbeiten, dass keine hydraulisch ungünstigen Einlaufbedingungen zurückbleiben. Bei Hutprofilen sind die Ränder nach Erfordernis zu glätten.

N3) Selbstverursachte Verschmutzungen müssen beseitigt werden. Ggf. in die Kanäle und Anschlussleitungen ausgetretenes Material ist unverzüglich zu entfernen. Bei der Reparatur anfallende Materialien sind nach Maßgabe des AG durch den AN zu entsorgen.

N4) Die durchgeführten Reparaturen sind durch unabhängige Fachfirmen auf Verlangen des AG gemäß DIN EN 1610 auf Dichtheit zu prüfen. Die Auswahl der Reparaturstellen für die Dichtheitsprüfung trifft der AG. Die Dichtheitsprüfung muss unter Kamerabeobachtung erfolgen. Sollten sich bei den überprüften Reparaturen Undichtigkeiten ergeben, so sind diese durch den AN zu beseitigen.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Protokoll zur Reparatur von Anschlussstutzen mit Injektionsverfahren

(von der Bauleitung auszufüllen)

Baumaßnahme, Beschreibung			
Ortsteil/Straße:			Witterung:
von Schacht:	nach Schacht:	Station:	Lage im Kanal:
Verfahrens-Bez.:		Bez. Material:	

Reparaturvorbereitung

☐ Anlieger informiert
☐ Aufrechterhaltung der Vorflut
☐ Hochdruckreinigung des Hauptkanals durchgeführt
☐ Dokumentation (z.B. Film) des schadhaften Anschlussstutzens erstellt
☐ Hochdruckreinigung des Anschlussstutzens nach den Fräsarbeiten durchgeführt
☐ Dokumentation (z.B. Film) des vorgefrästen Anschlussstutzens erstellt
Rüstzeit [min]:
Dauer der Vorarbeiten [min]:

Durchführung der Reparatur

☐ Probleme bei der Durchführung, mit Beschreibung:
_____

Materialaustritt in den Hauptkanal
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Materialaustritt in die Anschlussleitung
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
☐ Überwachung der Aushärtung, mit Beschreibung:
_____
Verpresste Materialmenge [kg]:
Dauer der Reparatur [min]:
Aushärtezeit vor Inbetriebnahme [min]:

Nacharbeiten

Mängel an der Reparatur
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Nacharbeiten an der Reparatur notwendig
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Evtl. in den Hauptkanal bzw. in die Anschlussleitung ausgetretenes Material entfernt
☐ ja
☐ nein, mit Begründung _____
☐ Dokumentation (z.B. Film) des reparierten Anschlussstutzens erstellt
Dauer der Nacharbeiten [min]:

Randbedingungen

Probleme bei der Gesamtmaßnahme
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Anwohnerbeschwerden
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein

Firma:	Datum:
Name Techniker:	Unterschrift:
Name Bauleitung:	Unterschrift:
Auftraggeber:	Unterschrift:

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Protokoll zur Reparatur von Anschlussstutzen mit Hutprofilverfahren

(von der Bauleitung auszufüllen)

Baumaßnahme, Beschreibung			
Ortsteil/Straße:			Witterung:
von Schacht:	nach Schacht:	Station:	Lage im Kanal:
Verfahrens-Bez.:		Bez. Material:	

Reparaturvorbereitung

☐ Anlieger informiert
☐ Aufrechterhaltung der Vorflut
☐ Hochdruckreinigung des Hauptkanals durchgeführt
☐ Dokumentation (z.B. Film) des schadhaften Anschlussstutzens erstellt
☐ Hochdruckreinigung des Anschlussstutzens nach den Fräsarbeiten durchgeführt
☐ Dokumentation (z.B. Film) des vorgefrästen Anschlussstutzens erstellt
Rüstzeit [min]:
Dauer der Vorarbeiten [min]:

Durchführung der Reparatur

Abmessungen des Hutprofils
Durchmesser [cm]:
Krempenbreite [cm]:
Mantellänge [cm]:
Winkel [°]
☐ Vakuum-Tränkung
oder Art der Tränkung _____
☐ Sichtkontrolle der vollflächigen Durchtränkung des Hutprofils
☐ Probleme bei der Durchführung, mit Beschreibung: _____
☐ Überwachung der Aushärtung, mit Beschreibung: _____
Dauer der Reparatur [min]:
Aushärtezeit [min]:

Nacharbeiten

Mängel an der Reparatur
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Glatte Übergänge des Hutprofils im Hauptkanal
☐ ja
☐ nein
Glatte Übergänge des Hutprofils in der Anschlussleitung
☐ ja
☐ nein
Nacharbeiten an der Reparatur notwendig
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
☐ Dokumentation (z.B. Film) des reparierten Anschlussstutzens erstellt
Dauer der Nacharbeiten [min]:

Randbedingungen

Probleme bei der Gesamtmaßnahme
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein
Anwohnerbeschwerden
☐ ja, mit Beschreibung _____
☐ nein

Firma:	Datum:
Name Techniker:	Unterschrift:
Name Bauleitung:	Unterschrift:
Auftraggeber:	Unterschrift:

©2004 All rights reserved by GEK mbH

Literatur

[1] Berger, C. et al.: Zustand der Kanalisation in Deutschland - Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage; 2001.

[2] Bosseler, B; Kaltenhäuser, G; Puhl, R: Endbericht zum „IKT-Warentest Hausanschlussstutzen“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag von 14 Kanalnetzbetreibern, 06/2001, download unter www.ikt.de.

[3] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), vom 27. Juli 1957 in der Neufassung der Bekanntmachung vom 12. November 1996.

[4] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitung von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SüwV Kan); 1995.

[5] Anforderungen an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalisationsnetzen - RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft vom 03.01.1995 - Bekanntmachung im Ministerialblatt für das Land NRW - Nr. 14 vom 10. Februar 1995.

[6] Winkler, U.: Sanierung von Hausanschluss-Stutzen im Abwasserkanal: Technische Möglichkeiten und Grenzen; bi Umweltbau (2003), H. 3, S. 48 - 52.

[7] Stein, D.: Instandhaltung von Kanalisationen; 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 1999.

[8] ATV-A 147, Teil 1: Betriebsaufwand für die Kanalisation, Betriebsaufgaben und Intervalle; 05/1993, ATV-DVWK-Regelwerk.

[9] Hoppe, F.: Parameter des Hochdruckspülversuches nach dem Hamburger Modell; Stadtentwässerung Hamburg, 08/2002.

[10] Klose, N.: Sulfide in Abwasseranlagen: Ursachen und Auswirkungen, Gegenmaßnahmen; Beton 30 (1980), H. 1, S. 13 – 17, H 2, S.61 – 64.

[11] Bock, E.: Biologische Korrosion; Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau (TIS) 26 (1984), H. 5, S. 240 - 250.

[12] DVGW Arbeitsblatt W 347: Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich - Prüfung und Bewertung, DVGW Regelwerk, 10/1999.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

[13] Gesundheitliche Beurteilung von Kunststoffen und anderen nichtmetallischen Werkstoffen im Rahmen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes für den Trinkwasserbereich, Kunststoff-Trinkwasser-Empfehlungen (KTW Empfehlungen), Teil 1, Bundesgesundheitsblatt 20, 01/1977; Teil 5, Bundesgesundheitsblatt 28, 12/1985.

[14] DIN EN 752, Teil 2: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; Anforderungen, Beuth-Verlag, 09/1996.

[15] DIN EN 752, Teil 5: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; Sanierung, Beuth-Verlag, 11/1997.

[16] DIN EN 13380: Allgemeine Anforderungen an Bauteile für die Renovation und die Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden, Beuth-Verlag, 01/1999.

[17] DIN EN 13566-1: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen; Allgemeines, Beuth-Verlag, 04/2003.

[18] DIN EN 13566-4: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen; Vor Ort härtendes Schlauchlining, Beuth-Verlag, 04/2003.

[19] ATV-M 143, Teil 3: Relining - Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen; 04/1993, ATV-DVWK-Regelwerk.

[20] Merkblatt RSV 1: Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining - Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung; RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V., 02/2000.

[21] Merkblatt RSV 5: Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren - Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung; RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V., 12/2001.

[22] Merkblatt RSV 7.1: Renovierung von Anschlussleitungen mit vor Ort aushärtendem Schlauchlining; RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V., 07/2000.

[23] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen; Beuth-Verlag, 10/1997.

©2004 All rights reserved by GEK mbH

[24] ATV-A 139: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; 06/2001, ATV-DVWK-Regelwerk.

©2004 All rights reserved by GEK mbH