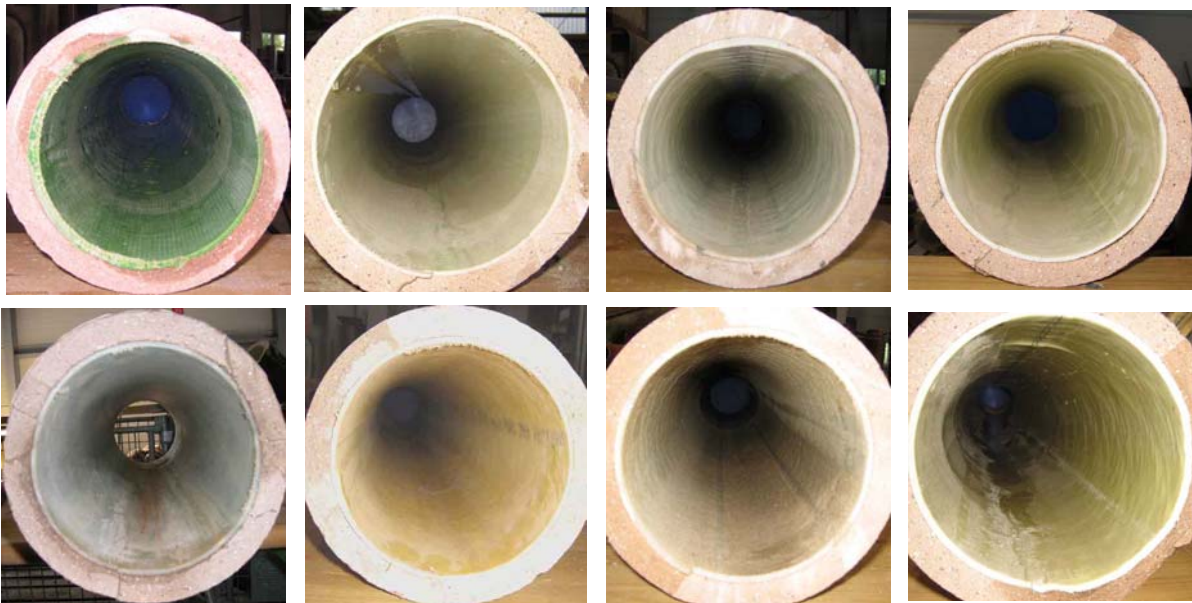




IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Institute for Underground Infrastructure

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

IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“



- November 2005 -

Kaltenhäuser, G.

IKT-Warentest

„Hausanschluss-Liner“

Am IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ waren vierzehn Kanalnetzbetreiber beteiligt. Wir danken diesen Netzbetreibern für die inhaltliche Begleitung des Tests in den neun Arbeitssitzungen und für die Mitwirkung bei der Bewertung der Systeme:

- Eigenbetrieb Abwasser Stadt Alsdorf
- Abwasserwerk Stadt Bergisch Gladbach
- Stadt Dinslaken
- Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf
- Stadt Gladbeck
- Stadtentwässerung Göttingen
- Stadt Hilden
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln
- Stadt Neuss
- Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG (NVV)
- Stadtwerke Quickborn
- Stadt Recklinghausen
- Entsorgungsbetriebe Warendorf
- Staatliches Hochbauamt Würzburg

Das Vorhaben wurde gefördert durch das
Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

Schwannstr. 3
40 476 Düsseldorf



Wissenschaftliche Leitung:

Dr.-Ing. B. Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung:

Dipl.-Ing. G. Kaltenhäuser

Dipl.-Ing. C. Homey

Gelsenkirchen, November 2005

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	IKT-Warentest.....	2
1.3	Beteiligte Netzbetreiber	3
2	Hausanschluss-Liner im Test	3
3	Test-Programm und Ergebnisse.....	8
3.1	Qualitätssicherung der Lineranbieter	8
3.2	Systemprüfungen.....	12
3.2.1	Versuchsstrecken und Schadensbilder	12
3.2.2	Sanierung der Anschlusskanäle.....	22
3.2.2.1	Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH.....	23
3.2.2.2	SoftLiner, EasyLiner GmbH	26
3.2.2.3	BendiLiner, EasyLiner GmbH.....	27
3.2.2.4	DrainLiner, epros GmbH	29
3.2.2.5	DrainPlusliner, epros GmbH	30
3.2.2.6	BRAWOLINER - FIX, KOB KG	33
3.2.2.7	Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	36
3.2.2.8	ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG	39
3.2.2.9	Zusammenfassung	42
3.2.3	Prüfungen	45
3.2.3.1	Untersuchung der Funktionsfähigkeit.....	45
3.2.3.2	Belastung durch Reinigung	46
3.2.3.3	Dichtheitsprüfungen	51
3.2.3.4	Zusatzuntersuchungen.....	57

3.3	Baustellen-Untersuchungen	70
3.3.1	Würzburg	71
3.3.2	Göttingen	76
3.3.3	Gelsenkirchen	77
3.3.4	Unna	78
3.3.5	Krefeld.....	78
3.3.6	Zusammenfassung.....	79
4	Bewertung der Schlauchliner.....	80
4.1	Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung der Lineranbieter“	80
4.2	Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“	82
5	Prüfurteile und Gesamtergebnis	86
6	Zusammenfassung	91
6.1	Hintergrund	91
6.2	Vorgehensweise	92
6.3	Test-Ergebnisse.....	94
6.4	Fazit.....	96
7	Anhang	97
8	Literatur	116

1 Ausgangssituation

1.1 Aufgabenstellung

Anschlusskanäle sind das Verbindungsglied zwischen öffentlicher und privater Kanalisation. Dieses Verbindungsglied rückt als Teil der Grundstücksentwässerung verstärkt in den Fokus der Kanalbranche. Laut DWA-Umfrage des Jahres 2004 [1] besteht im privaten Entwässerungssystem ein erheblicher Handlungsbedarf.

In Abhängigkeit von der örtlichen Satzung gehören Teile der Anschlusskanäle zur öffentlichen Kanalisation. In Nordrhein-Westfalen sind Anschlusskanäle bei über 50 % der Netzbetreiber bis zur Grundstücksgrenze bzw. dem Revisionsschacht auf dem Grundstück Teil des öffentlichen Netzes [2]. Somit sind neben den Grundstückseigentümern bei der Instandhaltung der Anschlusskanäle auch die öffentlichen Netzbetreiber im Zuge der Umsetzung der SÜwV Kan [3] in der Pflicht. Der Handlungsbedarf für Grundstückseigentümer leitet sich aus den Anforderungen aus dem Wasser - und Strafrecht (vgl. StGB [4], WHG [5]) sowie seit dem 01. Januar 1996 auch aus der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (BauO NRW) [6] ab. Diese fordert in § 45 Abs. 5 unter anderem, dass die Dichtheit bestehender Anlagen zu prüfen ist.

Vor diesem Hintergrund hat das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW) das IKT mit dem Forschungsvorhaben „Vergleichende Prüfung der Qualität von Sanierungsverfahren für Anschlusskanäle“ (Az. IV-9-041 105 0180) [7] beauftragt. In diesem Projekt wurden verschiedene Verfahren zur Sanierung von Anschlusskanälen untersucht. Das Projekt wurde intensiv von Kanalnetzbetreibern begleitet.

In den regelmäßigen Arbeitssitzungen, in denen der Projektablauf und das Arbeitsprogramm mit den beteiligten Kanalnetzbetreibern abgestimmt wurde, zeigte sich, dass gerade das Schlauchlining-Verfahren für die beteiligten Kanalnetzbetreiber von besonderem Interesse ist. Neben der Anwendung im öffentlichen Bereich, in dem sich das Schlauchlining bereits etabliert hat, werden auch für die Sanierung von privaten Entwässerungsnetzen zunehmend Schlauchliner eingesetzt. Die Kontrolle

und Sicherstellung der eingebauten Linerqualität hinsichtlich z. B. Funktionsfähigkeit und Dichtheit hat hierbei für die Kanalnetzbetreiber eine entscheidende Bedeutung.

Mittlerweile werden zahlreiche Schlauchliner zur Sanierung von Anschlusskanälen am Markt angeboten. Allerdings ist derzeit unklar, inwieweit diese Liner die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. Bei den Kanalnetzbetreibern und privaten Grundstückseigentümern bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich der Auswahl und des Einsatzes geeigneter Schlauchliner.

Vor diesem Hintergrund bot es sich an, die Eignung und Anwendbarkeit am Markt angebotener Schlauchliner im Rahmen eines IKT-Warentests zu vergleichen. Dazu konnte auf den bereits bestehenden und durch das MUNLV NRW geförderten Versuchsaufbau im Großversuchsstand des IKT zurückgegriffen werden (vgl. Forschungsvorhaben „Vergleichende Prüfung der Qualität von Sanierungsverfahren für Anschlusskanäle“).

1.2 IKT-Warentest

Durch den IKT-Warentest werden Netzbetreibern zuverlässige und unabhängige Informationen über Eigenschaften marktgängiger Produkte und Verfahren zur Verfügung gestellt. Der Bedarf nach solchen unabhängigen Informationen ist sehr groß, da das wirtschaftliche Risiko für die Netzbetreiber – und damit letztlich für die Gebührenzahler – enorm ist.

Zentraler Aspekt eines IKT-Warentests ist der praxisnahe Vergleich von Produkten und Verfahren. Im Vordergrund steht die intensive Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis. Daher werden die IKT-Warentests basierend auf den Erfahrungen der beteiligten Netzbetreiber entwickelt. Das gesamte Testprogramm wird in regelmäßigen Arbeitssitzungen mit den Netzbetreibern erarbeitet und abgestimmt. Die ausgewählten Produkte und Verfahren werden somit auf Grundlage der Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber geprüft.

Am Ende eines IKT-Warentests stehen den Netzbetreibern unabhängige, praxisorientierte und fachlich fundierte Auskünfte über die beobachteten Stärken, Schwächen und Einsatzmöglichkeiten bzw. -grenzen der untersuchten Produkte zur Verfügung.

1.3 Beteiligte Netzbetreiber

Am IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ waren die folgenden vierzehn Kanalnetzbetreiber beteiligt: Eigenbetrieb Abwasser Stadt Alsdorf, Abwasserwerk Stadt Bergisch Gladbach, Stadt Dinslaken, Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf, Stadt Gladbeck, Stadtentwässerung Göttingen, Stadt Hilden, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Stadt Neuss, Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG (NVV), Stadtwerke Quickborn, Stadt Recklinghausen, Entsorgungsbetriebe Warendorf und Staatliches Hochbauamt Würzburg.

Die Netzbetreiber haben den Test während des gesamten Projektverlaufs intensiv begleitet. In neun Arbeitssitzungen wurden die Testinhalte – vom Untersuchungsprogramm bis zur Bewertung – abgestimmt.

2 Hausanschluss-Liner im Test

Nach DIN 1986 [8] liegt der Anschlusskanal zwischen Hauptkanal und der ersten Revisionsöffnung auf dem Grundstück. Anschlusskanäle sind i. d. R. in Nennweiten von DN 100 bis DN 200 ausgeführt und bestehen überwiegend aus Steinzeug- oder PVC-Rohren. Die Tiefenlage und das Gefälle eines Anschlusskanals wird stark durch die örtlichen Randbedingungen bestimmt, häufig wird in der Praxis von normativen Vorgaben abgewichen. So muss der Höhenunterschied zwischen Anschlusspunkt am Hauptkanal und Anschlusspunkt auf dem Grundstück (z. B. die Kellersohle) überwunden werden, wozu beim Bau der Anschlusskanäle u. U. Bögen verwendet werden. In der Folge können Anschlusskanäle zahlreiche Gefällewechsel und extreme geometrische Randbedingungen aufweisen (90°-Bögen). Zusätzlich sind Anschlusskanäle bisweilen mit Dimensionswechseln ausgeführt, um z. B. auch das Abwasseraufkommen angeschlossener Seitenzuläufe abzuleiten.

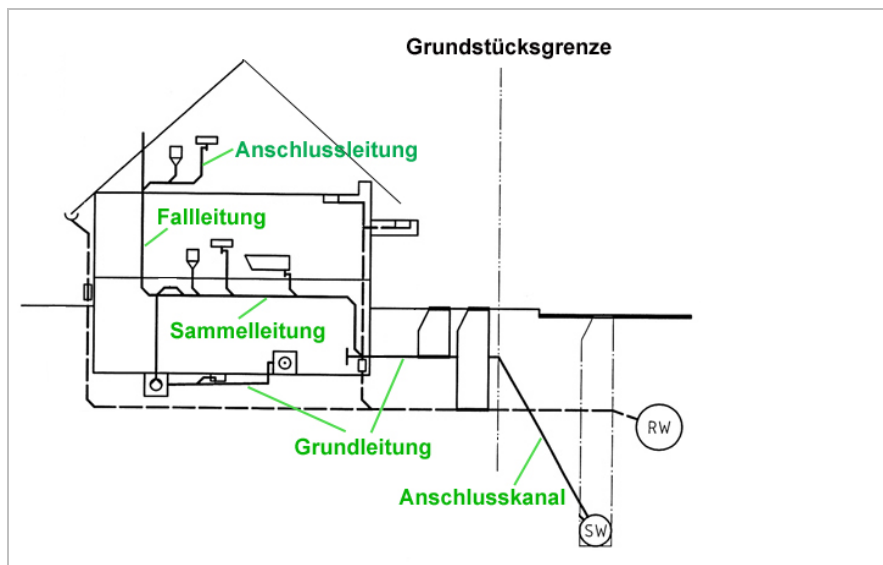


Abb. 1: Leitungen der Grundstücksentwässerung nach [8]

Eine Möglichkeit, Anschlusskanäle zu sanieren, ist der Einsatz des Schlauchlining-Verfahrens. Dieses Verfahren wird seit Jahrzehnten zur Sanierung von Hauptkanälen eingesetzt. In neuerer Zeit kommen Schlauchliner auch vermehrt zur Sanierung von Anschlusskanälen zum Einsatz. Vielfach wird dieser Einsatzbereich als Zukunftsmarkt mit hohem Entwicklungspotential angesehen [9, 10].

Ziel der Sanierung mit dem Schlauchlining-Verfahren ist es, unter Einbeziehung der ursprünglichen Bausubstanz die vorhandenen Schäden so zu beheben, dass der Sollzustand des Anschlusskanals wiederhergestellt und der Betrieb langfristig sichergestellt ist.

Beim Schlauchlining wird ein flexibler Schlauch aus Trägermaterial mit einem Reaktionsharz getränkt und über eine Öffnung, z. B. einen Schacht, in den zu renovierenden Abwasserkanal eingebracht. Dort wird der Schlauchliner mit Wasser- oder Luftdruck formschlüssig an die Rohrwandung des Altrohres gepresst. Durch das anschließende Aushärten des Reaktionsharzes entsteht ein neues muffenloses und gewebeverstärktes Kunststoffrohr in der bestehenden Rohrleitung.

Schlauchliner für den Einsatz in Anschlusskanälen haben einen zwei- oder dreischichtigen Wandaufbau (Abb. 2). Auf der Linerinnenseite befindet sich eine industriell gefertigte Innenfolie. Sie verhindert beim Aushärten den Kontakt des Liners mit dem Prozesswasser oder Wasserdampf. Der hinter der Innenfolie liegende Schlauchliner besteht aus ausgehärtetem Harzsystem mit Trägermaterial. Bei dreischichtigem Wandaufbau wird die letzte Schicht durch eine Außenfolie gebildet.

Die Außenfolie wird häufig bei anstehendem Grundwasser eingesetzt, um Harzausspülungen zu vermeiden und verhindert gleichzeitig das Austreten von überschüssigem Harz durch Schäden im Altrohr in das umgebende Erdreich. Durch die Außenfolie entsteht eine Trennschicht zwischen Altrohr und Liner. Der zweischichtige Wandaufbau führt dazu, dass der Schlauchliner mit dem Altrohr verklebt. Diese Verklebung findet bei einem dreischichtigen Wandaufbau mit Außenfolie nicht statt.

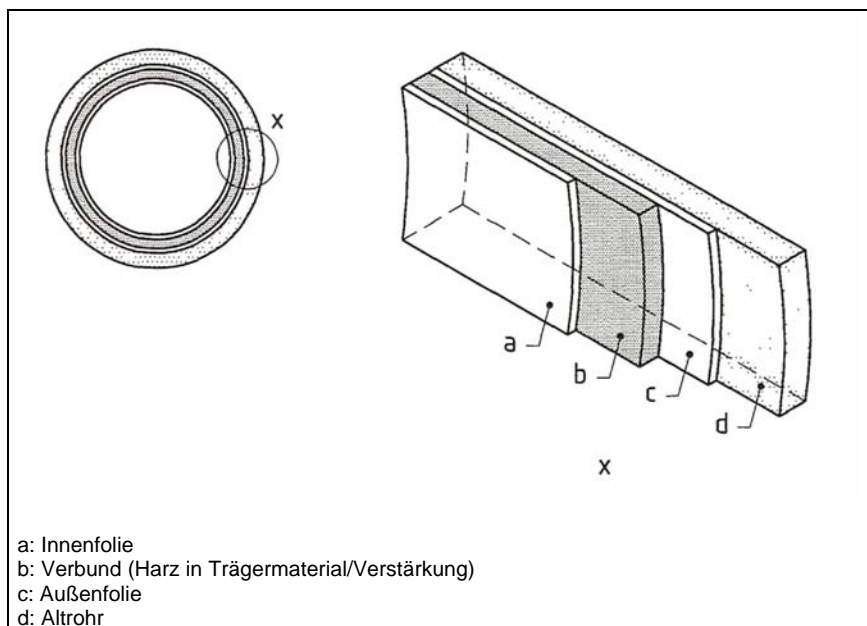


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Linerwandung [11]

Schlauchliner lassen sich aufgrund ihrer Konfektionierbarkeit an nahezu alle Profilquerschnitte anpassen. Innerhalb der Technikfamilie der Schlauchliner gibt es Unterschiede bei den verwendeten Materialien (Harzsystem, Trägermaterial, Innen- und Außenfolie) und der Einbaumethode.

Zur Sanierung von Anschlusskanälen werden als Harzsysteme überwiegend Epoxidharze aber u. U. auch Silikatharze und ungesättigte Polyesterharze eingesetzt. Es werden Reinharze und Harze mit Füllstoffen verwendet. Die Harzsysteme bestehen aus Komponente A (Harz) und Komponente B (Härter). Als Trägermaterial kommen i. d. R. Synthesefaserschläuche (Nadelfilzschlauch) und Textilschläuche („Strickschlauch“) zum Einsatz. Die Schläuche werden industriell gefertigt, wobei die Filzschläuche zusammengenäht und die Strickschläuche in einem Stück hergestellt werden. Die Innenfolie besteht z. B. aus PVC oder PU; sofern eine Außenfolie eingesetzt wird, ist diese aus z. B. PE-HD oder PVC.

Die Trägermaterialien müssen mit dem Harz vollständig imprägniert werden. Die Imprägnierung erfolgt i. d. R. mit mobilen Anlagen unmittelbar auf der Baustelle. Zum Einbau wird überwiegend das Inversionsverfahren eingesetzt. Eine weitere Einbaumethode ist das Einziehen der Liner. Zur Inversion wird der imprägnierte Liner mit Wasser-, Luft- oder Dampf befüllt und durch den entstehenden Druck in den Anschlusskanal umgestülpt. Zum Einbau werden z. B. Drucktrommeln eingesetzt, von denen der Liner bei der Inversion nach und nach „abgerollt“ wird. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, die Schlauchliner durch das Aufbringen einer Freispiegelwassersäule umzustülpen. Im Unterschied zum Inversionsverfahren wird beim Einziehen der imprägnierte Liner zuerst flach in das zu renovierende Rohr eingezogen und anschließend mit Luft- oder Wasserdruck aufgeweitet, um ihn aufzustellen und an die Altrohrwandung zu pressen. Allerdings kann das Einziehen gerade durch den Aufbau der Anschlusskanäle, z. B. vorhandene Bögen, und dadurch entstehende Reibungswiderstände erschwert werden. Die Aushärtung erfolgt bei beiden Einbaumethoden entweder durch eine Kalthärtung unter Umgebungstemperatur oder durch Warmhärtung mit Heißdampf bzw. -wasser. Eine Lichtaushärtung wird bei der Sanierung von Anschlusskanälen aufgrund technischer Probleme (z. B. Bogengängigkeit der Lampen) nicht angewandt [9].

Derzeit werden am Markt zahlreiche, z. T. neu entwickelte Schlauchliner zur Sanierung von Anschlusskanälen angeboten. Bei Kanalnetzbetreibern bestehen jedoch Unsicherheiten bzgl. der mit diesen Produkten erzielbaren Sanierungsqualität. Vor diesem Hintergrund bestimmten die Netzbetreiber die Schlauchliner für den IKT - Warentest „Hausanschluss-Liner“. Anschließend wurden die Anbieter dieser Liner aufgefordert sich an dem Test zu beteiligen.

Zwei Anbieter, die Mr. Pipe GmbH und die Insituform Rohrreparaturtechnik GmbH, lehnten jedoch die Teilnahme an dem Test ab. Die Begründungen hierfür sind in den Absageschreiben in Anhang I und Anhang II dargestellt.

Folgende Schlauchliner wurden im Rahmen des Tests umfassenden Prüfungen unterzogen:

- BendiLiner, EasyLiner GmbH
- BRAWOLINER - FIX, Karl Otto Braun KG
- DrainLiner, epros GmbH
- DrainPlusliner, epros GmbH
- Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH
- Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
- ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG
- SoftLiner, EasyLiner GmbH

Das Test-Programm und die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

3 Test-Programm und Ergebnisse

Im Rahmen des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ wurde in den Arbeitssitzungen gemeinsam mit den beteiligten Netzbetreibern ein Prüfprogramm entwickelt, in dem neben dem Fachwissen des IKT insbesondere die Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber den zentralen Ausgangspunkt darstellen.

Der IKT-Warentest unterscheidet grundlegend drei Prüfungsschwerpunkte: **Qualitätssicherung, Systemprüfungen** und **Baustellen-Untersuchungen** (vgl. [12], [13], [14]).

Beim Test der Schlauchliner zeigte die Untersuchung der Qualitätssicherung der Lineranbieter, inwieweit der jeweilige Anbieter eine qualitativ hochwertige Sanierung beim Einsatz seines Schlauchliners unterstützt. Die Systemprüfungen dienen zur Prüfung der Einsatzmöglichkeiten und der Sanierungsqualität bei der Sanierung von Anschlusskanälen mit dem jeweiligen Schlauchliner. Hierbei wurden alle Schlauchliner des Tests in Kanalversuchsstrecken eingesetzt. Die Baustellen-Untersuchungen wurden sowohl zur Plausibilitätsprüfung des Einsatzes der Schlauchliner in den Versuchsstrecken als auch zur Erfassung der Handhabbarkeit der Systeme unter Baustellen-Bedingungen (z. B. Wetter, Zeitdruck) durchgeführt.

3.1 Qualitätssicherung der Lineranbieter

Der Prüfungsschwerpunkt „Qualitätssicherung der Lineranbieter“ befasst sich mit der Frage: Wie unterstützt der Anbieter die Sanierung mit seinem Schlauchliner, so dass qualitativ hochwertige Ergebnisse erzielt werden?

Eine wesentliche Bedeutung kommt der bauaufsichtlichen Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) zu. Diese stellt eine Beurteilung der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Schlauchliners im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Anforderungen dar. Die bauaufsichtliche Zulassung des Schlauchliners durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) kann somit qualitätssichernd wirken. Die Zulassung wird i. d. R. für ein Schlauchlinerverfahren mit Bezug zu den bei den Zulassungsprüfungen eingesetzten Materialien (z. B. Trägermaterial, Harzsystem) vergeben.

Liner-Anbieter sollten sicherstellen, dass die eingesetzten Materialien (Trägermaterial und Harze) ausreichend umweltverträglich sind, um diese bei der Kanalsanierung einsetzen zu dürfen. Dies gilt vor allem für Harze, da diese an Schadstellen in den umgebenden Boden austreten können. Die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Harze ist durch Prüfzeugnisse zu belegen.

Für den Einsatz bzw. die Anwendung der Schlauchliner ist ein Verfahrenshandbuch hilfreich. Das Verfahrenshandbuch sollte strukturiert und übersichtlich aufgebaut sein. Es sollte eine ausführliche Beschreibung des Einbauprozesses mit Angaben zur Harzverarbeitung und umfassender Weiterbildung sowie Sicherheits- und Warnhinweise zum Umgang mit der Verfahrenstechnik und den eingesetzten Materialien enthalten. Die Anwendung des Schlauchliners und die Einsatzmöglichkeiten sollten dargestellt sein. Die Erfahrungen des Anbieters mit dem Schlauchliner sind an das ausführende Personal z. B. durch entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen (Schulungen) weiterzugeben. Idealerweise werden in den Schulungen theoretische Grundlagen behandelt und die praktische Anwendung der Schlauchliner in Kanalstrecken eingeübt. Ein Beleg für das Schulungsangebot sind Zertifikate, die für Anwender nach der Teilnahme ausgestellt werden.

Die häufig in Ausschreibungen geforderte Fremdüberwachung der Sanierungsmaßnahmen für den Einsatz der Schlauchliner auf Baustellen sowie eine zusätzliche Fremdkontrolle der Firmeneinrichtungen kann ebenfalls der Qualitätssicherung nutzen. Daher sollten die Schlauchliner am Markt nachweislich auch mit einer qualifizierten Fremdüberwachung, Güteschutz Kanalbau oder vergleichbar, angeboten werden.

Für Anwender von Baustoffen bzw. Bauteilen ist neben der unmittelbaren Umweltverträglichkeit auch die Frage der Entsorgungsmöglichkeiten von erheblicher Bedeutung. Nach Ablauf der Nutzungsdauer müssen Baustoffe bzw. Bauteile, also auch Schlauchliner, entsorgt werden. In Abhängigkeit von den eingesetzten Materialien kann dies mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein. Der Nachweis der Entsorgbarkeit von Schlauchlinern sollte vor dem Einsatz, z. B. durch eine Bestätigung des Entsorgungsweges durch einen berechtigten Dritten, erbracht werden.

Das IKT hat bei den Anbietern der getesteten Schlauchliner DIBt-Zulassungen der Verfahren, Prüfzeugnisse zur Umweltverträglichkeit der eingesetzten Harzsysteme, Verfahrenshandbücher und Angaben zu Schulungen sowie einen Nachweis der Entsorgbarkeit der ausgehärteten Schlauchliner angefordert. Weiterhin wurde Auskunft darüber eingeholt, inwieweit das jeweilige Verfahren bereits mit Fremdüberwachungsleistungen am Markt angeboten wird.

Darüber hinaus waren für die am Projekt beteiligten Netzbetreiber zusätzlich Informationen zum Qualitätsmanagement der Anbieter (Managementsystem, Zertifizierungen) und zu vorhandenen Referenzen interessant.

Ergebnisse

Alle Lineranbieter haben auf die Anfrage des IKT bzgl. der DIBt-Zulassungen, der Prüfzeugnisse zur Umweltverträglichkeit, der Verfahrenshandbücher und des Schulungsangebotes, des Nachweises der Entsorgbarkeit des Schlauchliners und der Fremdüberwachung geantwortet. Die zur Verfügung gestellten umfangreichen Unterlagen wurden ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Angaben zum Qualitätsmanagement und zu den Referenzen sind in Anhang III dargestellt.

Tabelle 1: Auswertung der Unterlagen zur Qualitätssicherung (alphabetisch nach Firmennamen sortiert)

Schlauchliner	DIBt-Zulassung	Umweltverträglichkeit des Harzsystems	Verfahrenshandbuch und Schulungen	Fremdüberwachung	Nachweis der Entsorgbarkeit
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	keine Zulassung beantragt	kein Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem vorgelegt	kein Handbuch; Arbeitsanweisungen/ keine Angaben zu Schulungen	-	-
SoftLiner, EasyLiner GmbH	Zulassung beantragt; Prüfungen voraussichtlich in 11/2005 abgeschlossen	Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem EasyPox 3008 vorgelegt ¹	Handbuch ohne Weiterbildung, ohne gekennzeichnete Sicherheits- und Warnhinweise; keine ausführliche Beschreibung des Einbaus/ Schulungszertifikat geliefert	Fremdüberwachungsnachweis erbracht	-
BendiLiner, EasyLiner GmbH	keine Zulassung beantragt				-
DrainLiner, epros GmbH	vorgelegte Zulassung gilt nicht für das im Test eingesetzte Harzsystem EPROPOX VIS A4/B4	Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem EPROPOX VIS A4/B4 vorgelegt	Handbuch mit ausführlicher Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte, Weiterbildung und Sicherheits- und Warnhinweisen/ Schulungszertifikat geliefert	Fremdüberwachungsnachweis erbracht	-
DrainPlusliner, epros GmbH					-
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	Z-42.3-362 Gültig bis 31.05.2009	Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem Brawo I vorgelegt ²	Handbuch mit ausführlicher Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte, Weiterbildung und Sicherheits- und Warnhinweisen/ Schulungszertifikat geliefert	Fremdüberwachungsnachweis erbracht	-
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	Zulassung beantragt; Prüfungen noch nicht abgeschlossen	kein Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem vorgelegt	Handbuch ohne Weiterbildung, ohne gekennzeichnete Sicherheits- und Warnhinweise; keine ausführliche Beschreibung des Einbaus/ Schulungszertifikat geliefert	Fremdüberwachungsnachweis erbracht	-
ProFlex Liner (Prototyp), VFG AG	Zulassung für modifiziertes Produkt beantragt (AZ.: IV 59-1.42.3-6/05); Prüfungen noch nicht abgeschlossen	kein Prüfzeugnis für das eingesetzte Harzsystem vorgelegt	Kein Handbuch; Arbeitsanweisungen/ Schulungsprogramm im Aufbau	-	-

¹ Prüfzeugnis des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets vom 1. August 2002: „Die deutliche Geruchs- und Geschmacksbelastung der Prüfwässer lässt es angeraten sein, von einem Einsatz im unmittelbaren Trinkwassererfassungsbereich (Schutzzone I) und in Schutzzone II vorsorglich abzusehen.“... „Somit bestehen u. E. gegen die Verwendung des Materials „Easy Pox“ oberhalb der gesättigten Zone und außerhalb der Trinkwasserschutzzone II auch im Grundwasserkontakt keine Bedenken.“

² Laut der DIBt-Zulassung ist bei der Verwendung des Sanierungsverfahrens in grundwassergesättigten Zonen ein PE-Schutzschlauch zwischen harzgetränktem Liner und der zu sanierenden Leitung einzusetzen.

Einer der acht eingesetzten Schlauchliner (Trägermaterial mit Harz) ist vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zur Sanierung erdverlegter, schadhafter Abwasserleitungen zugelassen. Prüfzeugnisse zur Umweltverträglichkeit der eingesetzten Harzsysteme wurden für drei der insgesamt sieben verwendeten Harzsysteme vorgelegt. Zwei Anbieter legten Prüfzeugnisse für andere, nicht im Test eingesetzte Harzsysteme vor. Verfahrenshandbücher mit ausführlicher Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte, Bilder und Sicherheits- und Warnhinweisen wurden von zwei Anbietern geliefert; Schulungsnachweise erbrachten vier Anbieter. Eine Bescheinigung über bereits ausgeführte Fremdüberwachungsmaßnahmen erbrachten ebenfalls vier Anbieter. Kein Anbieter hat den Nachweis der Entsorgbarkeit, z. B. durch eine Bestätigung des Entsorgungsweges durch einen berechtigten Dritten, für die eingesetzten Schlauchliner (Trägermaterial mit ausgehärtetem Harzsystem) erbracht.

3.2 Systemprüfungen

Die Systemprüfungen – Prüfung der Einsatzmöglichkeiten und der Sanierungsqualität – fanden in Versuchsstrecken im Großversuchsstand des IKT statt. Die ausgewählten Liner wurden in den Versuchskanälen eingesetzt und anschließend einem umfassenden Prüfprogramm unterzogen, in dessen Mittelpunkt die Dichtheit und Funktionsfähigkeit der sanierten Kanäle standen.

3.2.1 Versuchsstrecken und Schadensbilder

Zur Systemprüfung der Schlauchliner wurden Anschlusskanäle mit definiert eingebrachten Schäden erstellt und anschließend mit einem Kies-/Sandgemisch überdeckt. Bei den Anschlusskanälen wurde grundlegend zwischen einer sogenannten „Standardsituation“ und einer sogenannten „Extremsituation“ unterschieden.

Die Standardsituation diente zur Überprüfung der generellen Einsatzmöglichkeiten der Schlauchliner. Durch die Extremsituation sollten Grenzbereiche beim Einsatz der Schlauchliner berührt werden.



Abb. 3: Aufbau der Versuchsstrecken

Insgesamt wurden die Standardsituation und die Extremsituation je 18-mal erstellt. Hierbei wurden drei Lagen à sechs Kanäle der Standard- und drei Lagen à sechs Kanäle der Extremsituation übereinander im Großversuchsstand eingebracht. Die Anschlusskanäle waren an einen Hauptkanal aus Steinzeug DN 300 mit Schächten angeschlossen. Das Einbringen der Schlauchliner wurde über Revisionsöffnungen ermöglicht. Die Lage der Anschlusskanäle im Großversuchsstand ist in der Seitenansicht in Abb. 4 dargestellt.

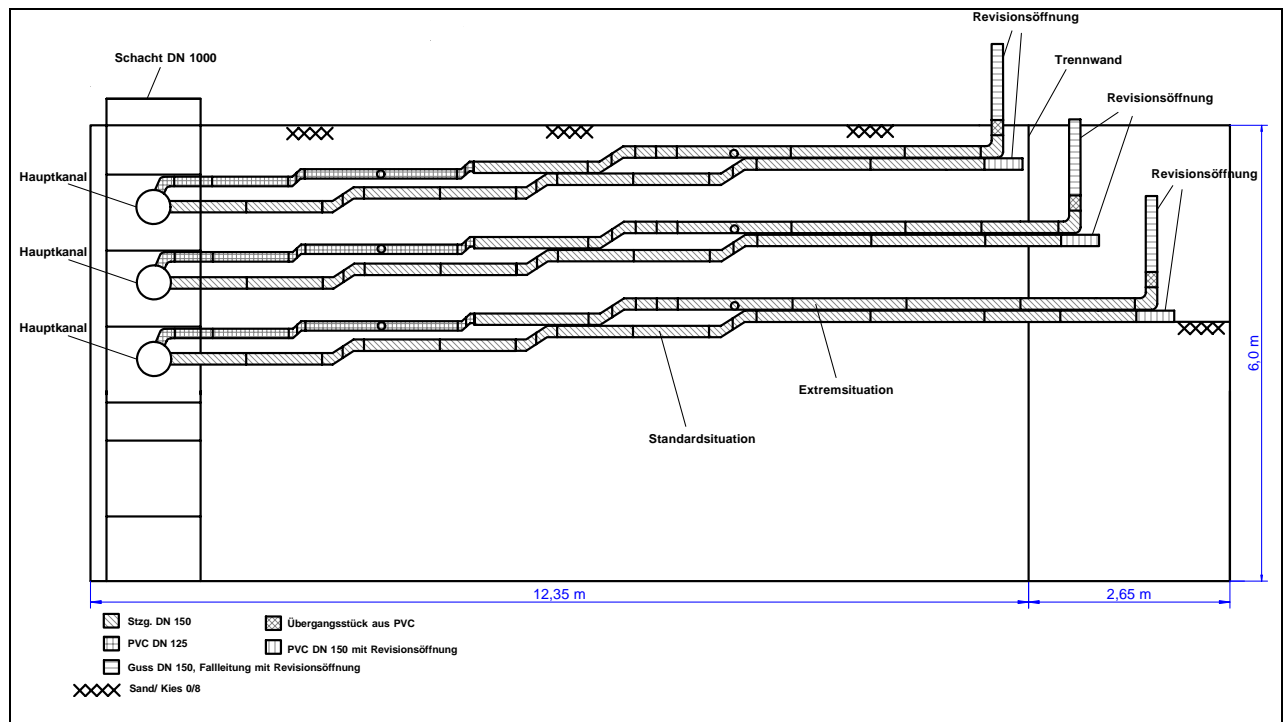


Abb. 4: Lage der Anschlusskanäle im Großversuchsstand des IKT, Seitenansicht

Um den Sanierern einen optimalen Zugang zu den Revisionsöffnungen zu ermöglichen, wurden die Kanäle in den einzelnen Lagen mit unterschiedlichen Längen erstellt (oberste Lage: ca. 11 m; mittlere Lage: ca. 12 m; unterste Lage ca. 13 m). Die getesteten Schlauchliner wurden jeweils in drei Kanälen (ein Kanal pro Lage) eingesetzt. Nachfolgende Aufzählung stellt den Versuchsaufbau der Standard- und Extremsituation detailliert zusammen.

Standardsituation:

- Anschlusskanal aus Steinzeug DN 150 mit 30°- und 45°-Bögen.
- Der Anschluss erfolgte fachgerecht mit einem Anschlussstutzen im Kämpfer des Hauptrohres.
- Als Zugangsöffnung für die Schlauchlinersanierung wurden Revisionsöffnungen aus PVC DN 150 am Ende des Steinzeugkanals angebracht.
- Als Schäden wurden eingebracht:
 - Längsrisse mit einer Länge von ca. 30 cm und einer Breite von ca. 2 mm im Scheitel;
 - ein Querriss mit einer Länge von ca. 10 cm und einer Breite von ca. 2 mm in der Sohle;
 - zwei Scherbenbildungen mit einer Fläche von ca. 20 cm² bzw. 10 cm² im rechten Kämpfer;
 - ein fehlendes Rohrstück mit einer Fläche von ca. 5x5 cm in der Sohle.

Extremsituation:

- Anschlusskanal aus Steinzeug DN 150 mit einem Dimensions- und Werkstoffübergang auf PVC DN 125 und 15°- und 45°-Bögen
- Der Anschluss erfolgte nicht fachgerecht mit einem mörtelummantelten 67°-Bogen zwischen Scheitel und Kämpfer des Hauptrohres.
- Ein Seitenzulauf DN 100 wurde jeweils in einer Steinzeugleitung und einer PVC-Leitung angedeutet (verschlossene Bohrung).
- Als Zugangsöffnung für die Schlauchlinersanierung wurden Revisionsöffnungen in Falleleitungen aus Gussrohren DN 150 am Anfang des Steinzeugkanals angebracht. Diese Falleleitungen waren mit einem 90°-Bogen aus Steinzeug an den Steinzeugkanal angeschlossen.
- Als Schäden wurden eingebracht:
 - eine fehlende Scherbe mit einer Fläche von ca. 20 cm² in der Sohle;
 - ein Längsriss mit einer Länge von ca. 30 cm und einer Breite von ca. 2 mm im Scheitel;
 - ein Querriss mit einer Länge von ca. 20 cm und einer Breite von ca. 2 mm in der Sohle;
 - ein fehlendes Rohrstück mit einer Fläche von ca. 5x5 cm in der Sohle;
 - fehlende Dichtungen an allen Rohrübergängen aus PVC.

In Abb. 5 und Abb. 6 sind beispielhaft der Verlauf der Anschlusskanäle, die Anschlüsse an den Hauptkanal und die Revisionsöffnungen dargestellt.

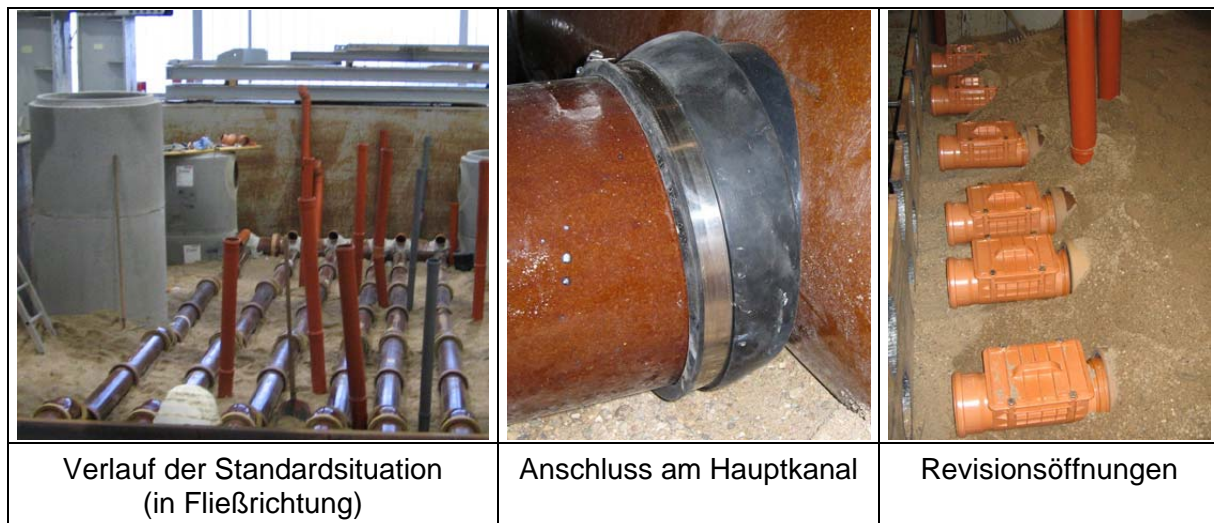


Abb. 5: Standardsituation

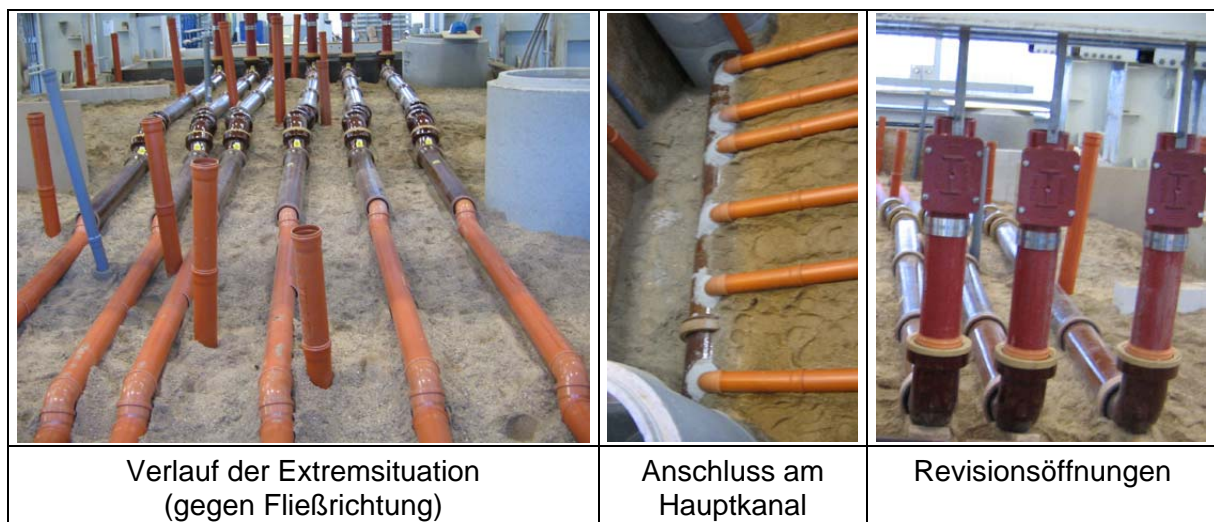









Abb. 6: Extremsituation

In Tabelle 2 und Tabelle 3 sind die eingebrachten Schäden bzw. Mängel, Bögen und die Revisionsöffnungen in den Anschlusskanälen der Standard- bzw. der Extremsituation beispielhaft zusammengestellt.

Tabelle 2: Schäden bzw. Mängel, Bögen und Revisionsöffnung in den Anschlusskanälen der Standardsituation

Beschreibung der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung	Position im Anschlusskanal (ausgehend vom Hauptkanal; entgegen der Fließrichtung)	Fotodokumentation der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung
Längsriss (Länge ca. 30 cm, Breite ca. 2 mm)	ca. 1,2 m bis 1,5 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; im Scheitel	
2 x 30°-Bogen, vertikal	ca. 2,0 m bis 2,5 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Scherbenbildung (ca. 1/2 x 10 x 5 cm)	ca. 4,0 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; im rechten Kämpfer	
2 x 30°-Bogen, vertikal	ca. 4,5 m bis 5,1 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Querriss (Länge ca. 10 cm, Breite ca. 2 mm,)	ca. 6,6 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; in der Sohle	
2 x 45°-Bogen, vertikal	ca. 7,1 m bis 7,7 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Fehlendes Rohrstück (ca. 5 x 5 cm)	ca. 7,9 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; in der Sohle	







Fortsetzung von Tabelle 2

Beschreibung der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung	Position im Anschlusskanal (ausgehend vom Hauptkanal; entgegen der Fließrichtung)	Fotodokumentation der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung
<p>Scherbenbildung (ca. 1/2 x 8 x 2,5 cm)</p>	<p>ca. 10,0 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; im rechten Kämpfer</p>	
<p>Rohranfang; Revisionsöffnung</p>	<p>oberste Lage der Anschlusskanäle ca. 11 m, mittlere Lage ca. 12 m und unterste Lage ca. 13 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt</p>	




Tabelle 3: Schäden bzw. Mängel, Bögen sowie Revisionsöffnung in den Anschlusskanälen der Extremsituation

Beschreibung der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung	Position im Anschlusskanal (ausgehend vom Hauptkanal; entgegen der Fließrichtung)	Fotodokumentation der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung
67°-Bogen (Nicht fachgerechter Anschluss mit Mörtelummantelung)	unmittelbar an der Anschlussstelle am Hauptkanal	
Fehlende Dichtung an allen Rohrübergängen aus PVC	ca. 0,1 m; 0,6 m; 1,7 m; 1,8 m; 2,0 m; 3,9 m und 4,1 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
2 x 45°-Bogen, vertikal	ca. 1,7 m bis 2,0 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Verschlossene Bohrung DN 100	ca. 3,0 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; rechter Kämpfer	
2 x 45°-Bogen, vertikal	ca. 3,9 m bis 4,2 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Werkstoffübergang, Dimensionswechsel; PVC DN 125 - Stz. DN 150 (Nicht fachgerechter Anschluss)	ca. 4,3 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	

Fortsetzung von Tabelle 3

Beschreibung der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung	Position im Anschlusskanal (ausgehend vom Hauptkanal; entgegen der Fließrichtung)	Fotodokumentation der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung
Fehlende Scherbe (ca. 1/2 x 10 x 5 cm)	ca. 5,5 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; in der Sohle	
2 x 45°-Bogen, vertikal	ca. 5,7 m bis 6,3 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
2 x 15°-Bogen, horizontal	ca. 6,3 m bis 6,9 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Längsriss (Länge ca. 30 cm, Breite ca. 2 mm)	ca. 7,0 m bis 7,3 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; im Scheitel	
Verschlossene Bohrung DN 100	ca. 7,6 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; linker Kämpfer	
Querriss (Breite ca. 2 mm, Länge ca. 20 cm)	ca. 9,1 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; in der Sohle	

Fortsetzung von Tabelle 3

Beschreibung der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung	Position im Anschlusskanal (ausgehend vom Hauptkanal; entgegen der Fließrichtung)	Fotodokumentation der Schäden bzw. Mängel, Bögen und der Revisionsöffnung
Fehlendes Rohrstück (ca. 5 x 5 cm)	ca. 10,0 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt; in der Sohle	
90°-Bogen	ca. 12,9 m bis 13,2 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	
Rohranfang; Revisionsöffnung	oberste Lage der Anschlusskanäle ca. 11 m, mittlere Lage ca. 12 m und unterste Lage ca. 13 m von der Anschlussstelle am Hauptkanal entfernt	

3.2.2 Sanierung der Anschlusskanäle

Für die Sanierung der Anschlusskanäle wurde den Anbietern freigestellt, ob sie die Arbeiten von eigenen Technikern durchführen lassen oder einen Dienstleister für die Durchführung empfehlen. Die Sanierungen wurden vom IKT beauftragt. Das Vorgehen während der Sanierung der sechs Anschlusskanäle (dreimal Standard-situation, dreimal Extremsituation) – die Vorbereitung einschließlich der Reinigung, die Sanierungsdurchführung und die Nachbereitung – war den ausführenden Firmen freigestellt. Als Vorgabe wurde lediglich festgelegt, dass die Sanierungen ausgehend von den Revisionsöffnungen der Anschlusskanäle erfolgen sollten. Ein Zeitlimit für die Sanierungsarbeiten wurde nicht vorgegeben.

Von vier Anbietern wurden die Arbeiten mit eigenen Technikern durchgeführt, zwei Anbieter empfahlen Kanalsanierungsfirmen für die Durchführung. Zwei Anbieter wählten in eigenem Ermessen für die Sanierungsaufgaben Standard- und Extremsituation unterschiedliche Produkte (EasyLiner GmbH, epros GmbH). Tabelle 4 stellt die Sanierungen mit den acht eingesetzten Schlauchlinern im Großversuchsstand zusammen.

Tabelle 4: Sanierungen mit Schlauchlinern im Großversuchsstand (alphabetisch nach Firmennamen sortiert)

Schlauchliner, Anbieter	Standardsituation			Extremsituation		
	S 1	S 2	S 3	E 1	E 2	E 3
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	X	X	X	X	X	X
SoftLiner EasyLiner GmbH	X	X	X	-	-	-
BendiLiner, EasyLiner GmbH	-	-	-	X	X	X
DrainLiner, epros GmbH	X	X	X	-	-	-
DrainPlusliner, epros GmbH	-	-	-	X	X	X
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	X	X	X	X	X	X
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	X	X	X	X	X	X
ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG	X	X	X	X	X	X

Die für die jeweiligen Anwendungsfälle (Standard- bzw. Extremsituation) eingesetzten Schlauchliner ermöglichten grundsätzlich die Sanierung der Anschlusskanäle. Das Einbringen über die Revisionsöffnung der Standardsituation und über die Falleitung der Extremsituation in die Anschlusskanäle verursachte keine Probleme. Die Ausgangssituation – schadhafter Anschlusskanal mit hohem Ex- und Infiltrationspotential – wurde durch die Sanierungen verbessert. Nachfolgend werden die eingesetzten Schlauchliner und die jeweiligen Sanierungsvorgänge beschrieben sowie anhand von Bilderserien veranschaulicht (alphabetisch nach Firmennamen sortiert).

3.2.2.1 Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH

Mit dem Flex-Liner wurde sowohl die Standardsituation als auch die Extremsituation saniert. Das Trägermaterial ist ein Polyestergewirke mit einer Innenfolie aus PVC. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde für beide Situationen ein Epoxidharz eingesetzt. In Abhängigkeit von der Aushärtungsmethode wurden das ALOCIT Harz 480 und der ALOCIT Härter 48.94 (Kaltaushärtung) bzw. das ALOCIT Harz 480 und der ALOCIT Härter 48.48 (Warmaushärtung) verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des Flex-Liners in Nennweiten von DN 50 bis DN 300 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Zunächst wurden die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Anschließend erfolgte die Inspektion und die Ausmessung der Länge des Kanals. Für die Inspektion wurde eine Schiebekamera verwendet.

Zur Einbauvorbereitung wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten und am Linerende eine Vakuumpumpe angeschlossen. Anschließend wurde der Liner zwischen Walzenrädern eingeklemmt, sodass nur noch ein ca. 2 m langes Schlauchstück am Lineranfang vor der Walze lag. Damit sollten bei der späteren Harzbefüllung Lufteinschlüsse verhindert werden. Nach der Berechnung und dem Mischen der in Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) benötigten Harzmenge wurde diese in das Schlauchstück gefüllt. Die Walzenräder wurden

gelöst und das Harz zunächst händisch im Liner verteilt. Anschließend wurde der Liner bei gleichzeitiger Entlüftung gewalzt und in eine Wasser/Pflanzenöl-Mischung gelegt. Mit verschlossenem Ende wurde der imprägnierte Schlauch auf die Inversionstrommel gerollt.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsstutzen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Der Liner wurde mit kontrollierter Geschwindigkeit langsam im Stülpverfahren mit einem Luftdruck von etwa 0,3 bis 0,4 bar invertiert. An einem Manometer wurde der Druck kontrolliert und bis zur vollständigen Aushärtung beibehalten. Um die Liner parallel sanieren zu können, wurde sowohl die Kaltaushärtung als auch die Warmaushärtung als Aushärteverfahren eingesetzt. Die schnellere Warmaushärtung konnte nicht bei jeder Sanierung durchgeführt werden, da der ausführenden Firma lediglich eine sogenannte Hotbox (Warmwasser-Erhitzermodul) zur Verfügung stand. Die Kaltaushärtung erfolgte unter Umgebungstemperatur mit einer Dauer von etwa 5 h. Bei der Warmaushärtung wurde der Liner nach der Inversion zunächst mit Kaltwasser befüllt. Über einen Rücklauf-/Absaug Schlauch wurde das Wasser ab- und in die Hotbox gepumpt. Nach einer Erwärmung auf ca. 60 °C floss das Wasser zurück in den Liner. Dieser Wasserkreislauf wurde eine Stunde lang aufrechterhalten. Nach der Warmaushärtung wurde das Wasser aus dem Liner abgelassen. Abschließend wurden die Linerenden mit einer Flex bzw. mit einer Handfräse geöffnet.

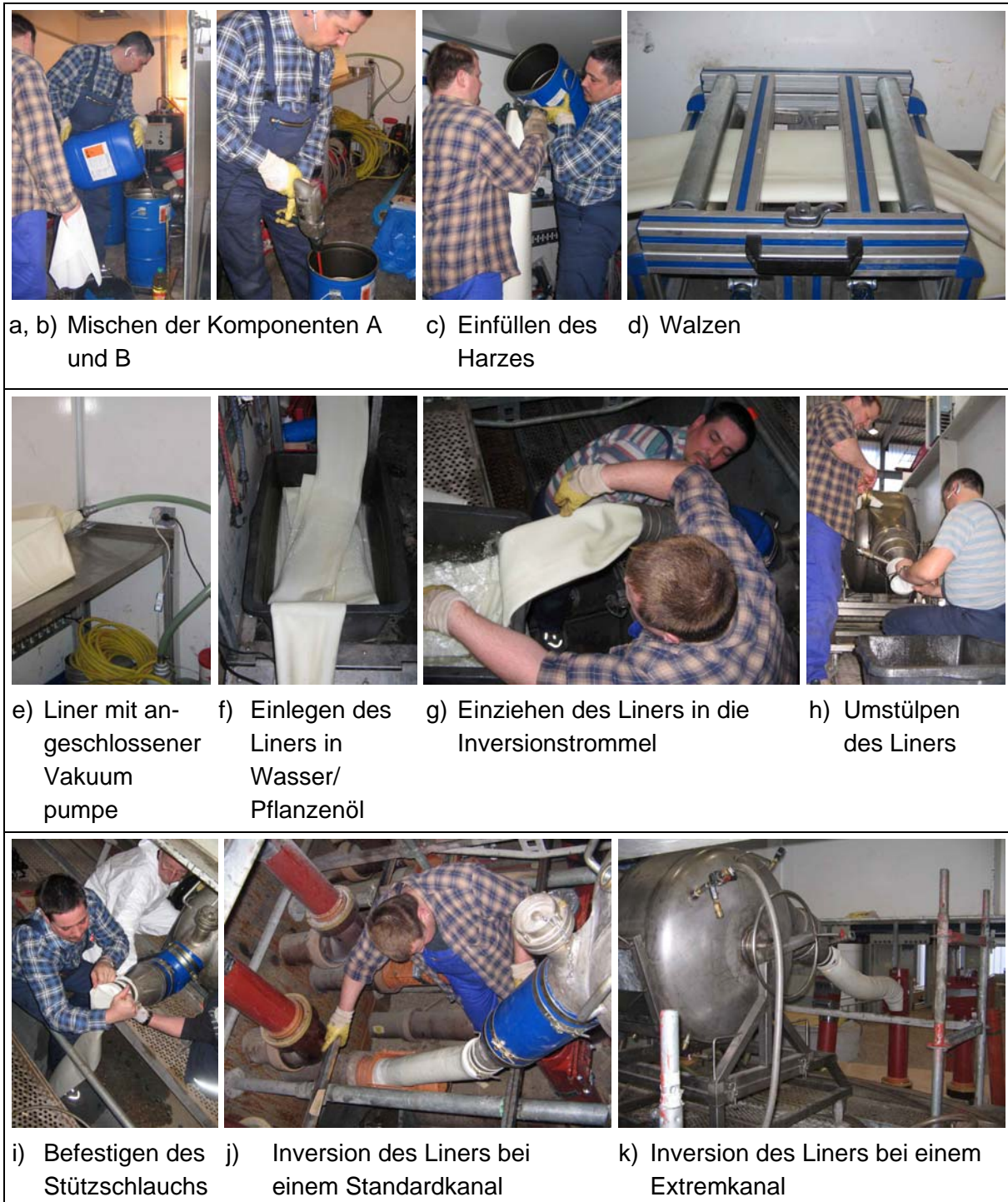


Abb. 7: Einbau des Flex-Liners im Großversuchsstand

3.2.2.2 SoftLiner, EasyLiner GmbH

Der SoftLiner wurde zur Sanierung der Standardsituation eingesetzt. Er besteht aus einem Polyester-Nadelfilz mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde das Epoxidharz EasyPox 3008 verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des SoftLiners in Nennweiten von DN 70 bis DN 1200 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Vor dem Einbau des Schlauchliners erfolgte die Inspektion des Kanals, um den Zustand zu erfassen. Hierzu wurden zunächst die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Im Rahmen des Warentests wurde die Hochdruckspülung gegen Fließrichtung durchgeführt. Anschließend erfolgten Inspektion und Ausmessung des Kanals. Für die Kanalbefahrung und die Längenmessung wurde eine Schiebekamera verwendet.

Zur Einbauvorbereitung wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Die Imprägnierung des Schlauchs wurde durch Walzung bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt. Nach Abschluss der Imprägnierung wurde das verschlossene Linerende über ein Seil mit der Drucktrommel verbunden und der Schlauch bei gleichzeitigem Aufbringen von Speiseöl als Gleitmittel auf die Trommel gerollt.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsbogen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschlauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Anschließend wurde der Liner mit kontrollierter Geschwindigkeit langsam im Stülpverfahren mit Druckluft in den Anschlusskanal eingblasen. Der dabei eingesetzte Luftdruck betrug etwa 0,4 bar. Über ein Manometer wurde der Druck kontrolliert und bis zur vollständigen Aushärtung beibehalten. Die Liner härteten im Kaltaushärtungsverfahren unter Umgebungs-

temperatur über Nacht aus. Nach der Aushärtung wurden die Linerenden mit einer Handfräse geöffnet.

3.2.2.3 BendiLiner, EasyLiner GmbH

Der BendiLiner wurde zur Sanierung der Extremsituation eingesetzt. Der BendiLiner besitzt eine bessere Bogengängigkeit als der SoftLiner und ist auch bei Dimensionsübergängen flexibler. Er besteht aus einem Polyester-Nadelfilz mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde das Epoxidharz EasyPox 3008 verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des BendiLiners in Nennweiten von DN 100 bis DN 150 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder. Das Vorgehen beim Einbau des BendiLiners orientiert sich eng an dem Einbau des SoftLiners.

Die Kanäle wurden gereinigt und inspiziert; die Kanallänge wurde gemessen. Die Einbauvorbereitung beinhaltete das Zuschneiden des Schlauches, das Verschließen des Schlauchendes, das Entlüften und die Imprägnierung mit dem Harz. Anschließend wurde das verschlossene Linerende über ein Seil mit der Drucktrommel verbunden und der Schlauch auf die Trommel gerollt. Hierbei wurde wie beim SoftLiner als Gleitmittel Speiseöl aufgetragen. Nach Befestigung des Schlauches am Inversionsbogen und Montage des Stützschlauches zwischen Drucktrommel und Revisionsöffnung wurde der Liner im Stülpverfahren mit 0,4 bar Luftdruck invertiert. Im Anschluss an die Kaltaushärtung unter Umgebungstemperatur wurden die Linerenden mit einer Handfräse geöffnet.



Abb. 8: Einbau des SoftLiners bzw. BendiLiners im Großversuchsstand

3.2.2.4 DrainLiner, epros GmbH

Der DrainLiner wurde zur Sanierung der Standardsituation eingesetzt. Er besteht aus einem Polyester-Nadelfilz mit einer Innenfolie aus PVC. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde das Epoxidharz Epropox A4/B4 verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des DrainLiners in Nennweiten von DN 100 bis DN 300 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Vor dem Einbau des Schlauchliners erfolgte die Inspektion des Kanals, um den Zustand zu erfassen. Hierzu wurden zunächst die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Im Rahmen des Warentests wurde die Hochdruckspülung gegen Fließrichtung mittels einer Zugdüse durchgeführt (Druck an der Düse ca. 80 bar). Anschließend erfolgten Inspektion und Ausmessung des Kanals. Für die Kanalbefahrung wurde eine Schiebekamera verwendet. Die Länge der Anschlusskanäle wurde mit einem an der Kamera befestigten Maßband bestimmt.

Zur Einbauvorbereitung wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Zur Imprägnierung wurde das Gemisch zunächst von Hand im Schlauch verteilt und der Liner danach gewalzt. Anschließend wurde als Gleitmittel Pflanzenöl auf den Schlauch aufgebracht.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsbogen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschlauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Anschließend wurde der Liner mit kontrollierter Geschwindigkeit langsam im Stülpverfahren mit Druckluft in den Anschlusskanal eingeblasen. Der dabei eingesetzte Luftdruck betrug etwa 0,5 bar. Über ein Manometer wurde der Druck kontrolliert und bis zur vollständigen Aushärtung beibehalten. Die Aushärtung erfolgte durch Warmaushärtung mit ca. 55°C heißem

Wasser unter Nutzung einer sogenannten Hotbox (Warmwasser-Erhitzenmodul). Über einen Rücklauf-/Absaugschlauch wurde das Wasser zurück in die Heizanlage gepumpt und somit ein Wasserkreislauf erzeugt. Nach etwa 5 h wurde der Heizvorgang beendet und der Liner zum Abkühlen mit Kaltwasser befüllt.

Das Wasser wurde nach der Aushärtung aus den Linern abgelassen und diese wurden mit einer Handsäge bzw. mit einer Stichsäge geöffnet.

3.2.2.5 DrainPlusliner, epros GmbH

Der DrainPlusliner wurde zur Sanierung der Extremsituation eingesetzt. Der DrainPlusliner ist bei Dimensionswechseln und vorhandenen Bögen flexibler als der DrainLiner. Er besteht aus einem Polyester-Nadelfilz mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde das Epoxidharz Epropox A4/B4 verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des DrainPlusliners in Nennweiten von DN 100 bis DN 300 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Das Vorgehen beim Einbau des DrainPlusliners entsprach teilweise dem Vorgehen beim Einbau des DrainLiners. Zunächst wurden die Anschlusskanäle mit Wasserhochdruck gereinigt. Anschließend wurden die Kanäle inspiziert und die Längen gemessen. Hierbei wurde ein Seil in die Kanäle eingezogen, welches den gleichzeitigen Einzug der Schlauchliner bei der späteren Inversion ermöglichen sollte. Laut der ausführenden Sanierungsfirma wird hierdurch der Einbau von Linern bei vorhandenen Bögen vereinfacht.

Wie beim DrainLiner wurde zur Einbauvorbereitung der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Zur Imprägnierung wurde das Gemisch zunächst von Hand im Schlauch verteilt und der Liner danach gewalzt. Anschließend wurde als Gleitmittel Pflanzenöl aufgebracht.

Um den DrainPlusliner mit offenem Ende invertieren zu können, wurde der Liner durch einen Kalibrierschlauch gezogen. Des Weiteren wurde ein Zugseil durch den Liner geschoben. Anschließend wurde der Liner mit dem verschlossenen Kalibrierschlauch und dem Zugseil auf die Drucktrommel aufgerollt. Das Zugseil wurde mit dem bei der Kamerabefahrung eingebrachten im Kanal befindlichen Seil verbunden.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsbogen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Anschließend wurde der Liner mit kontrollierter Geschwindigkeit langsam mit Druckluft in den Anschlusskanal umgestülpt. Die Inversion wurde durch das gleichzeitige Einziehen des Liners mit Hilfe des Zugseils unterstützt. Der eingesetzte Luftdruck betrug etwa 0,5 bar. Über ein Manometer wurde der Druck kontrolliert und bis zur vollständigen Aushärtung beibehalten. Die Aushärtung erfolgte durch Warmaushärtung mit ca. 55°C heißem Wasser unter Nutzung einer sogenannten Hotbox (Warmwasser-Erhitzenmodul). Über einen Rücklauf-/Absaugschlauch wurde das Wasser zurück in die Heizanlage gepumpt und somit ein Wasserkreislauf erzeugt. Nach etwa 5 h wurde der Heizvorgang beendet und der Kalibrierschlauch zum Abkühlen mit Kaltwasser befüllt. Abschließend wurde das Wasser aus dem Kalibrierschlauch abgelassen und der Kalibrierschlauch aus dem Liner entfernt.



Abb. 9: Einbau des DrainPlusliners im Großversuchsstand

3.2.2.6 BRAWOLINER - FIX, KOB KG

Mit dem BRAWOLINER - FIX wurden sowohl die Standardsituation als auch die Extremsituation saniert. Er besteht aus Polyester-Hochfest-Gewebe mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde für beide Situationen das Epoxidharz Brawo I eingesetzt (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des BRAWOLINER - FIX in Nennweiten von DN 70 bis DN 200 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Vor dem Einbau des Schlauchliners erfolgte die Inspektion des Kanals, um den Zustand zu erfassen. Hierzu wurden zunächst die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Die Hochdruckspülung wurde ausgehend von der Revisionsöffnung mit einer Umschaltdüse in Fließrichtung durchgeführt (Druck an der Düse ca. 120 bis 150 bar). Anschließend erfolgten die Inspektion und die Längenmessung mit einer Schiebekamera.

Zur Einbauvorbereitung wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Die Imprägnierung des Schlauchs wurde durch Walzung bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt. Nach Abschluss der Imprägnierung wurde Spülmittel als Gleitmittel auf den Schlauch aufgebracht. Anschließend wurde er mit verschlossenem Ende auf die Inversionstrommel gewickelt.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsbogen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschlauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Anschließend wurde der Liner mit kontrollierter Geschwindigkeit langsam im Stülpverfahren mit Druckluft in den Anschlusskanal eingeblasen. Der dabei eingesetzte Luftdruck betrug etwa 0,3 bar. Über ein Manometer wurde der Druck kontrolliert und bis zur vollständigen Aushärtung

beibehalten. Als Aushärteverfahren wurde die Warmaushärtung gewählt. Hierbei wurde eine sogenannte Hotbox (Warmwasser-Erhitzenmodul) verwendet. Für die Warmaushärtung wurde der Liner zunächst mit kaltem Wasser aufgefüllt. Anschließend wurde das Wasser über einen Rücklauf-/Absaugschlauch in die Hotbox gepumpt und dort auf 55 °C erhitzt. Mit einer Zirkulationspumpe wurde ein Wasserkreislauf erzeugt. Die Erwärmung des Wassers dauerte ca. eine halbe Stunde, nach weiteren zwei Stunden war der Aushärtevorgang beendet. Das warme Wasser wurde abgelassen und durch kaltes Wasser ersetzt, um den Liner abzukühlen. Eine Überprüfung des Einbaus erfolgte über eine Öffnung an der Inversionstrommel mit einer Schiebekamera unmittelbar nach der Inversion. Abschließend wurde das Wasser aus dem Liner abgelassen und dieser wurde mit einer Handfräse bzw. mit einer Säge geöffnet.



Abb. 10: Einbau des BRAWOLINER - FIX im Großversuchsstand

3.2.2.7 Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG

Mit dem Konudur Homeliner wurden sowohl die Standardsituation als auch die Extremsituation saniert. Das Trägermaterial besteht aus Polyester-Nadelfilz mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde für beide Situationen das Epoxidharz Konudur 160 PL-XL eingesetzt (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des Konudur Homeliners in Nennweiten von DN 100 bis DN 300 möglich.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Vor dem Einbau des Schlauchliners erfolgte die Inspektion des Kanals, um den Zustand zu erfassen. Hierzu wurden zunächst die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Im Rahmen des Warentests wurde die Hochdruckspülung gegen Fließrichtung mittels einer Rotordüse durchgeführt. Beim Zurückziehen der Düse wurde der Schmutz mitgezogen (Druck an der Düse ca. 80 bar). Anschließend erfolgten Inspektion und Ausmessung des Kanals. Gleichzeitig wurden seitliche Anschlüsse lokalisiert. Für die Kanalbefahrung wurde eine Schiebekamera verwendet.

Zur Einbauvorbereitung wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Die Imprägnierung des Schlauches wurde durch Walzung mit einer Handwalze bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt. Nach Abschluss der Imprägnierung wurde das verschlossene Linerende mit der Drucktrommel verbunden und der Schlauch auf die Trommel gerollt.

Für den Einbau wurde der Schlauch am Inversionsbogen befestigt. Über den Lineranfang wurde ein Stützschauch gestülpt, um den Weg von der Drucktrommel zur Revisionsöffnung zu überbrücken. Der Liner wurde unter kontrollierter Geschwindigkeit mit Druckluft in den Anschlusskanal umgestülpt. Der dabei eingesetzte Luftdruck betrug etwa 0,5 bar.

In der Regel wurden die Liner unter Nutzung einer sogenannten Hotbox (Warmwasser-Erhitzenmodul) mit warmem Wasser ausgehärtet. Um parallel arbeiten zu können, wurde ein Anschlusskanal der Extremsituation kalt ausgehärtet. Die schnellere Warmaushärtung konnte in diesem Fall nicht durchgeführt werden, da der ausführenden Firma lediglich eine Hotbox zur Verfügung stand. Beim Warmaushärteverfahren wurde der Liner sowie der Stützschauch mit kaltem Wasser gefüllt und dieses über einen Wasserschlauch in die Hotbox gepumpt. Durch die Befüllung des Stützschlauches wurde eine 2 bis 3 m hohe Wassersäule erzeugt. Nach einer Erwärmung auf ca. 60°C floss das Wasser zurück, wodurch sich ein Wasserkreislauf einstellte. Dieser wurde für 2,5 h aufrechterhalten. Anschließend wurde die Hotbox abgestellt und das Wasser kühlte über Nacht ab. Die Kaltaushärtung erfolgte unter Umgebungstemperatur, wobei hierbei ein Luftdruck von ca. 0,6 bar aufgebracht wurde. Abschließend wurde das Wasser abgelassen und die Linerenden wurden geöffnet. Zur Öffnung wurde im Hauptkanal ein Fräsroboter verwendet, an den Revisionsöffnungen wurden die Linerenden mit einem Teppichmesser sowie einer Flex geöffnet.



Abb. 11: Einbau des Konudur Homeliners im Großversuchsstand

3.2.2.8 ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG

Die Sanierung der Standard- und der Extremsituation wurde mit dem ProFlex Liner durchgeführt. Er besteht aus einem vermaschten Filz mit einer Innenfolie aus PU. Zur Imprägnierung dieses Trägermaterials wurde für beide Situationen das Epoxidharz Biresin LS verwendet (Behälterkennzeichnung). Laut Lineranbieter ist der Einsatz des ProFlex Liners in Nennweiten von DN 70 bis DN 200 möglich. Im Rahmen des Warentests wurde ein Prototyp des neu entwickelten Liners eingesetzt.

Einbaubeschreibung

Die folgenden Ausführungen geben den Ablauf des Einbaus im Rahmen des Warentests wieder.

Vor dem Einbau des Schlauchliners erfolgte die Inspektion des Kanals, um den Zustand zu erfassen. Hierzu wurden zunächst die zu sanierenden Leitungen mit Wasserhochdruck gereinigt und Ablagerungen entfernt. Anschließend erfolgten Inspektion und Ausmessung des Kanals. Für die Kanalbefahrung wurde eine Schiebekamera verwendet.

Zur Vorbereitung des Einbaus wurde der Schlauch auf die passende Länge geschnitten. Ein Schlauchende wurde verschlossen und der Schlauch anschließend mit einer Vakuumpumpe entlüftet. Um den Liner bei der späteren Inversion an einem Stützschlauch fixieren zu können, wurde der Lineranfang umgekrepelt. Bei der Extremsituation wurde über die Innenfolie des Liners eine Klarsichtfolie gezogen, um bei einem Reißen der Innenfolie aufgrund der starken Dehnung von DN 125 auf DN 150 zu verhindern, dass bei der Sanierung eingesetztes Wasser Harzausspülungen verursacht. In Abhängigkeit von dem Linermaß (Nennweite und Länge) wurden die Menge des benötigten Harzes berechnet, die beiden Komponenten A und B gemischt und in den Schlauch gefüllt. Die Imprägnierung des Schlauchs wurde durch Walzung bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt.

Für den Einbau wurde der umgestülpte Teil des Schlauches durch einen Stützschlauch mit einer Länge von ca. 3 m gezogen und das Ende fixiert, so dass der Bereich zwischen Liner und Stützschlauch mit Wasser befüllt werden konnte. Hierdurch wurde eine 3 m hohe Wassersäule aufgebaut. Durch den Wasserdruck erfolgte die Inversion, die zusätzlich über ein Halteseil gesteuert wurde. Während der

Inversion wurde als Gleitmittel Pflanzenöl auf den Liner aufgebracht. Die Liner wurden mit warmen Wasser ausgehärtet. Dazu wurden nach der Inversion Absaugschläuche eingeführt, um einen Wasserkreislauf zu erzeugen. Das Wasser wurde aus dem Liner abgepumpt, durchlief eine sogenannte Hotbox (Warmwasser-Erhitzenmodul) und wurde nach Erhitzung wieder am Linerende eingefüllt. Die Beheizung erfolgte während der ersten 60 Minuten mit etwa 60° C, in den weiteren 30 Minuten bei ca. 80 °C. Nach ca. 1,5 h war der Heizvorgang abgeschlossen. Im Anschluss an die Aushärtung wurden das warme Wasser abgelassen und die Linerenden mit einem Fräsroboter bzw. einer Handfräse geöffnet. Die zur Verhinderung von Harzausspülungen in die Liner für die Extremsituation zusätzlich eingebrachte Klarsichtfolie wurde entfernt.



Abb. 12: Einbau des ProFlex Liners im Großversuchsstand

3.2.2.9 Zusammenfassung

Bei den Einsätzen im Rahmen des Warentests folgte die Sanierung der Anschlusskanäle folgendem grundsätzlichen Vorgehen:

- Der Anschlusskanal wurde gereinigt, inspiziert und die Länge des Kanals wurde gemessen.
- Der Liner wurde entsprechend den Abmessungen des Anschlusskanals zugeschnitten. Die Folie des Liners wurde an einem Ende geöffnet und eine Vakuumpumpe wurde angeschlossen, wodurch die Imprägnierung des Liners unterstützt werden sollte.
- Die Harzkomponenten wurden gemischt und die Mischung wurde in den Liner eingefüllt. Die Imprägnierung des Schlauches wurde durch Walzung bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt. Vor der Inversion in den Kanal wurde auf den Liner ein Gleitmittel aufgebracht.
- Die Liner wurden mit Luftdruck bzw. Wasserdruck invertiert. In fast allen Fällen fand die Inversion mit geschlossenem Linerende statt. Bei der Inversion mit offenem Linerende wurde der Liner gemeinsam mit einem Kalibrierschlauch in den Kanal eingebracht. Dieser Kalibrierschlauch wurde dann mit Luft oder Wasser befüllt und drückte den Liner an die Rohrwand.
- Die Aushärtung erfolgte durch Zufuhr von Heißwasser oder durch Kaltaushärtung unter Umgebungstemperatur. Nach der Aushärtung wurden notwendige Nacharbeiten, wie z. B. Fräsen der Linerenden, durchgeführt. Sofern der Liner mit geschlossenem Ende eingebracht worden war, wurde er nach der Aushärtung geöffnet.

In Tabelle 5 und Tabelle 6 sind die bei den Sanierungsarbeiten eingesetzten Materialien, die Sanierungstechniken und Randbedingungen für die Standard-situation und Extremsituation zusammengestellt.

Tabelle 5: Sanierung der Standardsituation (alphabetisch nach Linerbezeichnung sortiert)

Liner, Anbieter	Kanal-Nr.	Trägermaterial	Harzsystem	Gewichtsverhältnis der Harzkomponenten A zu B	Inversionstechnik	Inversionsdruck	Einbaudauer (Vorbereitung bis Ende Einbau)	Aushärtung	Dauer der Aushärtung	Druck bei Aushärtung
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	1	Polyester-Hochfest-Gewebe mit PU-Folie, DN 150	Brawo I (Epoxidharz)	3 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,3 bar	ca. 1 - 1,5 h	Warmwasser (ca. 55°)	ca. 2 - 2,5 h	0,2 - 0,3 bar
	2									
	3									
DrainLiner, epros GmbH	1	Polyester-Nadelfilz mit PVC-Folie, DN 150	Epropox A4/B4 (Epoxidharz)	2,5 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,5 bar	ca. 2 - 2,5 h	Warmwasser (ca. 55°)	ca. 1,5 - 2 h	0,5 bar
	2									
	3									
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	1	Polyestergewirke mit PVC-Folie, DN 150	Alocit Harz 480 (Härter 48/94) (Epoxidharz)	2,5 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,4 bar	ca. 1 h	Kaltaushärtung	ca. 5 h	0,4 bar
	2		Alocit Harz 480 (Härter 48/48) (Epoxidharz)			0,4 bar		Kaltaushärtung	Aushärtung über Nacht	
	3					0,3 bar		Warmwasser (60°)	ca. 1,5 h	
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	1	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie, DN 150	Konudur 160 PL-XL (Epoxidharz)	3 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,5 – 0,6 bar	ca. 1 - 2,5 h	Warmwasser (60°)	ca. 2,5 h	0,3 bar
	2									0,3 bar
	3									0,2 bar
ProFlex Liner (Prototyp), VFG AG	1	Vermaschter Filz mit PU-Folie, DN 150	Biresin LS (Epoxidharz)	25 : 3	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Wasserdruck	0,3 bar	ca. 1 - 2,5 h	Warmwasser (60°/80°)	ca. 1 - 2 h	0,3 bar
	2									
	3									
SoftLiner EasyLiner GmbH	1	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie, DN 150	EasyPox 3008 (Epoxidharz)	2 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,4 bar	ca. 1 - 2,5 h	Kaltaushärtung	Aushärtung über Nacht	0,4 bar
	2									
	3									

Tabelle 6: Sanierung der Extremsituation (alphabetisch nach Linerbezeichnung sortiert)

Liner, Anbieter	Kanal-Nr.	Trägermaterial	Harzsystem	Gewichtsverhältnis der Harzkomponenten A zu B	Inversionstechnik	Inversionsdruck	Einbaudauer (Vorbereitung bis Ende Einbau)	Aushärtung	Dauer der Aushärtung	Druck bei Aushärtung
BendiLiner, EasyLiner GmbH	1	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie, DN 125	EasyPox 3008 (Epoxidharz)	2 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,4 bar	0,5 –2 h	Kaltaushärtung	Aushärtung über Nacht	0,4 bar
	2**									
	3									
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	1	Polyester-Hochfest-Gewebe mit PU-Folie, DN 125	Brawo I (Epoxidharz)	3 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,3 bar	1 h –2 h	Warmwasser (ca. 55°)	ca. 2 h	0,3 bar
	2									0,4 bar
	3									0,4 bar
DrainPlusliner, epros GmbH	1	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie, DN 150/125	Epropox A4/B4 (Epoxidharz)	2,5 : 1	Inversion mit offenem Ende, mit Luftdruck, unterstützt durch Einziehen des Liners	0,5 bar	1 h-2 h	Warmwasser (ca. 55°)	ca. 3 h	0,5 bar
	2*								ca. 1,5 h	
	3								ca. 2,5 h	
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	1	Polyester-gewirke mit PVC-Folie, DN 125	Alocit Harz 480 (Härter 48/94) (Epoxidharz)	2,5 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,3-0,4 bar	1- 1,5 h	Kaltaushärtung	ca. 5 h	0,3-0,4 bar
	2		Alocit Harz 480 (Härter 48/48) (Epoxidharz)					Kaltaushärtung		
	3							Warmwasser (60°)		
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	1	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie, DN 125	Konudur 160 PL-XL (Epoxidharz)	3 : 1	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Luftdruck	0,5 bar	ca. 0,5 h	Warmwasser (60°)	ca. 2,5 h	0,3 bar
	2							Warmwasser (60°)	ca. 2,5 h	0,3 bar
	3							Kaltaushärtung	über Nacht	0,6 bar
ProFlex Liner (Prototyp), VFG AG	1	Vermaschter Filz mit PU-Folie, DN 125	Biresin LS (Epoxidharz)	25 : 3	Inversion mit geschlossenem Ende, mit Wasserdruck	0,3 bar	1,5 h	Warmwasser (60°/80°)	0,5 -1,5 h	0,3 bar
	2						ca. 2 h			
	3***						ca. 4 h			

* Führungsseil bei Inversion gerissen; Liner wurde ca. einen Meter zurückgezogen und anschließend erneut invertiert.

** Liner zweimal zurückgezogen, da zu kurz; Drucktrommel näher an Revisionsöffnung platziert und Liner erneut invertiert. Anbieter stellt Undichtigkeiten bei selbst durchgeführter Dichtheitsprüfung innerhalb der ersten 5 Meter des Liners fest; erneute Inversion eines BendiLiners auf der Länge von ca. 5 m über den ersten Liner.

*** Rückzug des Liners, da zu kurz; Drucktrommel näher an Revisionsöffnung platziert und Liner erneut invertiert.

3.2.3 Prüfungen

3.2.3.1 Untersuchung der Funktionsfähigkeit

Durch die Sanierung muss die Funktionsfähigkeit des schadhaften Anschlusskanals signifikant verbessert werden. D. h., dass nach der Sanierung die Entsorgungssicherheit wiederhergestellt ist. Die Sanierung muss zur zweifelsfreien Verbesserung der Abwasserableitung führen, Rohr- und Bodeneinbrüche müssen verhindert werden. Eine akute Verstopfungsgefahr im Anschlusskanal darf nach der Sanierung nicht mehr vorhanden sein.

Unmittelbar nach der Sanierung wurden alle Anschlusskanäle mit einer Kamera optisch inspiziert und die Innenansicht gefilmt. Nach dem Ausbau wurden die sanierten Anschlusskanäle segmentiert und erneut optisch begutachtet. Hierbei wurden z. B. Falten und Kanten in den Linern fotografisch festgehalten und beispielhaft vermessen.



Abb. 13: Optische Inspektion der sanierten Anschlusskanäle

Ergebnisse

Die optische Inspektion der Schlauchliner lässt folgende grundsätzliche Schlussfolgerungen für die Sanierung der Standard- und der Extremsituation zu:

- In geradlinigen Leitungsabschnitten wurden keine bzw. nur geringfügige Falten in Längsrichtung festgestellt. Lediglich die Sanierungen der Extremsituation wiesen nach dem Nennweitenübergang von DN 150 auf DN 125 in geradlinigen Leitungsabschnitten teilweise stärkere Falten auf.
- In der Regel wiesen die eingesetzten Schlauchliner Falten in den Bogenbereichen auf. Es wurden längs, quer und diagonal verlaufende Falten beobachtet. Die Anzahl und Höhen der Falten nahmen in Abhängigkeit vom Bogenwinkel tendenziell zu. So wurden in den 15°- und 30°-Bögen geringere Falten als in den 45°-Bögen festgestellt. Die in den 45°-Bögen gemessenen Faltenhöhen betragen bis zu 21 mm.
- Auch in den 90°-Bögen und Nennweitenübergängen der Extremsituation hatten sich Falten gebildet. Die Faltenbildungen variierten in Abhängigkeit vom eingesetzten Liner. Teilweise bildeten sich nur geringe Falten (< 5 mm), andere Liner wiesen stärkere Falten auf. Ein Liner hatte Falten von bis zu 20 mm.

Deutlich zeigte sich, dass die Faltenbildung stark in Wechselwirkung mit der Dehnbarkeit des eingesetzten Trägermaterials steht. Einige Trägermaterialien zeichneten sich durch ihre besondere Dehnbarkeit aus, z. B. BRAWOLINER - FIX, DrainPlusliner. Im Anhang IV sind die wesentlichen Eindrücke aus der optischen Inspektion der Schlauchliner in Form einer Bilddokumentation zusammengestellt.

3.2.3.2 Belastung durch Reinigung

Die Reinigung von Anschlusskanälen wird zur Beseitigung von Ablagerungen und Verstopfungen sowie als Vorbereitung für Inspektionen durchgeführt. Das zu beseitigende Räumgut besteht aus organischen (z. B. Nahrungsreste) und anorganischen (z. B. Sand) Stoffen. Bei der Hochdruckreinigung werden die Ablagerungen durch den Kanal geschleudert und die Rohre hierdurch belastet.

Auch nach einer Sanierung mit Schlauchlinern ist damit zu rechnen, dass die Anschlusskanäle zur Entfernung von Ablagerungen oder Verstopfungen gereinigt werden müssen, vor allem vor dem Hintergrund der angestrebten Nutzungsdauer

der sanierten Leitung von 50 bis 100 Jahren. Daher müssen die Schlauchliner widerstandsfähig gegen die durch eine Reinigung auftretenden Belastungen sein. D. h., insbesondere die Dichtheit der Sanierungen darf durch die Belastungen nicht signifikant beeinflusst werden.

Die sanierten Anschlusskanäle wurden durch Hochdruckspülungen und den Einsatz einer Spiralmaschine mit verschiedenen Aufsätzen (Kreuzblattbohrer, Ketten) von innen mechanisch belastet. Die Belastungen wurden an Teilstrecken der sanierten Anschlusskanäle vorgenommen, damit nach dem Ausbau der Kanäle auch unbelastete Linerproben für Laborprüfungen gewonnen werden konnten. Die belasteten Teilbereiche sind in Abb. 14 dargestellt.

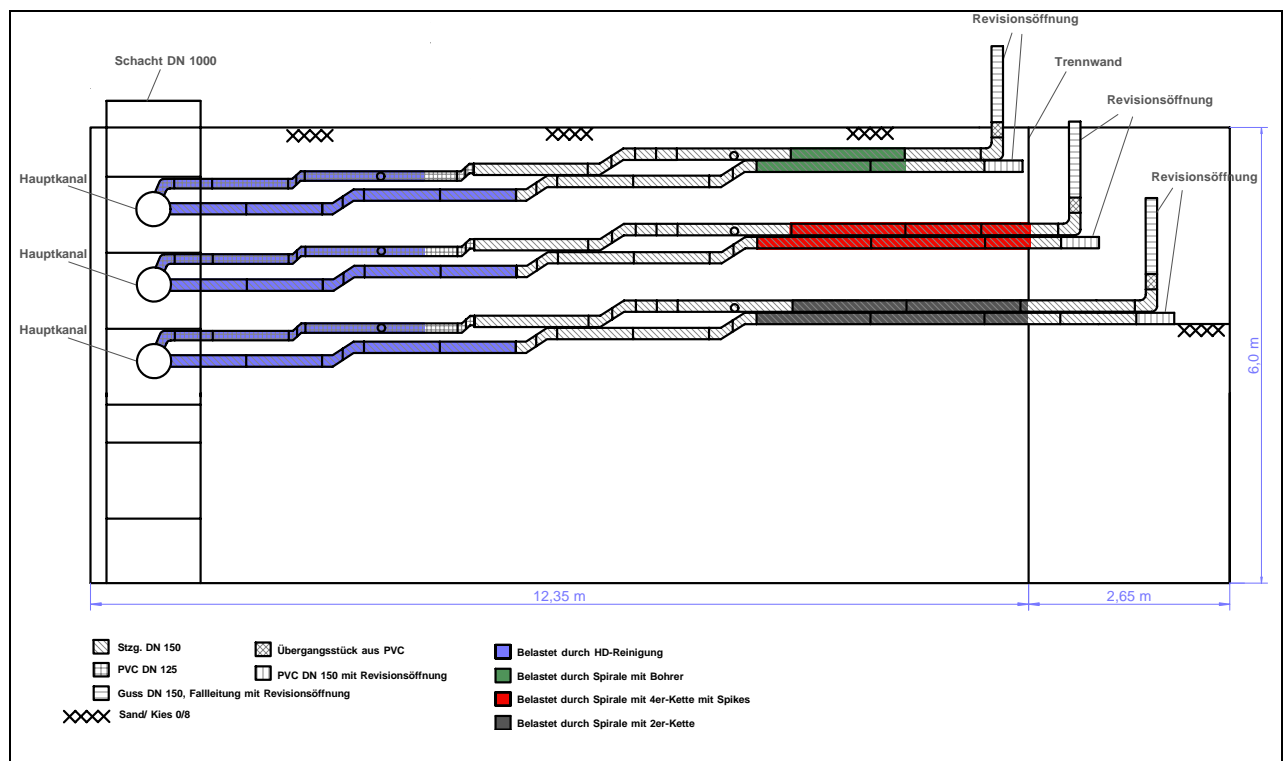


Abb. 14: Belastete Teilstrecken der Anschlusskanäle, Seitenansicht

Für die hydraulische Belastung der Liner durch Hochdruckspülung wurde eine Granatdüse mit sechs Düseneinsätzen verwendet. Die mechanische Belastung durch die Spiralmaschine wurde mit einer 2er-Kette, einer 4er-Kette mit Spikes und einem Kreuzblattbohrer als Aufsatz durchgeführt. In Abb. 15 sind die eingesetzten Reinigungswerkzeuge dargestellt.



Abb. 15: Reinigungswerkzeuge

Die Hochdruckreinigung wurde in Teilbereichen aller Kanäle der Standard- und aller Kanäle der Extremsituation mit folgenden Parametern durchgeführt:

- Düsendruck: 100 bar
- Düsenstrahlwinkel: 10°
- Anzahl der Düseneinsätze: 4.
- Anzahl der Prüfdurchläufe (Vor- und Rückzug): $n = 5$
- Geschwindigkeit pro Durchgang: ca. 1,0 m/s
- Spülwassermengen: ca. 50 l/min

Die Wiederholungen der Hochdruckreinigung wurden in Anlehnung an die laut SÜwV Kan [3] notwendigen Inspektionsintervalle (10 bzw. 15 Jahre) für öffentliche Abwassernetze ausgewählt. Durch fünf Durchgänge wird eine Nutzungsdauer von 50 Jahren bei 10-jährlicher Inspektion und Reinigung simuliert.

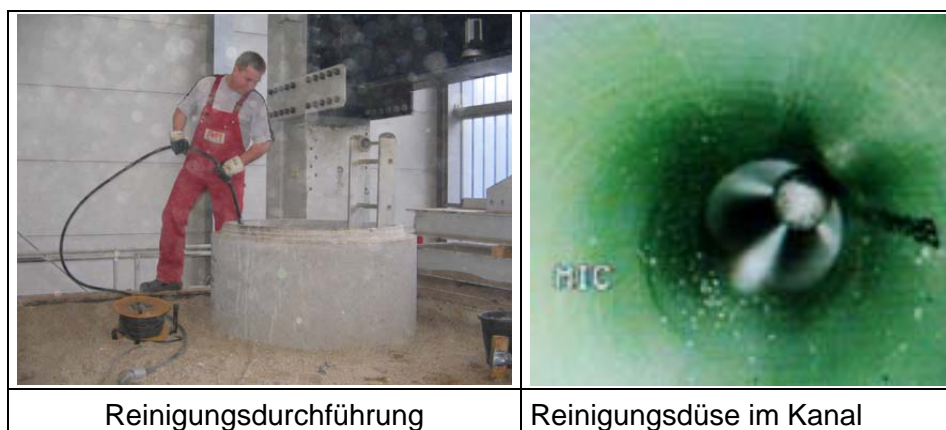


Abb. 16: Hochdruckreinigung im Großversuchsstand

Auch die Reinigung mit Spiralmaschine wurde in Teilbereichen aller Kanäle der Standard- und aller Kanäle der Extremsituation durchgeführt. Hierbei wurde je eines

der drei Reinigungswerkzeuge (2er-Kette, 4er-Kette mit Spikes, Kreuzblattbohrer) in je einem Teilbereich der mit den Schlauchlinern sanierten Standard- bzw. Extremsituation eingesetzt. Der Einsatz der Spiralmaschine wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

- Aufsätze: 2er-Kette, 4er-Kette mit Spikes oder Kreuzblattbohrer, gezahnt 90 mm
- Vortrieb: Manueller Vorschub
- Anzahl der Prüfdurchläufe (Vor- und Rückzug): $n = 1$
- Geschwindigkeit pro Durchgang: ca. 0,2 m/s

Es wurde davon ausgegangen, dass extreme Verstopfungen, die den Einsatz einer Spiralmaschine mit dem entsprechenden Reinigungswerkzeug notwendig machen, nach einer Schlauchlinersanierung nur sehr selten auftreten. Daher wurde mit der Spiralmaschine lediglich ein Durchgang ausgeführt.



Abb. 17: Einsatz der Spiralmaschine im Großversuchsstand

Ergebnisse

Die Inaugenscheinnahme der Schlauchliner nach Belastung lassen nachfolgende Schlussfolgerungen zu:

- Sowohl durch die HD-Reinigung als auch durch den Einsatz der Spiralmaschine mit den verschiedenen Aufsätzen wurde das Trägermaterial mit ausgehärtetem Harzsystem nicht sichtbar beschädigt.
- Die Belastungen mit HD-Reinigung und Spiralmaschine verursachten deutliche Veränderungen an der Innenfolie der Liner, so dass an zahlreichen Stellen Aufrauungen der Folie festgestellt wurden.
- Die Innenfolie der Liner löste sich in keinem Fall großflächig von den Schlauchlinern ab.

Durch die HD-Reinigung wurden die Innenfolien nur stellenweise geringfügig beschädigt. Die stärksten Beschädigungen entstanden durch die Spiralmaschine mit 4er-Kette und Spikes bzw. Kreuzblattbohrer. Durch die Spiralmaschine mit

Kreuzblattbohrer wurden die Folien an einzelnen Stellen beschädigt, während die Spiralmaschine mit 4er-Kette und Spikes zu über den gesamten Umfang verteilten Beschädigungen der Innenfolie führte. Die geringsten Schäden an den Innenfolien traten bei Einsatz der Spiralmaschine mit 2er-Kette auf.



Abb. 18: Beschädigung der Innenfolie, Beispiele

3.2.3.3 Dichtheitsprüfungen

Der sanierte Anschlusskanal muss unmittelbar nach der Sanierung und dauerhaft, also auch nach betrieblichen Belastungen, dicht sein. Alle Schlauchliner wurden nach Abschluss der Sanierung und nach den aufgetragenen betrieblichen Belastungen (HD-Reinigung, Mechanische Reinigung mit Spiralmaschine) auf Dichtheit geprüft.

Die Überprüfung der Dichtheit der Liner erfolgte im Großversuchsstand unmittelbar nach der Sanierung sowie nach den aufgetragenen Belastungen zunächst als sogenannte Strangprüfung. D. h., nach der Sanierung wurden die Liner über die gesamte Länge geprüft bzw. nach den Belastungen wurde die gesamte Länge der belasteten Teilbereiche geprüft.

Die Prüfungen wurden nach DIN EN 1610 [15] wie folgt durchgeführt:

- Prüfmedium und Prüfdruck: Luftprüfung mit 0,2 bar, bei Undichtigkeiten Wasserprüfung mit bis zu 0,5 bar.
- Beruhigungszeit: 5 min bei der Luftprüfung.
- Prüfzeit: 1,5 min bei der Luftprüfung, 30 min bei der Wasserprüfung.
- Beurteilung der Dichtheit: Messung des Prüfdrucks bzw. der Wasserzugabe und Vergleich mit den zulässigen Werten nach DIN EN 1610 [15].

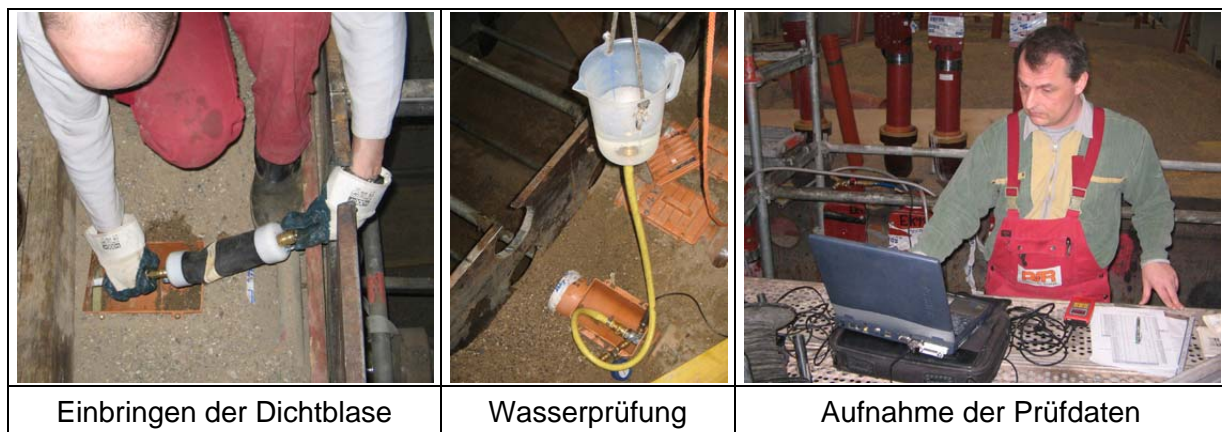


Abb. 19: Dichtheitsprüfung im Großversuchsstand

Nach Ausbau der Liner wurden Prüfungen an Linerproben durchgeführt. Die Ergebnisse der optischen Begutachtung (siehe 3.2.3.1) bildeten die Grundlage für die Auswahl der Linerproben. Ziel war es, kritische bzw. auffällige Stellen am Liner, z. B. Stellen mit geringer Harztränkung, nach APS-Richtlinie [16] mit Luftunterdruck von 0,5 bar zu prüfen. Dabei wird die Innenfolie der Linerprobe an der Prüffläche ($\varnothing 45 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$) eingeritzt, so dass der Liner (eingeharztes Trägermaterial) unmittelbar auf Dichtheit geprüft werden kann. Anschließend wird die Prüffläche auf eine Dichtung gepresst, die an einen Kolben anschließt. Der Kolben ist mit klarem Leitungswasser teilgefüllt. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe wird ein Unterdruck von 0,5 bar über eine Prüfzeit von 30 min aufgebracht. Zu Beginn der Prüfung wird das Linerstück mit gefärbtem Wasser beträufelt. Sofern nach 30 min das gefärbte Wasser nicht durch den Liner in den Kolben eingetreten ist und sich keine Feuchtigkeit auf der Rückseite des Liners findet, gilt die Prüfung als bestanden.

Insgesamt wurden an Linerproben der Standard- und Extremsituation die folgenden Prüfungen durchgeführt:

Standardsituation

- 3 Prüfungen an unbelasteten Linerproben aus geradlinigen Kanalabschnitten.
- 3 Prüfungen an unbelasteten Linerproben aus Bögen.
- 3 Prüfungen an durch Hochdruckreinigung belasteten Linerproben.
- 3 Prüfungen an durch eine Spiralmaschine mit Kreuzblattbohrer belasteten Linerproben.
- 3 Prüfungen an durch eine Spiralmaschine mit 2er-Kettenaufsatz belasteten Linerproben.

- 3 Prüfungen an durch eine Spiralmaschine mit 4er-Kettenaufsatz belasteten Linerproben.

Extremsituation³

- 3 Prüfungen an unbelasteten Linerproben aus geradlinigen Kanalabschnitten.
- 3 Prüfungen an durch Hochdruckreinigung belasteten Linerproben.
- 3 Prüfungen an durch eine Spiralmaschine mit Kreuzblattbohrer belasteten Linerproben.
- 3 Prüfungen an durch eine Spiralmaschine mit 2er-Kettenaufsatz belasteten Linerproben.

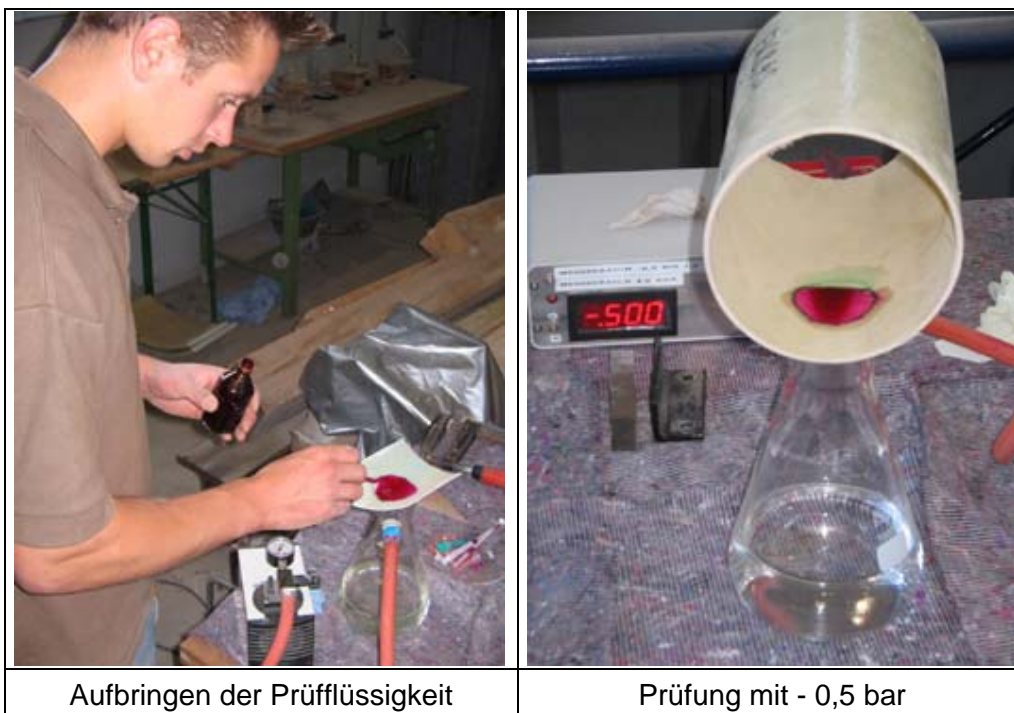


Abb. 20: Dichtheitsprüfung von Linerproben

³ Prüfungen von unbelasteten Linerproben aus Bögen und von durch eine Spirale mit 4er-Kette belasteten Linerproben konnten nicht durchgeführt werden, da es aufgrund der Verklebung der Liner mit dem Alrohr teilweise nicht möglich war eine ausreichende Anzahl von Prüfkörpern zu gewinnen.

Ergebnisse

Fast alle Schlauchliner waren bei der Strangprüfung nach der Sanierung im Großversuchsstand dicht: 18 von 18 sanierten Standardsituationen und 17 von 18 sanierten Extremsituationen. Lediglich ein Schlauchliner zeigte Undichtigkeiten sowohl bei Luft- als auch bei Wasserüberdruck.

Auch nach der HD-Reinigung erfüllten die Liner die Dichtheitskriterien in der Strangprüfung; alle Prüfungen in den belasteten Teilbereichen wurden bestanden. Nach der mechanischen Belastung von Teilbereichen der Versuchskanäle mit der Spiralmaschine erwiesen sich einzelne Liner allerdings schon in der Strangprüfung als undicht. So führte der Einsatz der Spiralmaschine mit dem Kreuzblattbohrer und mit der 4er-Kette mit Spikes je einmal zu Undichtigkeiten in den insgesamt 18 belasteten Teilbereichen der Standardsituation. Die 18 belasteten Teilbereiche der Extremsituation zeigten zweimal nach dem Einsatz der 2er-Kette und zweimal nach dem Einsatz der 4er-Kette mit Spikes Undichtigkeiten. Da durch die Belastungen die Innenfolie der Liner z. T. beschädigt wurde und die Dichtwirkung der Liner nach den Belastungen nachließ, liegt der Schluss nahe, dass bei den Strangprüfungen der entsprechenden Liner die Innenfolie wesentlich zur Erfüllung der Dichtheitskriterien beitrug. Die nach dem Ausbau der Liner durchgeführten Dichtheitsprüfungen an Linerproben nach APS-Richtlinie [16] bestätigten dies.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Strangprüfung nach DIN EN 1610 zusammengestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Strangprüfung, Standardsituation

Anzahl der gemäß DIN EN 1610 vor und nach der hydraulischen sowie mechanischen Belastung bestandenen Dichtheitsprüfungen (3 Prüfabschnitte), Standardsituation			
Schlauchliner	gesamter Anschlusskanal, unbelastet	Teilbereiche, belastet durch HD-Reinigung ¹⁾	Teilbereiche, belastet durch Spirale ²⁾ mit 2er-Kette bzw. 4er-Kette mit Spikes bzw. Kreuzblattbohrer
BRAWOLINER - FIX	3	3	3
DrainLiner	3	3	3
Flex-Liner	3	3	3
Konudur Homeliner	3	3	3
ProFlex Liner	3	3	2 ³⁾
SoftLiner	3	3	2 ⁴⁾

1) 5 Durchgänge

2) 1 Durchgang

3) Undichter Teilbereich nach Einsatz der 4er-Kette mit Spikes; auch eine zusätzlich durchgeführte Dichtheitsprüfung mit Wasserdruck nach DIN EN 1610 wurde nicht bestanden.

4) Undichter Teilbereich nach Einsatz des Kreuzblattbohrers; auch eine zusätzlich durchgeführte Dichtheitsprüfung mit Wasserdruck nach DIN EN 1610 wurde nicht bestanden.

Tabelle 8: Ergebnisse der Strangprüfung, Extremsituation

Anzahl der gemäß DIN EN 1610 vor und nach der hydraulischen sowie mechanischen Belastung bestandenen Dichtheitsprüfungen (3 Prüfabschnitte), Extremsituation			
Schlauchliner	gesamter Anschlusskanal, unbelastet	Teilbereiche, belastet durch HD-Reinigung ¹⁾	Teilbereiche, belastet durch Spirale ²⁾ mit 2er-Kette bzw. 4er-Kette mit Spikes bzw. Kreuzblattbohrer
BendiLiner	3	3	1 ³⁾⁴⁾
BRAWOLINER - FIX	3	3	3
DrainPlusliner	3	3	2 ⁴⁾
Flex-Liner	3	3	3
Konudur Homeliner	3	3	2 ³⁾
ProFlex Liner	2	2 ⁵⁾	2 ⁵⁾

1) 5 Durchgänge

2) 1 Durchgang

3) Undicht im Teilbereich nach Einsatz der 2er-Kette; auch eine zusätzlich durchgeführte Dichtheitsprüfung mit Wasserdruck nach DIN EN 1610 wurde nicht bestanden.

4) Undicht im Teilbereich nach Einsatz der 4er-Kette mit Spikes; auch eine zusätzlich durchgeführte Dichtheitsprüfung mit Wasserdruck nach DIN EN 1610 wurde nicht bestanden.

5) Es wurden nur die zwei Kanäle geprüft, die bei der Prüfung vor Belastung dicht waren.

Bei der Prüfung nach APS-Richtlinie [16] wurden an zahlreichen unbelasteten bzw. durch HD-Reinigung und Spiralmaschine belasteten Proben Undichtigkeiten festgestellt. Insgesamt wurden 54 unbelastete und 126 belastete Proben geprüft; 25 der unbelasteten und 63 der belasteten Proben waren undicht. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 46 % bzw. 50 %. Somit konnte kein Einfluss der Belastungen auf die Dichtheit des Trägermaterials festgestellt werden. Die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen nach APS Richtlinie zeigen, dass die Linerqualität bzgl. der Dichtheit über den Umfang und die Länge des Liners variiert.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Prüfung von Linerproben nach APS-Richtlinie zusammengestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse der Prüfung nach APS-Prüfrichtlinie [16], Standardsituation

Anzahl der gemäß APS-Prüfrichtlinie bestandenen Dichtheitsprüfungen an Linerproben (3 Prüfungen), Standardsituation						
Schlauchliner, Anbieter	gerade, unbelastet	45°-Bogen, unbelastet	gerade, belastet durch HD	gerade, belastet durch Spirale mit 2er-Kette	gerade, belastet durch Spirale mit 4er-Kette mit Spikes	gerade, belastet durch Spirale mit Bohrer
BRAWOLINER - FIX	3	2	3	3	2	3
DrainLiner	2	2	3	1	3	2
Flex-Liner	1	2	1	0	1	1
Konudur Homeliner	3	2	2	1	3	3
ProFlex Liner	0	2	1	1	0	0
SoftLiner	2	1	3	2	1	0

Tabelle 10: Ergebnisse der Prüfung nach APS-Prüfrichtlinie [16], Extremsituation

Anzahl der gemäß APS-Prüfrichtlinie bestandenen Dichtheitsprüfungen an Linerproben, (3 Prüfungen), Extremsituation				
Schlauchliner	gerade, unbelastet	gerade, belastet durch HD	gerade, belastet durch Spirale mit 2er-Kette	gerade, belastet durch Spirale mit Bohrer
BendiLiner	0	3	0	1
BRAWOLINER - FIX	3	3	3	3
DrainPlusliner	1	1	0	1
Flex-Liner,	0	1	1	0
Konudur Homeliner	1	3	3	3
ProFlex Liner	0	3	0	0

3.2.3.4 Zusatzuntersuchungen

Neben den bereits beschriebenen Prüfungen wurden weitere Untersuchungen an den Schlauchlinern durchgeführt⁴:

- Ermittlung der Wanddicke.
- Ermittlung von Werkstoffkennwerten: 3-Punkt-Biegeversuch, 24 h-Kriechneigung, Dichte.
- Aufpräsen der in der Extremsituation angedeuteten Seitenzuläufe und optische Untersuchung des Liners auf Ablösen von der Rohrwand im Bereich der Öffnungen.
- Außenwasserdruckprüfung an Rohrabschnitten und Messung des Ringspaltes.

Wanddicke

Bedingt durch das Herstellverfahren eines Liners ergibt sich der endgültige Wert der **Linerwanddicke** erst nach dem Aushärten im Kanal. Aus diesem Grund ist mit größeren Schwankungen der Wanddicke zu rechnen, als dies bei im Werk

⁴ Der Umfang der Zusatzuntersuchungen hing stark davon ab, inwieweit brauchbare Probekörper gewonnen werden konnten.

hergestellten und dabei laufend, z. B. durch Ultraschall, kontrollierten Bauteilen der Fall ist. Als Eingangswert für die statische Berechnung muss jedoch für das gewählte Linersystem eine Sollwanddicke festgelegt werden, die von den Materialeigenschaften und der zu erwartenden Beanspruchung abhängt [17].

Die Messung der Wanddicke erfolgte an geraden Linersegmenten an insgesamt zwölf Messpunkten je Probekörper. Die Messpunkte waren in den Sechstelpunkten, an beiden Enden des Probestückes über den Umfang verteilt angeordnet (Abb. 21). Die Sechstelpunkte wurden markiert und die Wandstärken mit einem digitalen Messschieber gemessen. Äußere und innere Folien wurden dabei nicht berücksichtigt.

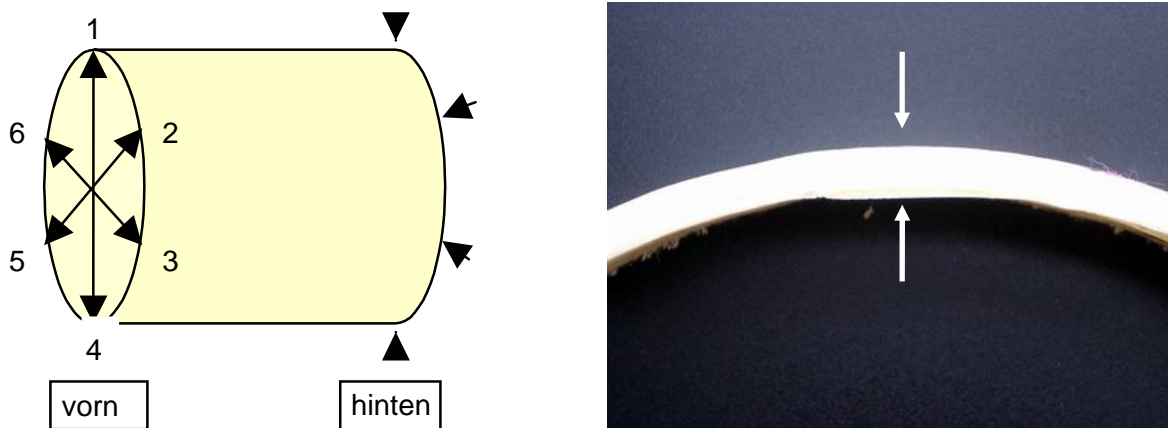


Abb. 21: Wanddickenmessung über den Umfang, 12 Messpunkte

In nachfolgender Tabelle sind die Werte der Messungen der Wandstärke an den beiden Enden der Linsensegmente zusammengestellt.

Tabelle 11: Ergebnisse der Wanddickenmessung an Linerproben (Minima und Maxima sind hervorgehoben)

Schlauchliner	Messungen vorne am Probestück						Messungen hinten am Probestück						Mittelwert [mm]
	Messwerte über den Umfang [mm]						Messwerte über den Umfang [mm]						
	0°	60°	120°	180°	240°	300°	0°	60°	120°	180°	240°	300°	
BendiLiner	2,76	2,64	2,95	2,51	2,60	2,75	2,45	2,60	2,57	2,60	2,63	2,56	2,64
BRAWOLINER-FIX	3,62	3,39	3,85	4,41	4,53	3,44	3,82	4,00	4,71	4,51	4,12	4,01	4,03
DrainLiner	3,09	2,57	2,77	2,91	2,94	3,25	3,14	2,73	2,68	3,07	2,75	2,80	2,89
DrainPlusliner	2,04	1,95	2,12	2,08	2,12	2,11	2,08	2,03	2,04	2,04	2,10	2,18	2,07
Flex-Liner	2,78	3,25	3,07	3,15	3,06	3,05	3,16	3,00	3,14	3,26	3,20	3,16	3,11
Konudur Homeliner	2,92	2,92	2,61	2,74	2,83	2,66	2,60	2,87	2,59	2,51	2,28	2,71	2,69
ProFlex Liner	2,93	3,40	3,22	3,30	3,21	3,20	3,31	3,15	3,29	3,41	3,35	3,31	3,26
SoftLiner	4,43	3,92	4,07	3,36	3,73	4,05	4,20	3,99	3,72	3,52	3,89	3,83	3,89

Anmerkung: Je Linertyp wurde eine Probe vermessen.

Die Ergebnisse der Wanddickenmessung verdeutlichen die unterschiedlichen Wanddicken der Liner und zeigen darüber hinaus die z. T. erheblichen Schwankungen der Wanddicken über den Umfang der Liner. Die stärksten Wanddicken wurden beim BRAWOLINER - FIX und beim SoftLiner gemessen. Die Mittelwerte der Einzelmessungen betragen beim BRAWOLINER - FIX 4,03 mm und beim SoftLiner 3,89 mm. Die geringste Wanddicke besaß der DrainPlusliner mit einem Mittelwert von 2,07 mm.

Angaben zu Sollwanddicken lagen nur für zwei Liner vor. In der DIBt-Zulassung des BRAWOLINER - FIX ist eine Sollwanddicke von 4,6 mm gefordert. Mit dem Mittelwert von 4,03 mm wurde dieser Sollwert unterschritten. Als positiv zu vermerken ist, dass diese Unterschreitung der Sollwanddicke die Dichtheit des Liners nicht beeinträchtigt hat (vgl. 3.2.3.3). Für den ProFlex Liner hat der Anbieter eine Sollwanddicke von 3,5 – 4,0 mm angegeben. Auch dieser Wert wurde mit dem Mittelwert von 3,26 mm unterschritten. Jedoch liegen beide Mittelwerte über der laut DIN EN 13566-4 [11] geforderten Mindestwanddicke e_{min} von 3 mm. Gleiches gilt für die Mittelwerte des Flex-Liners und des SoftLiners. Die Mittelwerte des BendiLiners, DrainLiners,

DrainPlusliners und des Konudur Homeliners liegen unterhalb der geforderten Mindestwanddicke.

Werkstoffkennwerte

Bei Schlauchlinern entstehen die für den Sanierungserfolg benötigten Werkstoff- und Systemeigenschaften erst nach dem Einbau und Aushärten in einem zu sanierenden Altrohr. Die Auswahl und Verarbeitung (Konfektionieren, Tränken, Transportieren, Einbauen, Aushärten) geeigneter Materialien sowie die Baustellenrandbedingungen üben einen erheblichen Einfluss auf die Linnerqualität aus [17].

Zur baustellenbegleitenden Erfolgskontrolle der Aushärtungsvorgänge und zur Bewertung der Tragfähigkeit eines Schlauchliners werden die Kurzzeitwerte der Biegezugfestigkeit β_{bz} und des Biege-Elastizitätsmodul E_b bestimmt. Diese statischen Materialkennwerte wurden durch **3-Punkt-Biegeversuche** in Anlehnung an DIN EN ISO 178 [18] in Kombination mit DIN EN 13566-4 [11] an Linaerausschnitten ermittelt (Abb. 22). In [17] wurde festgestellt, dass der 3-Punkt-Biegeversuch als baubegleitende Qualitätsprüfung ausreichend genaue Ergebnisse liefern kann.

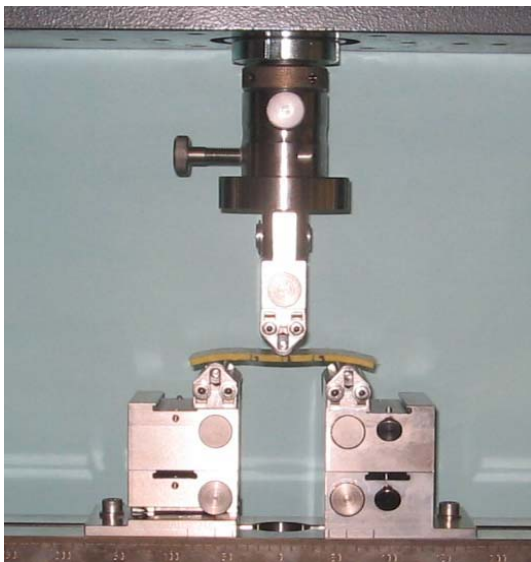


Abb. 22: 3-Punkt-Biegeversuch im IKT

Das Kriechen ist die zeitliche Zunahme einer Dehnung unter einer konstanten Last. Durch die Prüfung der **24-h Kriechneigung** nach DIN EN ISO 899-2 [19] wird die Anfangskriechneigung der Schlauchliner untersucht. Hierbei wird der Verhältniswert, der sich aus einem Anfangswert (E-Modul) und dem Messwert nach 24 Stunden ergibt, bestimmt. Der Versuchsaufbau entspricht dem des 3-Punkt-Biegeversuches.

Die **Dichte** ist eine mit geringem Aufwand zu bestimmende Eigenschaft, die mit herangezogen werden kann, um physikalische und/oder chemische Veränderungen bei Kunststoffen und Elastomeren festzustellen. Mit Hilfe der Tauchwägung nach [20] kann die gleichmäßige und vollständige Harzverteilung im Trägermaterial und damit der Tränkungserfolg kontrolliert werden.

Die Ergebnisse der 3-Punkt-Biegeversuche, der 24-h-Kriechneigungsversuche und der Dichtebestimmung sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 12: Ergebnisse der 3-Punkt-Biegeversuche (Mittelwerte einer Prüferie à fünf Prüfkörper)

Schlauchliner	Kurzzeit-E-Modul [N/mm ²]	F _{bz} ¹ [N]	Biegezugfestigkeit β _{bz} ¹ [N/mm ²]	Wanddicke [mm]
BendiLiner	1769	200,06	45,90	2,80
BRAWOLINER - FIX	2766	479,88	70,87	3,65
DrainLiner	2710	271,43	69,77	2,77
DrainPlusliner	1899	84,39	43,57	1,87
Flex-Liner	1433	220,05	40,03	3,30
Konudur Homeliner	2495	235,80	60,59	2,78
ProFlex Liner	1665	226,31	38,25	3,43
SoftLiner	1874	279,65	38,88	3,94

1 Kraft bzw. Biegezugfestigkeit beim Bruch der ersten Faser.

Tabelle 13: Ergebnisse der 24-h-Kriechneigungsversuche (je Linertyp wurde ein Prüfkörper im 3-Punkt-Biegeversuch geprüft)

Schlauchliner	Kurzzeit-E-Modul [N/mm ²]	1h-E-Modul [N/mm ²]	24h-E-Modul [N/mm ²]	Kriechneigung Kn 24h [%]	Wanddicke [mm]
BendiLiner	2357	2246	1913	14,81	2,81
BRAWOLINER - FIX	2411	2119	1600	24,48	3,68
DrainLiner	3004	2841	2433	14,34	2,76
DrainPlusliner	2579	2355	1991	15,47	1,87
Flex-Liner	1967	1661	1090	34,38	3,29
Konudur Homeliner	3107	2933	2718	7,33	2,85
ProFlex Liner	1777	1631	1381	15,36	3,33
SoftLiner	1684	1599	1416	11,41	3,91

Anmerkung: Für die 3-Punkt-Biegeversuche und die 24-h-Kriechneigungsversuche wurden verschiedene Linerproben verwendet.

Tabelle 14: Ergebnisse der Dichtebestimmung

Schlauchliner	Mittelwerte der Dichte von 3 Proben je Entnahmestelle [g/cm ³]				Durchschnitt
	Entnahmestelle 1	Entnahmestelle 2	Entnahmestelle 3	Entnahmestelle 4	
BendiLiner	1,097	1,009	1,026	0,951	1,021
BRAWOLINER - FIX	1,178	1,167	1,167	1,169	1,170
DrainLiner	1,172	1,002	1,145	1,125	1,111
DrainPlusliner	1,109	1,159	1,079	1,043	1,098
Flex-Liner	1,021	1,089	0,954	1,083	1,037
Konudur Homeliner	1,140	1,142	1,144	1,168	1,149
ProFlex Liner	1,111	1,120	1,084	1,135	1,113
SoftLiner	0,983	1,154	1,055	0,974	1,042

Zum Vergleich der im 3-Punkt-Biegeversuch ermittelten Kurzzeit-E-Moduln, der im 24-h-Kriechneigungsversuch ermittelten Kriechneigungen und der durch die Tauchwägung ermittelten Dichten hat das IKT die Lineranbieter um Angaben der entsprechenden Sollwerte gebeten. Nicht alle Anbieter haben dem IKT Sollwerte aus Erst- oder Eignungsprüfungen mitgeteilt. Teilweise wurden Werte von Produkten

angegeben, die nicht im Test eingesetzt wurden. Einige Anbieter haben nur unvollständige Angaben gemacht. In nachfolgender Tabelle sind die erhaltenen Angaben und die Werte aus den Versuchen gegenübergestellt.

Tabelle 15: In den Versuchen ermittelte Werte des Kurzzeit-E-Moduls, der Kriechneigung und der Dichte sowie Sollwerte laut Anbieter

Schlauchliner	Kurzzeit-E-Modul [N/mm ²]		Kriechneigung Kn 24h [%]		Dichte	
	Ermittelter Wert (3-Punkt-Biegeversuch)	Sollwert	Ermittelter Wert	Sollwert	Ermittelter Wert	Sollwert
BendiLiner	1769	k. A.	14,81	k. A.	1,021	k. A.
BRAWOLINER - FIX	2766	2119	24,48	6,64	1,170	1,164
DrainLiner ¹	2710	k. A.	14,34	k. A.	1,111	k. A.
DrainPlusliner	1899	2175	15,47	k. A.	1,098	1,121
Flex-Liner	1433	k. A.	34,38	k. A.	1,037	k. A.
Konudur Homeliner	2495	3096	7,33	7,17	1,149	1,171
ProFlex Liner	1665	k. A.	15,36	k. A.	1,113	k. A.
SoftLiner	1874	ca. 3250	11,41	6,5	1,042	k. A.

1 Es wurden Werte für den DrainLiner mit dem Harz EPROPOX VIS A2/B2 vorgelegt. Im Test wurde das Harz EPROPOX VIS A4/B4 eingesetzt.

k. A. – keine Angabe durch den Anbieter

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Sollwerte und die im Test ermittelten Werte teilweise erheblich differieren. Allerdings genügen einige der in den Versuchen ermittelten Werte auch den Sollwerten. Die ermittelte Dichte lag lediglich bei einem Liner oberhalb des Sollwertes.

Jedoch ist zu beachten, dass im Rahmen des Warentests sowohl bei den 3-Punkt-Biegeversuchen als auch bei den 24-h-Kriechneigungsversuchen nur eine sehr geringe Anzahl an Prüfungen durchgeführt wurde. Die Dichtebestimmung erfolgte demgegenüber an vier über die Linerlänge verteilten Entnahmestellen. Die Einzelwerte der ermittelten Dichten bestätigen die Schwankungen der

Linereigenschaften, die bereits bei den Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie und der Wanddickenmessung festgestellt wurden. Es liegt nahe, dass im vorliegenden Fall auch die Werte der E-Moduln und der Kriechneigung über die Linerlänge variieren.

Auffräsen von Seitenzuläufen

Häufig sind an Anschlusskanälen seitliche Zuläufe angeschlossen. Diese müssen i. d. R. nach einer Sanierung mit Schlauchlinern mit einem Fräsroboter wieder geöffnet werden. Hierbei ist es notwendig die Fräsarbeiten exakt durchzuführen, so dass der an der Innenwand des Anschlusskanals anliegende Liner nicht beschädigt wird. Durch die Fräsarbeiten kann sich der Liner bei einer Verklebung mit dem Altrohr u. U. ablösen, wodurch evtl. Kanten entstehen.

Um zu untersuchen, wie exakt die Fräsarbeiten durchgeführt werden können und inwieweit die Verbindung zwischen Liner und Altrohr durch das Fräsen beeinflusst wird, wurden in Rohrsegmenten der Extremsituation eingebrachte seitliche Öffnungen (angedeutete Seitenzuläufe) mit einem Fräsroboter geöffnet (Abb. 23). Die aufgefästen Öffnungen wurden untersucht und fotografisch dokumentiert.

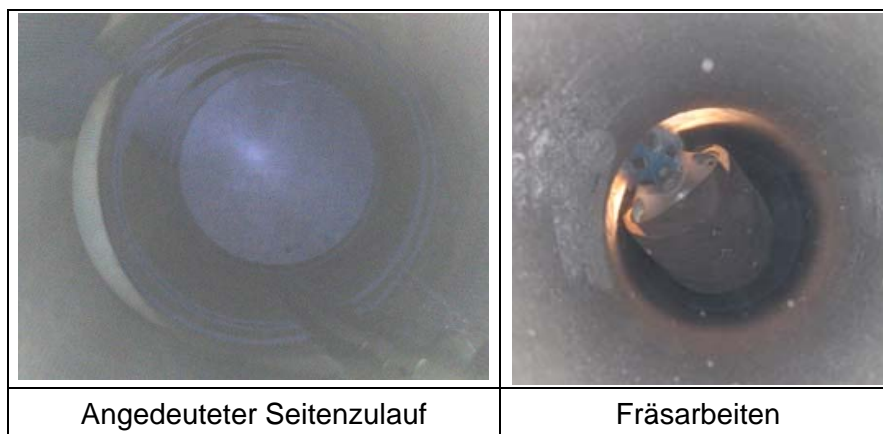


Abb. 23: Auffräsen von Seitenzuläufen

Bei neun von zehn Probekörpern wurde eine feste Verklebung des Liners mit dem Altrohr im Bereich der Öffnungen der Rohrsegmente nach dem Auffräsen festgestellt. Daraus folgt, dass der Verbund von Liner und Altrohr durch die Fräsarbeiten kaum beeinflusst wurde. Lediglich bei einem Liner, dem Flex-Liner, lag im Bereich der aufgefästen Öffnung keine Verklebung mit dem Altrohr vor (vgl. Abb. 24). Unklar ist,

ob sich der Liner durch die Fräsung von der Altrohrwand löste oder bereits vor den Fräsarbeiten keine Verklebung in diesem Bereich vorhanden war.

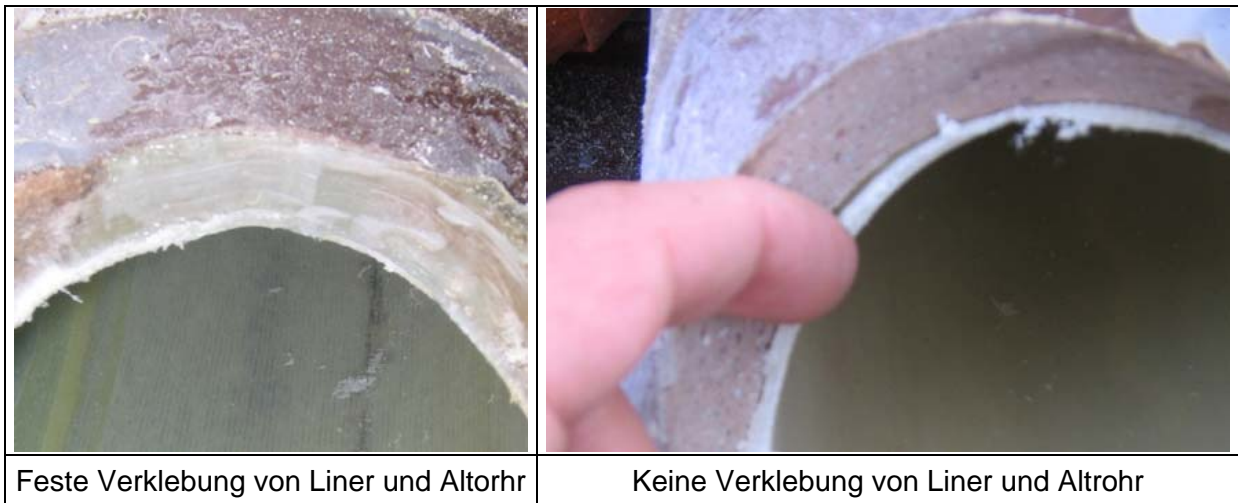


Abb. 24: Aufgefräste seitliche Öffnungen in Rohrsegmenten der Extremsituation, Beispiele

Außenwasserdruck und Ringspaltmessung

Um Auswirkungen von anstehendem Grundwasser auf mittels Schlauchlining sanierte Anschlusskanäle zu untersuchen, wurden ausgebaute Rohrsegmente (Schlauchliner mit „Altrhr“) mit Außenwasserdruck belastet. Um das Versagensverhalten unter Außenwasserdruck zu untersuchen, wurden die Rohrsegmente in eine speziell für diese Prüfung gebaute Versuchsanlage eingebracht und über den gesamten Umfang mit Außenwasserdruck belastet (Abb. 25). Das Wasser konnte über die vor der Sanierung in die „Altrhre“ eingebrachten Schäden bzw. seitlichen Öffnungen unmittelbar auf den Liner wirken.



Abb. 25: Versuchsanlage für die Außenwasserdruckprüfung

Vor dem Aufbringen des Außenwasserdrucks wurden die ausgewählten geraden Linersegmente auf Ringspalte zwischen Lineraußenwand und Altröhrinnenwand untersucht. Die Beulstabilität des Liners wird durch eine formschlüssige Anpassung des Liners an das Altröhr erheblich verbessert. Vor allem für Hauptkanäle sind zu dieser Thematik bereits zahlreiche Untersuchungen durchgeführt worden (vgl. [17]). Bereits unmittelbar nach dem Einbau von Schlauchlinern kann ein Ringspalt vorhanden sein. Auch bei einem formschlüssigen Einbau kann durch Schrumpfen des Schlauches u. U. ein Ringraum zwischen Altröhr und Liner entstehen [21]. Die Spaltbildung zwischen Liner und Altröhr ist demnach abhängig von der Altröhrgeometrie, der Verfahrenstechnik und den Werkstoffeigenschaften, bzw. der Kriech- und Schwindneigung des Liners. In den Richtlinien zur statischen Berechnung wird die Spaltweite (Abb. 26) auch durch die Vorgabe von

Mindestwerten berücksichtigt. Im Altrohrzustand I (Altrohr allein tragfähig) wird nach ATV-DVWK-M 127-2 [22] ein Rechenwert der Spaltweite (w_s) von mindestens 0,5 % des Linerradius angenommen.

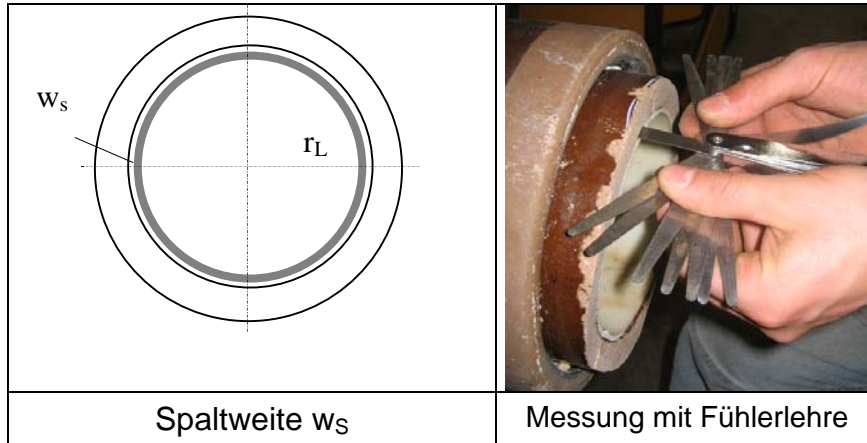


Abb. 26: Ringspaltmessung

Die Messung des Ringspaltes erfolgte an insgesamt acht über den Umfang des Linersegmentes verteilten Messpunkten je Probekörper. Die Messung wurde mit einer Fühlerlehre durchgeführt. In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse der Ringspaltmessung zusammengestellt.

Tabelle 16: Ergebnisse der Ringspaltmessung an Linersegmenten

Liner, Anbieter	Ringspalt über den Umfang [%]								
	0°	30°	90°	150°	180°	210°	270°	330°	Mittelwert
BendiLiner, Probe 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
BRAWOLINER - FIX, Probe 1	0,34	0,18	0,00	0,00	0,08	0,18	0,18	0,18	0,14
DrainPlusliner, Probe 1	0,20	0,18	0,20	0,07	0,04	0,12	0,48	0,18	0,18
DrainLiner, Probe 1	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,12	0,12	0,00	0,04
Flex-Liner, Probe 1	0,11	0,11	0,11	1,77	1,56	1,02	0,11	0,01	0,60
Flex-Liner, Probe 2	0,82	0,86	0,61	0,34	8,26	0,45	0,34	0,54	1,53
Konudur Homeliner, Probe 1	1,22	1,22	0,95	0,54	1,09	0,82	2,52	1,22	1,20
Konudur Homeliner, Probe 2	0,04	0,00	0,00	0,00	0,14	0,45	0,61	0,14	0,17
ProFlex Liner, Probe 1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
ProFlex Liner, Probe 2	0,04	0,04	0,31	0,68	0,68	0,95	0,48	0,14	0,42

Nach den Messungen wurden die Rohrsegmente in die Versuchsanlage eingebaut und mit Außenwasserdruck belastet. Folgende Druckstufen wurden aufgebracht:

- 0,05 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.
- 0,1 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.
- 0,3 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.
- 0,5 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.
- 1,0 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.
- 1,5 bar über einen Zeitraum von max. 1 h.

Die Ergebnisse der Außenwasserdruckprüfungen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 17: Ergebnisse der Außenwasserdruckprüfungen

Liner, Anbieter	Untersuchte Segmente	Wasserverlust [l/h]						Anmerkung
		0,05 bar	0,1 bar	0,3 bar	0,5 bar	1,0 bar	1,5 bar	
BendiLiner, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	0	0	0	ca. 0,3	ca. 0,3	ca. 0,3	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
BRAWO-LINER - FIX, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	ca. 0,3	ca. 0,5	ca. 1,5	ca. 2,5	ca. 2,5	ca. 2,5	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
DrainPlusliner, Probe 1	Segment mit Muffe und Querriss in der Sohle	0	0	0	ca. 0,3	ca. 0,3	ca. 0,3	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
DrainLiner, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	ca. 0,5	ca. 1,0	ca. 2,0	ca. 3,0	ca. 3,0	ca. 3,0	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
Flex-Liner, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	0	0	0	ca. 0,3	ca. 0,3	ca. 0,3	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
Flex-Liner, Probe 2	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	0	0	0	ca. 0,3	ca. 0,3	ca. 0,3	Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
Konudur Homeliner, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	Unmittelbar nach Aufbringen eines Drucks von 0,05 bar entstand ein fließender Wasseraustritt, so dass sich der Prüfbehälter mit einem Fassungsvermögen von 10 Litern innerhalb von wenigen Minuten leerte. Die Prüfung wurde abgebrochen.						Starker Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr
Konudur Homeliner, Probe 2	Segment mit Muffe und Querriss in der Sohle	0	0	0	0	0	0	Kein Wasseraustritt, kein Beulen beobachtet
ProFlex Liner, Probe 1	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	0	0	0	0	0	0	Kein Wasseraustritt, kein Beulen beobachtet
ProFlex Liner, Probe 2	Segment mit Längsriss im Scheitel und seitlicher Öffnung	Unmittelbar nach Aufbringen eines Drucks von 0,05 bar entstand ein fließender Wasseraustritt, so dass sich der Prüfbehälter mit einem Fassungsvermögen von 10 Litern innerhalb von wenigen Minuten leerte. Die Prüfung wurde abgebrochen.						Starker Wasseraustritt zwischen Liner und Altrohr und Wassereintritt in das Rohr

Anmerkung: SoftLiner-Rohrsegmente mit den für die Prüfung notwendigen Maßen standen bei der Prüfungsdurchführung nicht mehr zur Verfügung.

Lediglich bei zwei von zehn geprüften Rohrsegmenten entstanden während der Außenwasserdruckprüfungen keine Wasserverluste. An diesen beiden Rohrsegmenten wurden keine Auswirkungen durch den anstehenden Druck, z. B. Beulen des Liners oder der Innenfolie, beobachtet.

Bei sechs Prüfungen wurden Wasserverluste von min. 0,3 l/h bis max. 3 l/h gemessen; zwei Prüfungen führten zu erheblichen Wasserverlusten. In der Regel trat

das Wasser, welches über die vorher in die Rohre aus Steinzeug eingebrachten Schäden in die Rohrsegmente eindringen konnte, zwischen Lineraußenseite und Rohrrinnenseite an den Schnittflächen der Probekörper über die vorhandenen Ringspalten aus. In einem Fall wurde mit der Fühlerlehre kein Ringspalt festgestellt und dennoch traten geringfügige Wassermengen zwischen Lineraußenseite und Rohrrinnenseite aus. Das Wasser drang somit in die Ringspalten bzw. Kapillaren zwischen Liner und Rohrrinnenseite ein und floss über diese ab. Lediglich an einem Probekörper infiltrierte Wasser zusätzlich durch die Linerwand.

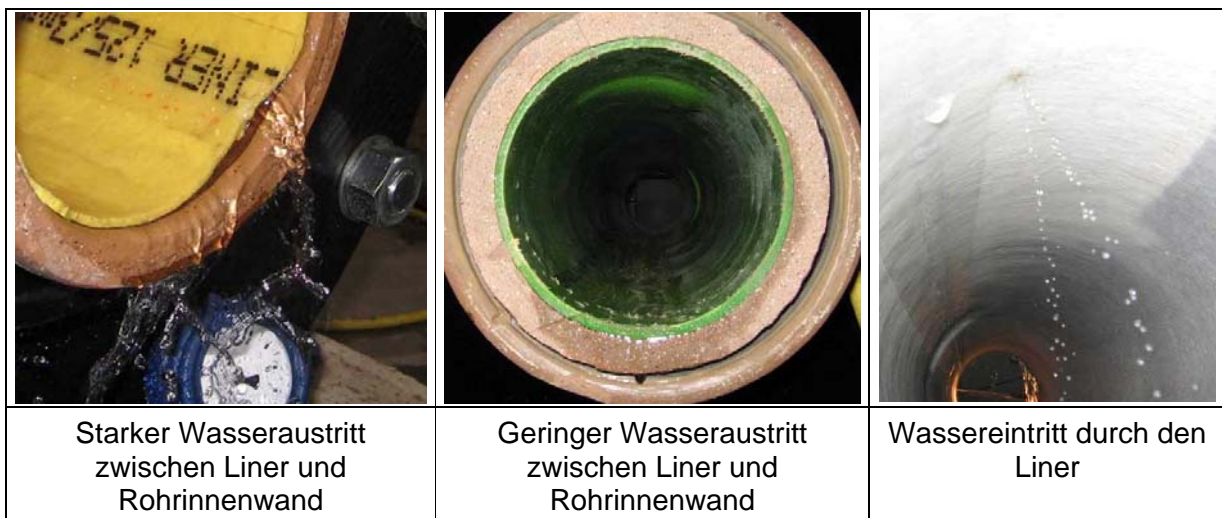


Abb. 27: Ergebnisse der Außenwasserdruckprüfung, Beispiele

3.3 Baustellen-Untersuchungen

Der Einsatz fast aller getesteten Schlauchliner in bestehenden Anschlusskanälen wurde auf Baustellen in Würzburg, Göttingen, Gelsenkirchen, Unna und Krefeld begleitet. Lediglich der Einbau des DrainLiners konnte nicht begleitet werden, da der Liner zum Zeitpunkt der Baustellen-Untersuchung nicht bei den beteiligten Netzbetreibern eingesetzt wurde und auch der Lineranbieter nach Anfrage des IKT keine Baustelle benannte. Die Verfahrenstechnik zum Einbau entspricht jedoch grundsätzlich der des DrainPlusliners, so dass ausreichende Baustelleneindrücke gewonnen werden konnten.

Die Baustellen-Untersuchungen dienen zur Erfassung der Handhabbarkeit der Schlauchlinerverfahren und der eingesetzten Schlauchliner in bestehenden Anschlusskanälen unter In-situ-Bedingungen. Durch die Baustellen-Untersuchung

wurde auch die Plausibilität der Einsätze im Großversuchsstand überprüft. Vor Ort wurde die gesamte Durchführung der jeweiligen Sanierungsmaßnahme dokumentiert. Die Ausführung der Sanierungen und die Lösung etwaiger Probleme wurden dokumentiert. Nachfolgende Tabelle stellt die durchgeführten Baustellen-Untersuchungen zusammen.

Tabelle 18: Baustellen-Untersuchungen

Liner, Anbieter	Ort/ Datum
BendiLiner, EasyLiner GmbH	Würzburg, 26. - 30.09.2005
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	Göttingen, 25.10.2005
DrainLiner, epros GmbH	-*
DrainPlusliner, epros GmbH	Würzburg, 26. - 29.09.2005
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	Unna, 27.10.2005
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	Gelsenkirchen, 26.10.2005
ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG	Krefeld, 03.11.2005
SoftLiner, EasyLiner GmbH	Würzburg, 26.09.2005

* Der Liner wurde zum Zeitpunkt der Baustellen-Untersuchung nicht bei den beteiligten Netzbetreibern eingesetzt, auch der Lineranbieter benannte keine Baustelle. Die Verfahrenstechnik zum Einbau des DrainLiners entspricht aber grundsätzlich der des DrainPlusliners.

3.3.1 Würzburg

Die In-situ-Untersuchungen in Würzburg-Veitshöchheim wurden in Kasernengebäuden aus dem Jahr 1965 durchgeführt: Drei der im Test eingesetzten Liner – der DrainPlusliner, der SoftLiner und der BendiLiner – wurden in zwei Gebäuden zur Sanierung der Grundleitungen und der Anschlusskanäle aus Guss-, Steinzeug- und PVC verwendet. Die zu sanierenden Leitungen hatten Nennweiten von DN 100 bis DN 150 und eine Gesamtlänge von ca. 33 m bzw. ca. 44 m. In den Grundleitungen lag i.d.R. ein Nennweitenwechsel vor – meist eine Nennweitenvergrößerung in Inversionsrichtung, in einem Fall eine Nennweitenreduzierung von DN 125 auf DN 100. Des Weiteren waren an Fallrohre anschließende vertikale 90°-Bögen sowie zahlreiche Schäden, z. B. Versätze oder Ablagerungen, vorhanden. In den Anschlusskanälen lagen horizontale 30°- und 45°-Bögen und ähnliche Schäden wie in den Grundleitungen vor.

Die Inversion der Liner erfolgte jeweils mit Druckluft. Durch Revisionsöffnungen an den Fallrohren und im Kellerboden sowie durch Rohröffnungen von freigelegten Altrohren in Leitungsgräben wurden die Liner in die Grundleitungen und Anschlusskanäle eingebracht. Je nach Zugangsmöglichkeiten wurden die Sanierungen mit offenem oder geschlossenem Ende ausgeführt.

Grundsätzlich konnte die Sanierung der Grundleitungen und Anschlusskanäle mit allen eingesetzten Schlauchlinern durchgeführt werden. Auch schwierige Randbedingungen, wie z. B. sehr enge Platzverhältnisse im Revisionschacht oder vertikale 90°-Bögen in Leitungen wurden bewältigt. Während der Begleitung der Sanierungen wurden jedoch einige Einbauschwierigkeiten deutlich. Schwierigkeiten ergaben sich beispielsweise bei an Falleleitungen angeschlossenen vertikalen 90°-Bögen während der Sanierungen mit dem DrainPlusliner und dem BendiLiner. Um die Liner durch die Bögen zu drücken, musste zunächst die Druckluft abgelassen und anschließend wieder aufgebracht werden. Dieser Vorgang wurde mehrmals wiederholt, bis die Liner die Bögen überwunden hatten. Darüber hinaus machte die Sanierung eines Leitungsabschnittes mit darin verbauten drei 45°-Bögen deutlich, dass Schlauchlängen für Leitungsabschnitte mit vielen Richtungswechseln u. U. schwierig zu bemessen sind. So war bei der Sanierung mit dem DrainPlusliner der für die entsprechende Strecke bemessene Schlauch trotz eines berücksichtigten Längenzuschlages um etwa 20 cm zu kurz. In den nachfolgenden Tabellen sind die Details der In-situ-Untersuchung des SoftLiners, BendiLiners und des DrainPlusliners zusammengestellt.

Tabelle 19: In-situ-Untersuchung des SoftLiners

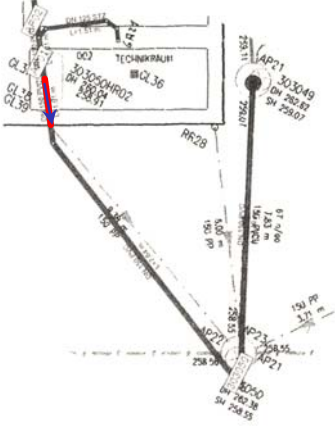


Einsatzort	Balthasar-Neumann-Kaserne, Würzburg-Veitshöchheim
Leitungsplan, sanierter Bereich rot dargestellt	
Startpunkt der Sanierung	Revisionsöffnung innerhalb des Gebäudes
Randbedingungen	Gerader Abschnitt, keine Nennweitenveränderung, DN 125, Länge: ca. 1 m
Aufgetretene Probleme	<p>Aufgrund der engen Platzverhältnisse im Revisionschacht musste der Liner um fast 90° gebogen werden, um in die Leitung invertiert werden zu können. Dazu musste mehrmals vollständig der Druck abgelassen werden.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Inversion des Liners durch eine Revisionsöffnung</p>

Tabelle 20: In-situ-Untersuchung des BendiLiners

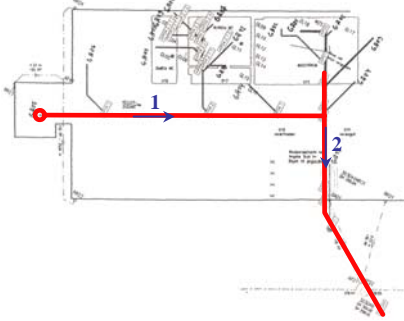




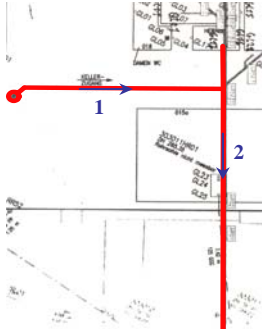
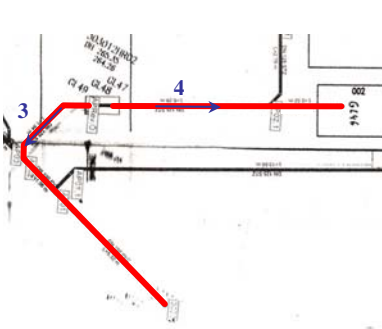


Einsatzort	Balthasar-Neumann-Kaserne, Würzburg-Veitshöchheim	
Leitungsplan, sanierter Bereich rot dargestellt		
Startpunkt der Sanierung	Bereich 1: Revisionsöffnung am Fallrohr Bereich 2: Rohröffnung eines freigelegten Altröhres im Leitungsgraben	
Randbedingungen	Bereich 1: Fallrohr DN 100 mit 90°-Bogen, anschließend gerader Abschnitt, Einbindung in den Hauptstrang über einen 45°-Abzweig, keine Nennweitenveränderung, DN 100, Länge: ca. 17 m Bereich 2: Gerader Abschnitt mit Nennweitenveränderung DN 100 auf DN 125 in Inversionsrichtung, 30°-Bogen, gerader Abschnitt mit Nennweitenveränderung DN 125 auf DN 150, Länge: ca. 15 m	
Aufgetretene Probleme	Bereich 1: Der 90°-Bogen des Fallrohrs konnte erst nach mehrmaligem Ablassen und erneutem Aufbringen der Druckluft durchfahren werden. Vermutlich aufgrund eines spitzen Gegenstandes in der Leitung wurde der Liner zusammen mit dem Kalibrierschlauch durchtrennt, sodass der Liner in sich zusammenfiel. Der Liner musste entfernt werden.	
		
	Inversion des Liners durch eine Putzöffnung am Fallrohr	Durchtrennter Kalibrierschlauch und Liner
	Bereich 2: Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.	
		
	Inversion des Liners durch eine Rohröffnung in einem Leitungsgraben	

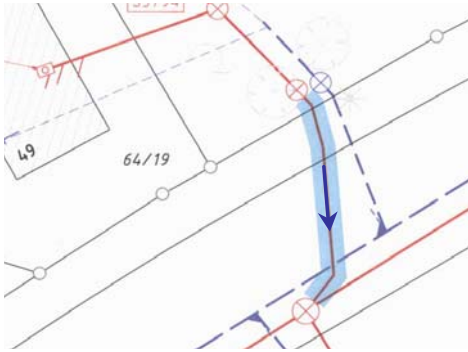


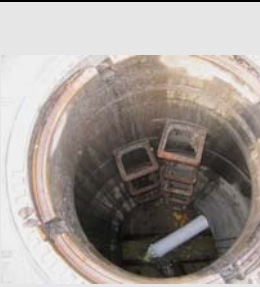
Tabelle 21: In-situ-Untersuchung des DrainPlusliners

Einsatzort	Balthasar-Neumann-Kaserne, Würzburg-Veitshöchheim	
Leitungsplan, sanierter Bereich rot dargestellt		
Startpunkt der Sanierung	Bereich 1: Revisionsöffnung am Fallrohr Bereich 2: Rohröffnung eines freigelegten Altrohres im Leitungsgraben Bereich 3: Revisionsöffnung im Kellerboden Bereich 4: Revisionsöffnung im Kellerboden	
Randbedingungen	Bereich 1: Fallrohr DN 100 mit 90°-Bogen, horizontaler 45°-Bogen, anschließend gerader Abschnitt mit Nennweitenveränderung DN 100 auf DN 125 in Inversionsrichtung, Einbindung in den Hauptstrang über einen 45°-Abzweig, Länge: ca. 10 m Bereich 2: Gerader Abschnitt mit Nennweitenveränderung DN 125 auf DN 150 in Inversionsrichtung, Länge: ca. 15 m Bereich 3: Gerader Abschnitt, 45°-Bogen, gerader Abschnitt, zwei hintereinander angeordnete 45°-Bögen, gerader Abschnitt, keine Nennweitenveränderung, DN 125, Länge: ca. 9 m Bereich 4: Gerader Abschnitt, Nennweitenveränderung DN 125 auf DN 100 in Inversionsrichtung, Länge: ca. 10 m	
Aufgetretene Probleme	Bereich 1: Der 90°-Bogen des Fallrohrs konnte erst nach mehrmaligem Ablassen und erneutem Aufbringen der Druckluft durchfahren werden.	
		
	Kontrolle der Inversion des Liners mittels Kamera	Inversion des Kalibrierschlauches
	Bereich 2: Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.	
	Bereich 3: Der Liner war wegen des kurvenreichen Leitungsverlaufes trotz eines berücksichtigten Längenzuschlages um ca. 20cm zu kurz.	
	Bereich 4: Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.	

3.3.2 Göttingen

Bei der In-situ-Untersuchung in Göttingen wurde ein Anschlusskanal eines Wohnhauses saniert. Zur Sanierung des Kanals aus Steinzeug DN 150 wurde der BRAWOLINER - FIX eingesetzt. In der Leitung waren zwei horizontale 45°-Bögen vorhanden, die Leitungslänge betrug etwa 11 m. Die Inversion des Liners erfolgte durch die Revisionsöffnung eines Revisionsschachtes im Vorgarten des Hauses. Von dieser Revisionsöffnung wurde die Sanierung in Fließrichtung bis zum Anschluss an den Hauptkanal durchgeführt. Der Liner wurde dabei mit verschlossenem Ende eingebaut und mit Wasserdruck invertiert. In Tabelle 22 sind die Details der In-situ-Untersuchung des BRAWOLINER - FIX zusammengestellt.

Tabelle 22: In-situ-Untersuchung des BRAWOLINER - FIX

Einsatzort	Wohnhaus, Danziger Straße, Göttingen		
Leitungsplan, sanierter Bereich blau dargestellt			
Startpunkt der Sanierung	Revisionsöffnung im Vorgarten		
Randbedingungen	Gerader Abschnitt, horizontaler 30°-Bogen, gerader Abschnitt, 15°-Bogen, gerader Abschnitt, 45°-Bogen, keine Nennweitenveränderung, DN 150, Länge: ca. 11 m		
Aufgetretene Probleme	Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.		
			
	Revisionsöffnung	Inversion des Liners	Linerende im Schacht

3.3.3 Gelsenkirchen

In Gelsenkirchen wurde ein Anschlusskanal aus Steinzeug DN 150 eines Wohnhauses mit dem Konudur Homeliner saniert. Am Leitungsende war ein vertikaler 90°-Bogen zur Einbindung in den Hauptkanal vorhanden, die Leitungslänge betrug etwa 8 m. Die Inversion des Liners erfolgte durch eine Revisionsöffnung im Keller des Wohngebäudes. Von dieser Revisionsöffnung wurde die Sanierung in Fließrichtung bis zum Anschluss an den begehbaren Hauptkanal durchgeführt. Der Liner wurde dabei mit verschlossenem Ende eingebaut. Mit einer am Revisionschacht positionierten sogenannten LinerGun (Druckbehälter zur Inversion) konnte der Liner fast vollständig unter Druckluft invertiert werden. Lediglich der vertikale 90°-Bogen musste mit Wasserdruck durchfahren werden. Nach der Aushärtung des Liners stellte sich bei der Begehung des Hauptkanals heraus, dass der Liner an einem Schraubenschlüssel vor der Einbindung in den Hauptkanal hängen geblieben war. Die Herkunft des Schraubenschlüssels konnte nicht eindeutig geklärt werden. Auf Ausbesserungsarbeiten in diesem Bereich des Anschlusskanals wurde verzichtet. In Tabelle 23 sind die Details der In-situ-Untersuchung des Konudur Homeliners zusammengestellt.

Tabelle 23: In-situ-Untersuchung des Konudur Homeliners

Einsatzort	Wohnhaus, Gottfriedstraße, Gelsenkirchen		
Leistungsplan	Lageplan nicht erhalten		
Startpunkt der Sanierung	Revisionsöffnung im Kellerboden		
Randbedingungen	Gerader Abschnitt, anschließend 90°-Bogen als Einbindung in den Hauptkanal, keine Nennweitenveränderung, DN 150, Länge: ca. 8 m		
Aufgetretene Probleme	Der Liner konnte den 90°-Bogen mit dem aufgebracht Luftdruck nicht durchfahren. Die Inversion wurde daher mit Wasserdruck fortgesetzt. An einem Schraubenschlüssel, der sich in einem Muffenversatz unmittelbar am Übergang zum Hauptkanal verklemmt hatte, blieb der Liner hängen, so dass er gestaucht wurde und infolgedessen einige Zentimeter zu kurz war.		
			
	Revisionsöffnung	Inversion des Liners	Schraubenschlüssel

3.3.4 Unna

Bei der In-situ-Untersuchung in Unna wurde ein Seitenkanal eines Verwaltungsgebäudes mit dem Flex-Liner saniert. Der Kanal aus Steinzeug DN 200 war über einen 45°-Abzweig mit einem Anschlusskanal verbunden. Die Leitungslänge betrug etwa 26 m. Die Inversion des Liners erfolgte in Fließrichtung ausgehend von einem Schacht. Der Liner wurde dabei mit verschlossenem Ende unter Druckluft eingebaut. Nach der Sanierung wurde das Linerende aufgefräst. In Tabelle 24 sind die Details der In-situ-Untersuchung des Flex-Liners zusammengestellt.

Tabelle 24: In-situ-Untersuchung des Flex-Liners

Einsatzort	Verwaltungsgebäude, Friedrich-Ebert-Straße, Unna		
Leitungsplan	Lageplan nicht erhalten		
Startpunkt der Sanierung	Schacht		
Randbedingungen	Gerader Abschnitt, Anschluss an den Anschlusskanal mit einem 45°-Abzweig, keine Nennweitenveränderung, DN 200, Länge: ca. 26 m,		
Aufgetretene Probleme	Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.		
			
	Inversion des Liners	Zwischenschacht	Kontrolle der Inversion des Liners mittels Kamera

3.3.5 Krefeld

In Krefeld wurde ebenfalls der Anschlusskanal eines Wohnhauses mit dem ProFlex Liner saniert. Der Kanal war aus Steinzeug DN 150. Am Ende des Anschlusskanals lag ein 30°-Bogen zur Einbindung in den Hauptkanal vor, die Leitungslänge betrug ca. 13 m. Die Inversion des Liners erfolgte durch eine Revisionsöffnung im Keller des Wohnhauses. Von dieser Revisionsöffnung wurde die Sanierung in Fließrichtung bis zum Anschluss an den Hauptkanal durchgeführt. Der Liner wurde dabei mit offenem Ende eingebaut. Mit einer am Revisionschacht positionierten sogenannten LinerGun (Druckbehälter zur Inversion) wurde der Liner vollständig unter Druckluft

invertiert. Nach der Aushärtung stellte sich heraus, dass der Liner – vermutlich aufgrund der vielen Versätze in der Leitung – um ca. 10 cm zu kurz war. In Tabelle 25 sind die Details der In-situ-Untersuchung des ProFlex Liners zusammengestellt.

Tabelle 25: In-situ-Untersuchung des ProFlex Liners

Einsatzort	Wohnhaus, Dürerstraße, Krefeld	
Leitungsplan	Lageplan nicht erhalten	
Startpunkt der Sanierung	Revisionsöffnung im Kellerboden	
Randbedingungen	Gerader Abschnitt, 30°-Bogen, gerader Abschnitt, Anschluss an den Hauptkanal mit einem 45°-Abzweig, keine Nennweitenveränderung, DN 150, Länge: ca. 13 m	
Aufgetretene Probleme	Bei der Sanierung traten keine Probleme auf.	
		
	Revisionsöffnung	Inversion des Liners

3.3.6 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Einbau der Schlauchliner auf den Baustellen praxisgerecht erfolgte. Die aufgetretenen technischen Probleme wurden unmittelbar vor Ort mit vertretbarem Zeitaufwand gelöst. Die Maschinentchnik konnte ohne Schwierigkeiten zu den jeweiligen Startpunkten der Sanierung, z. B. Revisionsöffnungen in Kellerräumen, Revisionsschächten auf Grundstücken, transportiert werden. Das Einbringen der Liner war auch auf engstem Raum, z. B. in engen Leitungsgräben und in kleinen Revisionsschächten, möglich.

4 Bewertung der Schlauchliner

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

Dementsprechend wurde in den Arbeitssitzungen des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ das Vorgehen zur Bewertung der Verfahren von den beteiligten Kanalnetzbetreibern festgelegt. Die Bewertung der Systemprüfungen erfolgt auf Grundlage der Einsätze der Schlauchliner im Großversuchsstand. Hierbei werden die beiden Anwendungsfälle „Standardsituation“ und „Extremsituation“ unterschieden.

Für die jeweiligen Schlauchliner werden demnach aus den Bewertungsschwerpunkten „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“ und „*Systemprüfungen*“ getrennte Prüfurteile für die Anwendungsfälle I „Standardsituation“ und II „Extremsituation“ gebildet.

Der Einsatz der Schlauchliner wurde auch unter In-situ-Bedingungen auf Baustellen untersucht. Aufgrund der in diesen Fällen nicht vergleichbaren Randbedingungen, fließen diese Ergebnisse nicht in die Ermittlung der IKT-Prüfurteile (Noten) für die Schlauchliner ein, sondern werden als Zusatzinformationen berücksichtigt.

4.1 Bewertungsschwerpunkt „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“

Der Bewertungsschwerpunkt „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“ geht mit 20% in das jeweilige Prüfurteil ein.

In den Bewertungsschwerpunkt fließen die fünf Bewertungsfälle „DIBt-Zulassung“, „Prüfzeugnis zur Umweltverträglichkeit“, „Verfahrenshandbuch und Schulungen“, „Fremdüberwachung“ und „Nachweis der Entsorgbarkeit“ ein. Die Bewertungsfälle werden nach dem Kriterium „ja/ nein“ bewertet. „Ja“ bedeutet, die entsprechende

Qualitätssicherung konnte vollständig nachgewiesen werden. „Nein“ steht für das Fehlen eines entsprechenden Nachweises.

Die Bewertungsfälle fließen zu den in Tabelle 26 dargestellten Anteilen in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“ ein.

Tabelle 26: Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“

Bewertungsfälle	Kriterien	Gewichtung
DIBt-Zulassung	ja/nein	50 %
Prüfzeugnis zur Umweltverträglichkeit	ja/nein	20 %
Verfahrenshandbuch und Schulungen	ja/nein	10 %
Fremdüberwachung	ja/nein	10 %
Nachweis der Entsorgbarkeit	ja/nein	10 %

Die Ergebnisse werden durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet (Abb. 28). Hierbei stehen 100 % für die Note „sehr gut (1,0)“ und 0 % für die Note „ungenügend (6,0)“.

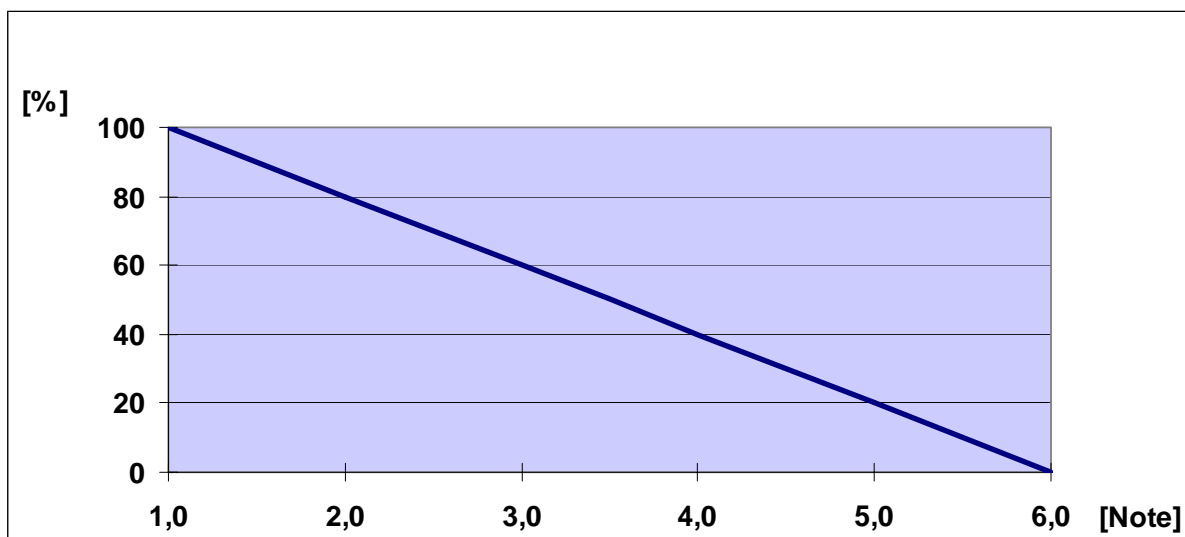


Abb. 28: Lineare Funktion zur Bewertung der „*Qualitätssicherung*“

In Tabelle 27 sind die sich vor diesem Hintergrund ergebenden Noten für den Bewertungsschwerpunkt „*Qualitätssicherung der Lineranbieter*“ für die eingesetzten Schlauchliner zusammengestellt.

Tabelle 27: Noten für die „Qualitätssicherung der Lineranbieter“

Schlauchliner, Anbieter	DIBT-Zulassung [ja/nein]	Prüfzeugnis zur Umweltverträglichkeit [ja/nein]	Verfahrenshandbuch und Schulungen [ja/nein]	Fremdüberwachung [ja/nein]	Nachweis der Entsorgbarkeit [ja/nein]	Note
BendiLiner, EasyLiner GmbH	nein	ja	nein	ja	nein	ausreichend (4,5)
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	ja	ja	ja	ja	nein	sehr gut (1,5)
DrainLiner, epros GmbH	nein ¹	ja	ja	ja	nein	ausreichend (4,0)
DrainPlusliner epros GmbH	nein ¹	ja	ja	ja	nein	ausreichend (4,0)
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	nein	nein	nein	nein	nein	ungenügend (6,0)
Konudur Homeliner, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	nein	nein	nein	ja	nein	mangelhaft (5,5)
ProFlex Liner (Prototyp), Vereinigte Filzfabriken AG	nein	nein	nein	nein	nein	ungenügend (6,0)
SoftLiner, EasyLiner GmbH	nein	ja	nein	ja	nein	ausreichend (4,5)

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.

1 Die vorgelegte Zulassung gilt nicht für das beim Test eingesetzte Harz EPROPOX VIS A4/B4.

4.2 Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“

Die Bewertungsschwerpunkte „Systemprüfung Standardsituation (Anwendungsfall I)“ und „Systemprüfung Extremsituation (Anwendungsfall II)“ gehen mit 80% in das jeweilige Prüfurteil ein. Für beide Bewertungsschwerpunkte werden Noten von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“ vergeben.

In beide Bewertungsschwerpunkte fließen die Bewertungsfälle „Sanierungsergebnis“ mit 60 %, „HD-Reinigung“ mit 20 % und „Mechanische Reinigung“ ebenfalls mit 20 %

ein. Der Bewertungsfall „Sanierungsergebnis“ wird nach den Kriterien „Dichtheit“ und „Funktionsfähigkeit“, die Bewertungsfälle „HD-Reinigung“ und „Mechanische Reinigung“ nach dem Kriterium „Dichtheit“ bewertet.

Das Kriterium „Funktionsfähigkeit (optischer Zustand)“ gibt wieder, ob durch die Sanierung die Entsorgungssicherheit wiederhergestellt ist, d. h. die Abwasserableitung zweifelsfrei verbessert, Fremdwasserzufluss deutlich vermindert und eine akute Verstopfungsgefahr ausgeschlossen wird sowie Rohr- und Bodeneinbrüche verhindert werden. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Kanalnetzbetreibern anhand der Fotodokumentation und der Messergebnisse, des Befahrungsfilms der Kamerabefahrung und der beispielhaften Begutachtung ausgebauter Probekörper durch Punktevergabe vorgenommen. Hierbei wurden minimal 0 und maximal 100 Punkte vergeben, wobei 100 Punkte einem optisch einwandfreien Sanierungsergebnis (sehr gut/1,0) entsprechen und 0 Punkte für ein optisch nicht akzeptables Sanierungsergebnis (ungenügend/6,0) stehen. Sämtliche Bewertungsergebnisse werden für die Gruppe der Netzbetreiber arithmetisch gemittelt und durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet (Abb. 29).

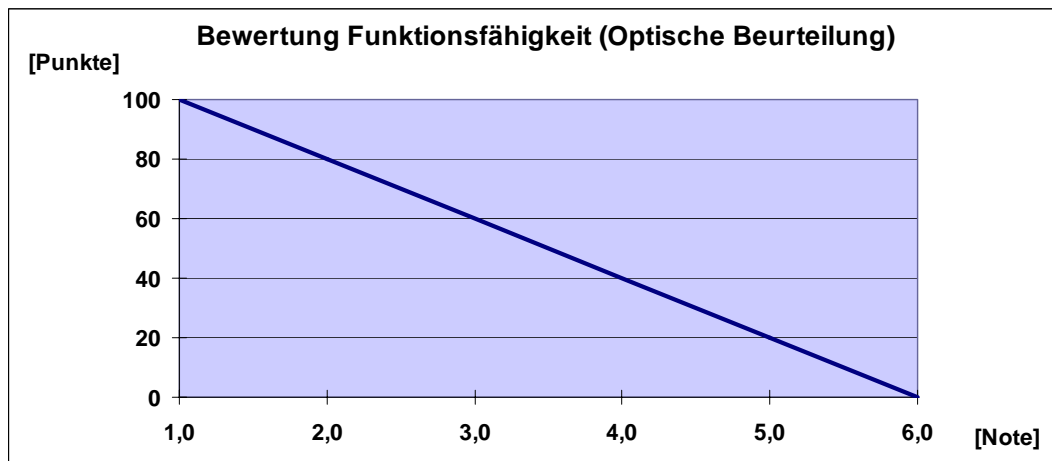


Abb. 29: Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Funktionsfähigkeit“

Für das Kriterium „Dichtheit“ werden die Ergebnisse der vom IKT durchgeführten Laborprüfungen an Linerproben nach APS-Richtlinie herangezogen. Die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen werden in Prozent dargestellt und durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet (Abb.30).

Für die Bildung der Prüfurteile werden die Ergebnisse der „Strangprüfung“ im Großversuchsstand nicht herangezogen. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass

die Dichtheit im Fall der „Strangprüfung“ auch durch die Innenfolie der Liner erzeugt worden sein kann. Aus Sicht der beteiligten Netzbetreiber muss das Trägermaterial mit Harz auch ohne Innenfolie, welche primär als Einbauhilfe dient, dicht sein.

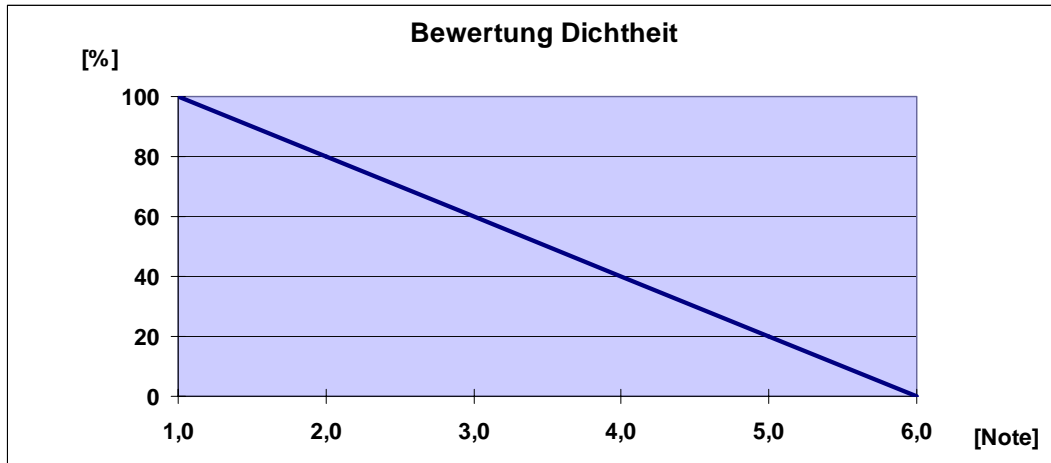


Abb.30: Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Dichtheit“

Die Kriterien „Funktionsfähigkeit (optischer Zustand)“ und „Dichtheit“ gehen mit einem Anteil von 60 % bzw. 40 % in den Bewertungsfall „Sanierungsergebnis“ ein. Das Kriterium „Dichtheit“ fließt zu 100 % in die Bewertungsfälle „HD-Reinigung“ und „Mechanische Reinigung“ ein.

Die Bewertung der „Systemprüfung Standardsituation (Anwendungsfall I)“ und „Systemprüfung Extremsituation (Anwendungsfall II)“ erfolgt damit nach dem in Tabelle 28 dargestellten Bewertungsschema.

Tabelle 28: Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „Systemprüfungen“

Anwendungsfälle	Bewertungsfälle	Kriterien
Standardsituation	Sanierungsergebnis (60 %)	Dichtheit (60 %)
		Funktionsfähigkeit (40 %)
	HD-Reinigung (20 %)	Dichtheit (100 %)
	Mechanische Reinigung (20 %)	Dichtheit (100 %)
Extremsituation	Sanierungsergebnis (60 %)	Dichtheit (60 %)
		Funktionsfähigkeit (40 %)
	HD-Reinigung (20 %)	Dichtheit (100 %)
	Mechanische Reinigung (20 %)	Dichtheit (100 %)

Die Auswertung der Prüfergebnisse nach dem Bewertungsschema der Tabelle 28 führt zu den in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Einzelnoten für die Systemprüfungen der Schlauchliner.

Tabelle 29: Noten für die „Systemprüfung Standardsituation (Anwendungsfall I)“

Schlauchliner, Anbieter	Standardsituation				Note
	Sanierungsergebnis (60 %)		Dichtheit nach HD-Reinigung (20 %)	Dichtheit nach mechanischer Reinigung (20 %)	
	Dichtheit (60 %)	Funktions- fähigkeit (40 %)			
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	1,8	1,7	1,0	1,6	gut (1,6)
DrainLiner, epros GmbH	2,7	2,4	1,0	2,7	gut (2,3)
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	3,5	2,6	4,3	4,9	ausreichend (3,7)
Konudur Homeliner, MC- Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	1,8	2,2	2,7	2,1	gut (2,1)
ProFlex Liner (Prototyp), VFG AG	4,3	2,1	4,3	5,4	ausreichend (4,0)
SoftLiner EasyLiner GmbH	3,5	2,9	1,0	4,3	befriedigend (3,0)

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.

Tabelle 30: Noten für „Systemprüfung Extremsituation (Anwendungsfall II)“

Schlauchliner, Anbieter	Extremsituation				Note
	Sanierungsergebnis (60 %)		Dichtheit nach HD-Reinigung (20 %)	Dichtheit nach mechanischer Reinigung (20 %)	
	Dichtheit (60 %)	Funktions- fähigkeit (40 %)			
BendiLiner, EasyLiner GmbH	6,0	2,4	1,0	5,2	ausreichend (4,0)
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	1,0	1,9	1,0	1,0	sehr gut (1,2)
DrainPlusliner, epros GmbH	4,3	1,7	4,3	5,2	ausreichend (3,9)
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	6,0	3,5	4,3	5,2	mangelhaft (4,9)
Konudur Homeliner, MC- Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	4,3	2,6	1,0	1,0	befriedigend (2,6)
ProFlex Liner (Prototyp), VFG AG	6,0	2,9	1,0	6,0	ausreichend (4,3)

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.

5 Prüfurteile und Gesamtergebnis

Die Prüfurteile für die Schlauchliner werden für den jeweiligen Anwendungsfall (I Standardsituation, II Extremsituation) aus den Bewertungsschwerpunkten „Qualitätssicherung der Lineranbieter (20 %)“ und „Systemprüfung (80 %)“ gebildet.

Aus den Bewertungsschwerpunkten „Systemprüfung Standardsituation“ und „Qualitätssicherung der Lineranbieter“ bzw. „Systemprüfung Extremsituation“ und „Qualitätssicherung der Lineranbieter“ ergeben sich somit grundsätzlich zwei Prüfurteile.

Schlauchliner, die lediglich bei einem der beiden Anwendungsfälle – Standard- oder Extremsituation – eingesetzt wurden, erhalten nur dieses eine Prüfurteil. Sofern Schlauchliner bei einem oder beiden Anwendungsfällen nicht eingesetzt wurden, werden diese für den jeweiligen Fall bzw. die jeweiligen Fälle nicht bewertet.

Daraus folgt, dass der SoftLiner (EasyLiner GmbH) und der DrainLiner (epros GmbH) ein Prüfurteil für den Anwendungsfall „Standardsituation“ erhalten, allerdings für den Anwendungsfall „Extremsituation“ NICHT BEWERTET werden.

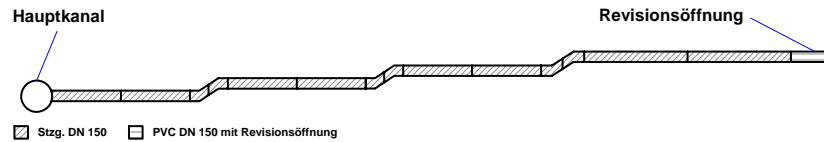
Der BendiLiner (EasyLiner GmbH) und der DrainPlusliner (epros GmbH) erhalten dagegen ein Prüfurteil für den Anwendungsfall „Extremsituation“, werden aber für den Anwendungsfall „Standardsituation“ NICHT BEWERTET.

Der Mr. PIPE-Liner (Mr. PIPE GmbH) und der Insituform-Liner (Insituform GmbH) werden für beide Anwendungsfälle „Standardsituation“ und „Extremsituation“ NICHT BEWERTET. Beide Liner sollten beim Test eingesetzt werden. Jedoch haben die jeweiligen Anbieter eine Teilnahme abgesagt (vgl. Absageschreiben in Anhang I und Anhang II).

In Tabelle 31 und Tabelle 32 sind die Prüfurteile für die untersuchten Schlauchliner dargestellt. Zusätzlich sind die bei den jeweiligen Anwendungsfällen nicht eingesetzten Liner mit entsprechender Erläuterung aufgeführt. In den Tabellen werden ergänzend die Ergebnisse der Baustellen-Untersuchungen, Zusatzinformationen und die erkannten Verbesserungspotentiale für die einzelnen Schlauchliner zusammengefasst.

Tabelle 31: Ergebnisse des IKT - Warentests „Hausanschluss-Liner“ bei Standardsituation

IKT - Warentest „Hausanschluss-Liner“
Standardsituation¹:



Sanierung von drei Anschlusskanälen aus Steinzeug DN 150; fachgerechter Anschluss mit einem Anschlussstutzen im Kämpfer des Hauptrohres; Inversion durch Revisionsöffnungen am Anfang des Steinzeugkanals; vertikale Bögen: 45° und 30°; eingebrachte Schäden: Längsrisse, Querrisse, Scherbenbildungen, fehlende Rohrstücke.

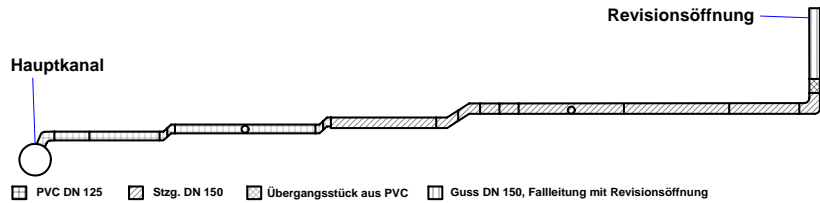
Lineranbieter	KOB KG	epros GmbH	MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	EasyLiner GmbH	ALOCIT Chemie GmbH	VFG AG	epros GmbH	EasyLiner GmbH	Mr. PIPE GmbH	Insituform Rohrreparatur-techniken GmbH
Schlauchliner	BRAWOLINER - FIX 	DrainLiner 	Konudur Homeliner 	SoftLiner 	Flex-Liner 	ProFlex Liner (Prototyp) 	DrainPlusliner 	BendiLiner 	-	-
Eingesetztes Trägermaterial	Polyester-Hochfestgewebe mit PU-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PVC-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie	Polyestergewirke mit PVC-Folie	Vermaschter Filz mit PU-Folie	-	-	-	-
Eingesetztes Harzsystem	Brawo I	EPROPOX VIS A4/B4	Konudur 160 PL-XL	EasyPox 3008	ALOCIT A 480, B 48.48 bzw. 48.94 ⁸	Biresin LS	-	-	-	-
IKT - Prüfurteil: Standardsituation	GUT (1,6)	BEFRIEDIGEND (2,6)	BEFRIEDIGEND (2,8)	BEFRIEDIGEND (3,3)	AUSREICHEND (4,2)	AUSREICHEND (4,4)	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET
Systemprüfung (Gewichtung 80%)	gut (1,6)	gut (2,3)	gut (2,1)	befriedigend (3,0)	ausreichend (3,7)	ausreichend (4,0)	<ul style="list-style-type: none"> Schlauchliner wurde nicht eingesetzt Begründung: Anbieter entschied sich bei der Sanierung der Standardsituation für den Einsatz des DrainLiners 	<ul style="list-style-type: none"> Schlauchliner wurde nicht eingesetzt Begründung: Anbieter entschied sich bei der Sanierung der Standardsituation für den Einsatz des SoftLiners 	<ul style="list-style-type: none"> Teilnahme abgelehnt Begründung des Anbieters: Qualität bereits durch andere Dokumente (u. a. DIBt-Zulassung) in ausreichendem Maße nachgewiesen Vollständiges Absageschreiben vom 27.01.2005 im Anhang I des Endberichtes 	<ul style="list-style-type: none"> Teilnahme abgelehnt Begründung des Anbieters: Testbedingungen außerhalb der Spezifikationen des Insituform-Liners Vollständiges Absageschreiben vom 14.02.2005 im Anhang II des Endberichtes
Sanierungsergebnis (60%)	1,7	2,4	2,2	2,9	2,6	2,1				
Funktionsfähigkeit ² (40%)	1,8	2,7	1,8	3,5	3,5	4,3				
Dichtheit ³ (60%)	1,0	1,0	2,7	1,0	4,3	4,3				
Dichtheit nach HD-Reinigung ³ (20%)	1,6	2,7	2,1	4,3	4,9	5,4				
Dichtheit nach mechanischer Reinigung ³ (20%)	sehr gut (1,5)	ausreichend (4,0)	mangelhaft (5,5)	ausreichend (4,5)	ungenügend (6,0)	ungenügend (6,0)				
Qualitätssicherung (Gewichtung 20%)	ja	nein	nein	nein	nein	nein				
DIBt-Zulassung ⁴ (50%)	ja ⁵	ja	nein	ja ⁷	nein	nein				
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis des Harzes vorgelegt ⁴ (20%)	ja	ja	nein	nein	nein	nein				
Verfahrenshandbuch und Schulungen ⁴ (10%)	ja	ja	ja	ja	nein	nein				
Fremdüberwachung ⁴ (10%)	nein	nein	nein	nein	nein	nein				
Nachweis der Entsorgbarkeit ⁴ (10%)	praxisgerechter Einbau	nicht durchgeführt ⁶	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau				
Baustellen-Untersuchung	DN 70 bis DN 200	DN 100 bis DN 300	DN 100 bis DN 300	DN 70 bis DN 1200	DN 50 bis DN 300	DN 70 bis DN 200				
Zusatzinformation: Lieferbar für	Schwankungen der Linereigenschaften verringern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; DIBt-Zulassung auch auf eingesetztes Harzsystem erweitern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung und Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung und Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung und Qualitätssicherung verbessern				

1 Die Bezeichnung "Standardsituation" bezieht sich auf die Geometrie des Anschlusskanals.
 2 Bewertung der Funktionsfähigkeit durch optische Beurteilung der sanierten Standardsituation durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
 3 Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
 4 Bewertung: vorhanden = ja; nicht vorhanden = nein; Zulassungen/Zeugnisse/Nachweise müssen für die im Test eingesetzten Materialien gelten.
 5 Laut der DIBt-Zulassung ist bei der Verwendung des Sanierungsverfahrens in grundwassergesättigten Zonen ein PE-Schutzschlauch zwischen harzgetränktem Liner und zu sanierender Leitung einzusetzen.
 6 Der Liner wurde zum Zeitpunkt der Baustellen-Untersuchung nicht bei den beteiligten Netzbetreibern eingesetzt, auch der Lineranbieter benannte keine Baustelle. Die Verfahrenstechnik zum Einbau entspricht aber grundsätzlich der des DrainPlusliners.
 7 Prüfzeugnis des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets vom 1. August 2002: „Die deutliche Geruchs- und Geschmacksbelastung der Prüfwässer lässt es angeraten sein, von einem Einsatz im unmittelbaren Trinkwassererfassungsbereich (Schutzzone I) und in Schutzzone II vorsorglich abzuweichen.“ [Es] bestehen u. E. gegen die Verwendung des Materials „Easy Pox“ oberhalb der gesättigten Zone und außerhalb der Trinkwasserschutzzone II auch im Grundwasserkontakt keine Bedenken.“
 8 Beide B-Komponenten (Härter) 48.48 bzw. 48.94 waren verfügbar und kamen zum Einsatz.
 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

Tabelle 32: Ergebnisse des IKT - Warentests „Hausanschluss-Liner“ bei Extremsituation

IKT - Warentest „Hausanschluss-Liner“
Extremsituation¹:



Sanierung von drei Anschlusskanälen aus Steinzeug DN 150 mit einem Dimensions- und Werkstoffübergang auf PVC DN 125; nicht fachgerechter Anschluss zwischen Scheitel und Kämpfer des Hauptrohres mit einem mörtelummantelten 67°-Bogen; Inversion durch Revisionsöffnungen in den Falleitungen aus Guss DN 150; vertikale Bögen: 90°, 45° und 30°; horizontale Bögen: 15°; eingebrachte Schäden: Längsrisse, Querrisse, Scherbenbildungen, fehlende Rohrstücke, angedeutete Seitenzuläufe, fehlende Dichtungen.

Lineranbieter	KOB KG	MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	epros GmbH	EasyLiner GmbH	VFG AG	ALOCIT Chemie GmbH	epros GmbH	EasyLiner GmbH	Mr. PIPE GmbH	Insituform Rohrreparatur-techniken GmbH
Schlauchliner	BRAWOLINER - FIX 	Konudur Homeliner 	DrainPlusliner 	BendiLiner 	ProFlex Liner (Prototyp) 	Flex-Liner 	DrainLiner 	SoftLiner 	-	-
Eingesetztes Trägermaterial	Polyester-Hochfestgewebe mit PU-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie	Polyester-Nadelfilz mit PU-Folie	Vermaschter Filz mit PU-Folie	Polyestergewirke mit PVC-Folie	-	-	-	-
Eingesetztes Harzsystem	Brawo I	Konudur 160 PL-XL	EPROPOX VIS A4/B4	EasyPox 3008	Biresin LS	ALOCIT A 480, B 48.48 bzw. 48.94 ⁵	-	-	-	-
IKT - Prüfurteil: Extremsituation	SEHR GUT (1,3)	BEFRIEDIGEND (3,2)	AUSREICHEND (3,9)	AUSREICHEND (4,1)	MANGELHAFT (4,6)	MANGELHAFT (5,1)	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET	NICHT BEWERTET
Systemprüfung (Gewichtung 80%)	sehr gut (1,2)	befriedigend (2,6)	ausreichend (3,9)	ausreichend (4,0)	ausreichend (4,3)	mangelhaft (4,9)				
Sanierungsergebnis (60%)	1,9	2,6	1,7	2,4	2,9	3,5				
Funktionsfähigkeit ² (40%)	1,0	4,3	4,3	6,0	6,0	6,0				
Dichtheit ³ (60%)	1,0	1,0	4,3	1,0	1,0	4,3				
Dichtheit nach HD-Reinigung ³ (20%)	1,0	1,0	5,2	5,2	6,0	5,2				
Dichtheit nach mechanischer Reinigung ³ (20%)	1,0	1,0	5,2	5,2	6,0	5,2				
Qualitätssicherung (Gewichtung 20%)	sehr gut (1,5)	mangelhaft (5,5)	ausreichend (4,0)	ausreichend (4,5)	ungenügend (6,0)	ungenügend (6,0)				
DIBt-Zulassung ⁴ (50%)	ja	nein	nein	nein	nein	nein				
Umweltverträglichkeitsprüfzeugnis des Harzes vorgelegt ⁴ (20%)	ja ⁶	nein	ja	ja ⁷	nein	nein				
Verfahrenshandbuch und Schulungen ⁴ (10%)	ja	nein	ja	nein	nein	nein				
Fremdüberwachung ⁴ (10%)	ja	ja	ja	ja	nein	nein				
Nachweis der Entsorgbarkeit ⁴ (10%)	nein	nein	nein	nein	nein	nein				
Baustellen-Untersuchung	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau	praxisgerechter Einbau				
Zusatzinformation: Lieferbar für	DN 70 bis DN 200	DN 100 bis DN 300	DN 100 bis DN 300	DN 100 bis DN 150	DN 70 bis DN 200	DN 50 bis DN 300				
Empfohlene Verbesserungen	Schwankungen der Linereigenschaften verringern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung verbessern; DIBt-Zulassung auch auf eingesetztes Harzsystem erweitern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung und Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung und Qualitätssicherung verbessern	Schwankungen der Linereigenschaften verringern; Dichtwirkung verbessern	Schlauchliner wurde nicht eingesetzt Begründung: Anbieter entschied sich bei der Sanierung der Extremsituation für den Einsatz des DrainPlusliners	Schlauchliner wurde nicht eingesetzt Begründung: Anbieter entschied sich bei der Sanierung der Extremsituation für den Einsatz des BendiLiners	Teilnahme abgelehnt Begründung des Anbieters: Qualität bereits durch andere Dokumente (u. a. DIBt-Zulassung) in ausreichendem Maße nachgewiesen Vollständiges Absageschreiben vom 27.01.2005 im Anhang I des Endberichtes	Teilnahme abgelehnt Begründung des Anbieters: Testbedingungen außerhalb der Spezifikationen des Insituform-Liners Vollständiges Absageschreiben vom 14.02.2005 im Anhang II des Endberichtes

1 Die Bezeichnung "Extremsituation" bezieht sich auf die Geometrie des Anschlusskanals.
 2 Bewertung der Funktionsfähigkeit durch optische Beurteilung der sanierten Extremsituation durch die Netzbetreiber: 100 Punkte = 1,0 bis 0 Punkte = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
 3 Bewertung: 100% bestandene Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie = 1,0 bis 0% bestandene Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.
 4 Bewertung: vorhanden = ja; nicht vorhanden = nein; Zulassungen/Zugnisse/Nachweise müssen für die im Test eingesetzten Materialien gelten.
 5 Beide B-Komponenten (Härter) 48.48 bzw. 48.94 waren verfügbar und kamen zum Einsatz.
 6 Laut der DIBt-Zulassung ist bei der Verwendung des Sanierungsverfahrens in grundwassergesättigten Zonen ein PE-Schutzschlauch zwischen harzgetränktem Liner und zu sanierender Leitung einzusetzen.
 7 Prüfzeugnis des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets vom 1. August 2002: „Die deutliche Geruchs- und Geschmacksbelastung der Prüfwässer lässt es angeraten sein, von einem Einsatz im unmittelbaren Trinkwassererfassungsbereich (Schutzzone I) und in Schutzzone II vorsorglich abzusehen.“ [Es] bestehen u. E. gegen die Verwendung des Materials „Easy Pox“ oberhalb der gesättigten Zone und außerhalb der Trinkwasserschutzzone II auch im Grundwasserkontakt keine Bedenken.“
 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.

Die Prüfurteile für die Schlauchliner liegen für den Anwendungsfall I „Standardsituation“ zwischen „GUT (1,6)“ und „AUSREICHEND (4,4)“; für den Anwendungsfall II „Extremsituation“ zwischen „SEHR GUT (1,3)“ und „MANGELHAFT (5,1)“.

Lediglich der „BRAWOLINER - FIX“ erfüllt für den Anwendungsfall I (Standardsituation) mit dem Prüfurteil „GUT (1,6)“ und für den Anwendungsfall II (Extremsituation) mit dem Prüfurteil „SEHR GUT (1,3)“ weitgehend die Anforderungen der Netzbetreiber.

Für den Anwendungsfall I (Standardsituation) erhalten drei Liner das Prüfurteil „BEFRIEDIGEND“: der „DrainLiner“ (2,6), der „Konudur Homeliner“ (2,8) und der „SoftLiner“ (3,3). Die Liner „Flex-Liner“ und „ProFlex Liner“ werden mit „AUSREICHEND (4,2)“ bzw. „AUSREICHEND (4,4)“ beurteilt.

Der „Konudur Homeliner“ wird beim Anwendungsfall II (Extremsituation) mit „BEFRIEDIGEND (3,2)“ beurteilt. Das Prüfurteil „AUSREICHEND“ wird für den „DrainPlusliner“ (3,9) und für den „BendiLiner“ (4,1) vergeben. Die Liner „ProFlex Liner“ und „Flex-Liner“ werden beim Anwendungsfall II (Extremsituation) mit „MANGELHAFT (4,6)“ bzw. „MANGELHAFT (5,1)“ beurteilt.

6 Zusammenfassung

6.1 Hintergrund

Anschlusskanäle sind das Verbindungsglied zwischen öffentlicher und privater Kanalisation. Dieses Verbindungsglied rückt als Teil der Grundstücksentwässerung verstärkt in den Fokus der Kanalbranche. Laut DWA-Umfrage des Jahres 2004 [1] besteht im privaten Entwässerungssystem ein erheblicher Handlungsbedarf.

Ein Verfahren zur Sanierung von Anschlusskanälen ist das Schlauchlining, das sich bei der Anwendung im öffentlichen Bereich bereits etabliert hat. Mittlerweile werden auch zur Sanierung von Anschlusskanälen zunehmend Schlauchliner angeboten. Die Kontrolle und Sicherstellung der eingebauten Linerqualität hinsichtlich z. B. Funktionsfähigkeit und Dichtheit hat hierbei für die Kanalnetzbetreiber eine entscheidende Bedeutung. Allerdings ist derzeit unklar, inwieweit diese Liner die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. Bei den Kanalnetzbetreibern und privaten Grundstückseigentümern bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich der Auswahl und des Einsatzes geeigneter Schlauchliner.

Vor diesem Hintergrund bot es sich an, die Eignung und Anwendbarkeit am Markt angebotener Schlauchliner im Rahmen eines IKT-Warentests zu vergleichen. Dazu konnte auf einen bereits bestehenden und durch das MUNLV NRW geförderten Versuchsaufbau im Großversuchsstand des IKT zurückgegriffen werden (vgl. Forschungsvorhaben „Vergleichende Prüfung der Qualität von Sanierungsverfahren für Anschlusskanäle“, (Az. IV-9-041 105 0180) [7]).

Ziel des IKT-Warentests ist es, die Qualität der am Markt angebotenen Produkte zu bewerten, Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen entsprechenden Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Anbietern auch genutzt werden. Der Kanalnetzbetreiber als Kunde gibt vor, welche Qualitätsanforderungen an die Produkte gestellt werden und wie die Produkte vor diesem Hintergrund zu bewerten sind. An dem IKT - Warentest „Hausanschluss-Liner“ waren 14 Kanalnetzbetreiber beteiligt: Eigenbetrieb Abwasser Stadt Alsdorf, Abwasserwerk Stadt Bergisch Gladbach, Stadt Dinslaken, Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf, Stadt Gladbeck, Stadtentwässerung Göttingen, Stadt Hilden,

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Stadt Neuss, Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG (NVV), Stadtwerke Quickborn, Stadt Recklinghausen, Entsorgungsbetriebe Warendorf und Staatliches Hochbauamt Würzburg.

Folgende Schlauchliner wurden im Rahmen des Tests umfassenden Prüfungen unterzogen: BRAWOLINER - FIX der KOB KG, DrainLiner und DrainPlusliner der epros GmbH, SoftLiner und BendiLiner der EasyLiner GmbH, Konudur Homeliner der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Flex-Liner der Alocit Chemie GmbH und ProFlex Liner (Prototyp) der VFG AG.

6.2 Vorgehensweise

Insgesamt fanden neun Arbeitssitzungen statt, in denen die gesamten Testinhalte – vom Untersuchungsprogramm bis zur Bewertung – mit den Kanalnetzbetreibern abgestimmt wurden. Drei Schwerpunkte standen im Vordergrund: **Qualitätssicherung, Systemprüfungen, und Baustellen-Untersuchungen** (vgl. [12, 13, 14]).

Qualitätssicherung der Lineranbieter

Das IKT hat bei den Anbietern der getesteten Schlauchliner DIBt-Zulassungen, Prüfzeugnisse zur Umweltverträglichkeit der eingesetzten Harzsysteme, Verfahrenshandbücher und Aussagen zu Schulungen sowie einen Nachweis der Entsorgbarkeit der ausgehärteten Schlauchliner angefordert. Weiterhin wurde Auskunft darüber eingeholt, inwieweit das jeweilige Verfahren bereits mit Fremdüberwachungsleistungen am Markt angeboten wird. Die gelieferten Unterlagen und die Angaben der Lineranbieter wurden vom IKT ausgewertet und anschließend bewertet.

Systemprüfungen

Für die Systemprüfungen der Schlauchliner wurden Anschlusskanäle mit definiert eingebrachten Schäden im Großversuchsstand des IKT aufgebaut. Hierbei wurden zwei Anwendungsfälle, die sogenannte „Standardsituation“ (Steinzeugkanal DN 150 mit mehreren Bögen und Schäden, Sanierung über eine ebenerdige Revisionsöffnung) und die sogenannte „Extremsituation“ (Steinzeugkanal DN 150 mit Dimensionswechsel und Werkstoffübergang auf einen PVC-Kanal DN 125 sowie mehreren Bögen und Schäden, Sanierung über eine Revisionsöffnung an einer

Falleitung) unterschieden. Insgesamt wurde die „Standardsituation“ und die „Extremsituation“ jeweils 18-mal erstellt, so dass mit dem jeweils eingesetzten Schlauchliner drei Kanäle der jeweiligen Situation saniert werden konnten.

Die Anbieter der getesteten Schlauchliner wurden vom IKT mit der Sanierung beauftragt. Hierbei war den Anbietern freigestellt, ob sie die Arbeiten von eigenen Technikern durchführen lassen oder einen Dienstleister für die Durchführung empfehlen. Die gesamte Sanierung der sechs Anschlusskanäle (dreimal Standardsituation, dreimal Extremsituation) – von der Vorbereitung bis zur Nachbereitung – war den ausführenden Firmen überlassen. Als Vorgabe wurde lediglich festgelegt, dass die Sanierungen ausgehend von den Revisionsöffnungen der Anschlusskanäle erfolgen sollten. Ein Zeitlimit für die Sanierungsarbeiten wurde nicht vorgegeben.

Im Fokus der Bewertung der Systemprüfungen nach Abschluss der Sanierungen standen die Funktionsfähigkeit (optischer Zustand) und die Dichtheit der sanierten Anschlusskanäle. Die Funktionsfähigkeit ist gegeben, wenn durch die Sanierung die Entsorgungssicherheit wiederhergestellt ist. D. h., dass die Abwasserableitung zweifelsfrei verbessert, Fremdwasserzufluss deutlich vermindert und eine akute Verstopfungsgefahr ausgeschlossen wird sowie Rohr- und Bodeneinbrüche verhindert werden. Der optische Zustand wurde durch eine Kamerabefahrung und durch Begutachtung der segmentierten Liner nach Ausbau aufgenommen. Dichtheitsprüfungen wurden unmittelbar nach der Sanierung sowie nach den aufgetragenen betrieblichen Belastungen, z. B. HD-Reinigung, als sogenannte „Strangprüfung“ im Großversuchsstand durchgeführt. Nach Ausbau der Anschlusskanäle wurden gewonnene Linerproben nach APS-Richtlinie [16] auf Dichtheit geprüft.

In Zusatzuntersuchungen wurden der Einfluss von Außenwasserdruck auf die Liner, mechanische Kennwerte der Liner und die Auswirkungen nachträglicher Fräsarbeiten an z. B. Seitenzuläufen erfasst.

Baustellen-Untersuchungen

Der Einsatz der getesteten Schlauchliner wurde vom IKT in bestehenden Kanalnetzen auf insgesamt fünf Baustellen begleitet. Baustellen-Untersuchungen

fanden in Gelsenkirchen, Göttingen, Krefeld, Unna und Würzburg statt. Hierdurch wurde z. B. die Handhabbarkeit der Schlauchliner unter Baustellen-Bedingungen (z.B. Wetter, Zeitdruck) erfasst.

Aufgrund der im Baustellen-Einsatz nicht vergleichbaren Randbedingungen, flossen die Ergebnisse nicht in die Ermittlung der IKT-Prüferteile ein, sondern wurden als Zusatzinformationen im Gesamtergebnis berücksichtigt.

6.3 Test-Ergebnisse

Folie sorgt für Dichtheit

Der Vergleich der Ergebnisse aus der sogenannten Strangprüfung (Abnahmeprüfung nach DIN EN 1610) mit denen aus der APS-Prüfung zeigt: Die Innenfolie der Liner sorgt vielfach für die Dichtheit. Wird diese Folie stellenweise entfernt – wie bei der APS-Prüfung üblich –, schwindet auch die Dichtwirkung. Dies belegen zahlreiche undichte Linerproben.

Ungleichmäßige Qualität

Alle Schlauchliner zeigten Schwankungen in den Linereigenschaften. Diese Schwankungen wurden sowohl über dem Umfang der Liner, z. B. bei der Wanddickenmessung, als auch über die Linerlänge, z. B. bei der Dichtebestimmung, festgestellt. Auch die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen nach APS-Richtlinie unterstreichen die ungleichmäßige Qualität der Liner. Die Streuung der Ergebnisse führt z. T. sogar zu scheinbaren Widersprüchen in den Testergebnissen. So schnitt der BRAWOLINER - FIX aufgrund dieser Schwankungen bei der „Systemprüfung Extremsituation“ (Note „sehr gut“, 1,2) besser ab als bei der „Systemprüfung Standardsituation“ (Note „gut“, 1,6).

Betriebsbelastungen von geringem Einfluss

Die im Test aufgebrauchten Belastungen aus HD-Reinigung und mechanischer Reinigung (Spiralmaschine mit unterschiedlichen Aufsätzen) zeigten keinen erkennbaren Einfluss auf die Liner-Qualität. Die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen wurden offensichtlich von der Streuung der Materialeigenschaften dominiert. Infolge der Belastungen wurde in der Regel lediglich die Innenfolie aufgeraut oder

stellenweise geschädigt. Veränderungen des Trägermaterials wurden nicht festgestellt.

Zielkonflikt zwischen Funktionsfähigkeit und Dichtheit

Fast alle Schlauchliner des Tests erzielten bzgl. der Funktionsfähigkeit bessere Ergebnisse als bzgl. der Dichtheit. Voraussetzung für eine gute Funktionsfähigkeit des sanierten Anschlusskanals ist, dass der Liner nach der Sanierung keine bzw. nur geringe Falten und Kanten aufweist. Um dies zu erreichen, muss das Linermaterial gerade in Bögen eine entsprechende Flexibilität besitzen. Diese Flexibilität kann dann allerdings der Dichtheit des Materials entgegenstehen. Besonders deutlich wurde dies im Test, wenn durch die Lineranbieter für die Sanierung der Standard- und der Extremsituation unterschiedliche Schlauchliner eingesetzt wurden. So zeigten die ausschließlich zur Sanierung der Extremsituation eingesetzten Liner „DrainPlusliner“ und „BendiLiner“ in Bögen erheblich weniger Falten als die zur Sanierung der Standardsituation eingesetzten Liner „DrainLiner“ bzw. „SoftLiner“, bei jedoch deutlichen Einbußen in der Dichtwirkung und somit schlechterem Gesamtergebnis.

Qualitätssicherung in Vorbereitung

Lediglich ein Anbieter konnte bei der Qualitätssicherung mit der Note „sehr gut (1,5)“ überzeugen. Die meisten Anbieter lieferten unvollständige oder gar keine Unterlagen. Zum Teil bezogen sich die Unterlagen auf andere als die im Test eingesetzten Materialien. Viele Anbieter gaben jedoch an, die Qualitätssicherung ihrer Produkte gegenwärtig zu verbessern. Drei Anbieter haben demnach eine Zulassung ihrer Schlauchliner durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) beantragt.

Praxisgerechter Einbau

Die durchgeführten Baustellen-Untersuchungen bestätigten die während des Schlauchlinereinbaus im Großversuchsstand des IKT gewonnenen Eindrücke. Die Schlauchliner können mit der eingesetzten Verfahrenstechnik auch unter Praxisbedingungen (räumliche Enge, Zeitdruck) eingebaut werden und ermöglichen somit grundsätzlich die Sanierung von Anschlusskanälen. Allerdings wurden bei stichprobenhaft durchgeführten Dichtheitsprüfungen an Linerproben wiederum Qualitätsunterschiede über Linerlänge bzw. –umfang festgestellt. Somit stellt sich für

viele Liner grundsätzlich die Frage, ob die Dichtheitskriterien der Netzbetreiber in situ überhaupt zuverlässig erfüllt werden können.

6.4 Fazit

Der IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ bewertet acht Schlauchliner zur Sanierung von Anschlusskanälen.

Die Ergebnisse des Tests zeigen, dass seitens der Lineranbieter noch viel zu tun ist. Zwar wurde im Test bestätigt, dass die Schlauchliner grundsätzlich auch bei stark bogengängigen Kanalverläufen eingesetzt werden können und die Funktionsfähigkeit des Anschlusskanals wiederhergestellt wird. Die Dichtheitsanforderungen der Netzbetreiber werden jedoch von den meisten Schlauchlinern nur selten erfüllt. Die durchgeführten Prüfungen offenbarten darüber hinaus erhebliche Schwankungen in der Linerqualität sowohl über den Umfang als auch über die Länge der Liner. Auch die Qualitätssicherung zeigt derzeit noch Lücken, meist ist sie erst in Vorbereitung.

Der IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ ist der vierte IKT-Warentest (vgl. IKT-Warentests „Hausanschlussstutzen“ [12], „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“ [13] und „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“ [14]). Die rege Beteiligung der Kanalnetzbetreiber an den IKT-Warentests unterstreicht die Bedeutung für die Praxis. Auch die Aufnahme der Test-Ergebnisse in der Fachwelt zeigt, wie hoch der Bedarf an vergleichenden Produktprüfungen in der Kanalisationstechnik ist. Die IKT-Warentests unterstützen den „Kreislauf der Produktverbesserung“ (vgl. [23]) und die Entwicklung verbesserter oder sogar neuer Produkte (vgl. [24]). Das Ziel bleibt auch zukünftig, die Qualität der angebotenen Produkte im Sinne der Netzbetreiber zu erhöhen.

7 Anhang

Anhang I:

Absage der Mr. Pipe GmbH

Anhang II:

Absage der Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH

Anhang III:


Angaben zum Qualitätsmanagement und zu den Referenzlisten der Anbieter

Anhang IV:

Schlauchliner nach der Sanierung: Optische Eindrücke

Anhang I:

- Absage der Mr. Pipe GmbH (3 von 3 Seiten) -

				
■ Mr. PIPE GmbH Postfach 1741 94457 Deggendorf	Eingang IKT 2 8. JAN. 2005			
IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur Herr Gunter Kaltenhäuser Exterbruch 1 45886 Gelsenkirchen	Schwaigerbreite 17 94469 Deggendorf Telefon 0991/330410 Telefax 0991/330429 info@mrpipe.de www.mrpipe.de			
Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Telefon-Durchwahl 0991 33 04 10	Unser Zeichen Sp/Ee	Deggendorf 27.01.2005
IKT-Warentest „Schlauchliner für Anschlusskanäle“				
Sehr geehrter Herr Kaltenhäuser,				
wie Sie ja bereits wissen, besitzt unser Mr.PiPE-Liner eine DIBt-Zulassung (Z-42.3-364). Im Rahmen dieser Zulassung wurden bereits alle nur erdenklich möglichen Qualitätskriterien über einen langen Zeitraum überprüft. Die ständige Kontrolle unserer Arbeiten erfolgt durch den Güteschutz Kanalbau (Gütezeichen S 29.06). Bis heute haben wir sehr viel in unser Produkt, das Personal, die Anlagentechnik und dessen Zulassungen investiert. Wir sind der Meinung, dass die aufgeführten Punkte eine ausreichende Qualifikation darstellen und sehen daher von einer Teilnahme an Ihrem Warentest ab.				
Zur Vervollständigung Ihrer Unterlagen haben wir diesem Schreiben Kopien der ersten Seite unserer DIBt-Zulassung sowie der Urkunde des Güteschutz Kanalbaus beigefügt. Wir danken für Ihr Verständnis.				
Freundliche Grüße				
Mr. PIPE Rohr- und Kanalsanierungstechnik GmbH <i>A. Elke Ertl</i> i.A. Philipp Scholz				
■ Mr. PIPE Rohr- und Kanalsanierungstechnik GmbH Sitz: Deggendorf Registergericht: Deggendorf, HRB 1834 USt.-ID-Nr.: DE 186700371 Steuer-Nr.: 162/132/80035 Geschäftsführer: Hubert Ruderer				
■ Bankverbindung Dresdner Bank AG Nr. 738 174 800 (BLZ 741 800 09) Swift-Code: DRES DE FF 7				
Bundesweit zum Ortstarif erreichbar: 0180/1677473				

- Anlage 1 zur Absage der Mr. Pipe GmbH -

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Anstalt des öffentlichen Rechts

10829 Berlin, 17. August 2004
Kolonnenstraße 30 L
Telefon: 030 78730-276
Telefax: 030 78730-320
GeschZ.: III 22-1.42.3-30/04

Bescheid

über
die Änderung
der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vom 27. April 2004

Zulassungsnummer:

Z-42.3-364

Antragsteller:

Mr. PIPE GmbH
Schwaigerbreite 17
94469 Deggendorf

Zulassungsgegenstand:

Schlauchlinierverfahren mit der Bezeichnung "Mr. PIPE-Liner" zur
Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den
Nennweiten DN 100 bis DN 300

Geltungsdauer bis:

31. Mai 2009

Dieser Bescheid ändert die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-42.3-364 vom 27. April 2004. Dieser Bescheid umfasst zwei Seiten und eine Anlage. Er gilt nur in Verbindung mit der oben genannten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und darf nur zusammen mit dieser verwendet werden.



- Anlage 2 zur Absage der Mr. Pipe GmbH -

GÜTESCHUTZ KANALBAU

GÜTEGEMEINSCHAFT
HERSTELLUNG UND INSTANDHALTUNG
VON ABWASSERLEITUNGEN UND KANÄLEN E.V.*Verleihungs-Urkunde*

Die Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasserleitungen und -kanälen e.V. verleiht hiermit aufgrund des von ihrem Güteausschuss vorliegenden Prüfberichtes der Firma

Mr. Pipe Rohr- und Kanalsanierungstechnik GmbH
94469 Deggendorf
Mitgl.-Nr.: 2533

das vom RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. anerkannte und durch Eintragung beim Deutschen Patent- und Markenamt als Kollektivmarke geschützte Gütezeichen für Herstellung und Instandhaltung von Abwasserleitungen und -kanälen.

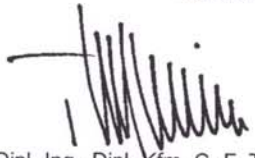
**S29.06;I**

Die Verleihung der Beurteilungsgruppe S gilt für die fachgerechte Handhabung und gütegesicherte Ausführung der Sanierung mit dem Sanierungsverfahren S29.06 – Mr. Pipe Hausanschlussliner.

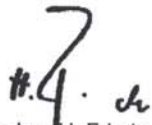
Die Benutzung des Gütezeichens ist nur in Verbindung mit dem unter dem Gütezeichen dargestellten Zusatz erlaubt.

Bad Honnef, den 15.12.2004

Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung
von Abwasserleitungen und -kanälen e.V.



Dipl.-Ing., Dipl.-Kfm. C.-F. Thymian
(Vorsitzender)



Dr.-Ing. H. Friede
(Geschäftsführer)

Anhang II:

- Absage der Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH -

Hauptverwaltung

Insituform® — Sulzbacher Straße 47 — D-90552 Röthenbach/Pegnitz

IKT Institut für Unterirdische Infrastruktur
Herr Kaltenhäuser
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Insituform®
Rohrsanierungstechniken GmbH

hauptverwaltung@insituform.de
Sulzbacher Straße 47 — D-90552 Röthenbach/Pegnitz
Tel +49 (0) 911/9 57 73 - 0 — Fax +49 (0) 911/9 57 73 - 33

Eingang IKT

15. FEB. 2005

Ihr Zeichen:	Ihre Nachricht vom:	Unser Zeichen:	Sachbearbeiter:	Datum:
		jz/si	Herr Zinnecker	14.02.2005

Ihr Schreiben vom 03.02.2005 Schlauchliner für Anschlusskanäle

Sehr geehrter Herr Kaltenhäuser,

wie bereits mit Herrn Homann am 11.02.2005 in Oldenburg und Ihnen am heutigen Tage telefonisch besprochen, möchten wir die Teilnahme an dem IKT-Warentest „Schlauchliner für Anschlusskanäle“ absagen.

Für die Sanierung von Anschlussleitungen wird von uns der Insituform-Liner eingesetzt. Dieser Liner ist nicht als „bogengängiger“ Liner entwickelt, es können jedoch einzelne Bögen durchfahren werden. Mit dem Insituform-Liner werden Hausanschlüsse von Revisionsschächten oder –öffnungen aus bis zur Hauptleitung saniert, diese Sanierungstechnik wird bei Insituform als Schnellhärtetechnik definiert. Hierbei werden die Liner vor Ort unter fabrikähnlichen, witterungsunabhängigen Bedingungen imprägniert. Mit dieser Technik werden nicht nur Anschlussleitungen saniert sondern auch kurze Einzelhaltungen bis zu einer Länge von 60 m. Im letzten Jahr wurden ca. 12.000 m mit dieser Technik saniert. Vorhandene einzelne Bögen können hierbei durchfahren werden.

Nach der Prüfung der anliegenden Aufzeichnung des Leitungsverlaufes sind wir der Meinung, dass der Einsatz außerhalb der Spezifikationen des Insituform-Liners liegt. Vergleichbare Leitungsverläufe werden von Seiten Insituform durch bereits im Test enthaltene Liner oder durch Subunternehmer saniert.

Gern sind wir aber zu einem Test der Insituform-Schnellhärtetechnik bereit, welches eventuell im Zuge des Tests der Ferngesteuerten Anschlussanierung erfolgen kann.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen verbleibt
 Insituform
 Rohrsanierungstechniken GmbH
 Dipl.-Ing. Jürgen Zinnecker
 Technik & Entwicklung

K:\TuEVKT - Institut f. unterird. Infrastruktur\Warentest Leitungssanierung\Absage Leitungssanierung.doc
Seite 1
www.insituform.de

Hauptverwaltung Sulzbacher Straße 47 D-90552 Röthenbach/Pegnitz	Tel +49 (0) 911 / 9 57 73 - 0 Fax +49 (0) 911 / 9 57 73 - 33 info@insituform.de	Geschäftsführer Rudi Feldmeier, Willi Krößler Amtsgericht Nürnberg, Handelsregister HRB 9111 Umsatzsteuer-Identifikations-Nr. DE133556827	Deutsche Bank AG Nürnberg, Blz 760 700 12, Kto-Nr. 157 933 HypoVereinsbank Nürnberg, Blz 760 200 70, Kto-Nr. 1 560 204 988 Danske Bank Hamburg, Blz 203 205 00, Kto-Nr. 4 989 016 458
---	---	---	---

DIBT-Zulassung — RAL Gütezeichen des Güteschutz Kanalbau e.V. — QM-System DIN EN ISO 9001 — SCC**-System (Safety-Certificate-Contractors)

Anhang III:


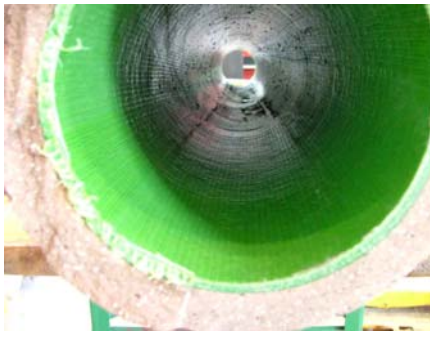

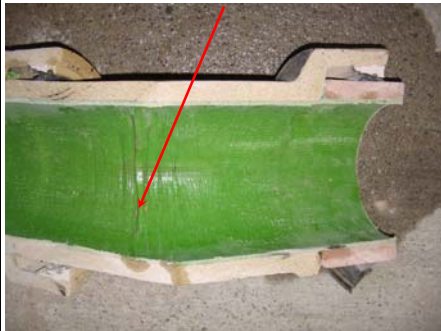
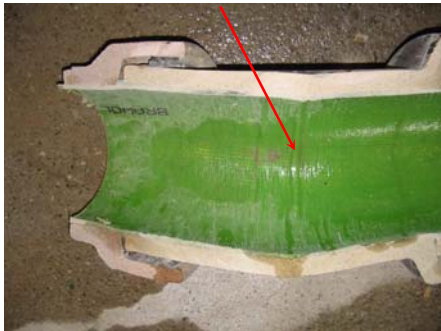
- Angaben zum Qualitätsmanagement und zu den Referenzen der Anbieter -



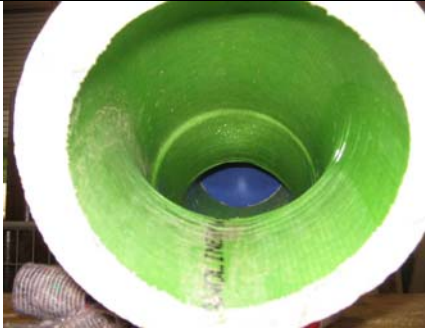


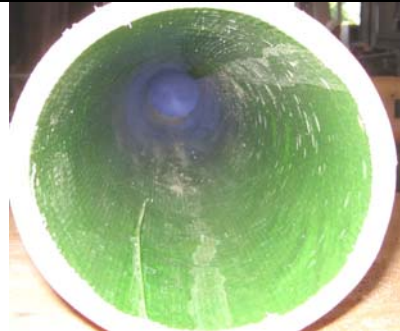


Schlauchliner/ Anbieter	Managementsysteme, Zertifizierungen	Referenzen
Konudur Homeliner, MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001 (12/2000) Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 (10/1996)	Keine Angabe
ProFlex Liner, VFG AG	Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001 (12/2000)	Keine Angabe
BRAWOLINER - FIX, KOB KG	Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001 (12/2000) Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 (10/1996)	Referenzen werden auf Anfrage zur Verfügung gestellt.
DrainLiner, DrainPlusliner, epros GmbH	DIN EN ISO Zertifizierung angestrebt	Referenzen werden auf Anfrage zur Verfügung gestellt.
SoftLiner, BendiLiner, EasyLiner GmbH	Schreiben der EasyLiner GmbH vom 13.09.2005: „Das Qualitätsmanagement der Fa. Easy Liner beruht auf einer regelmäßigen Fort- und Weiterbildung der Mitarbeiter, sowie der ständigen Qualitätskontrolle der hergestellten und vertriebenen Produkte, die ständig dokumentiert wird und somit rückverfolgbar ist.“	Referenzen werden auf Anfrage zur Verfügung gestellt. Ab Anfang 2006 sind diese auch auf der Homepage abrufbar.
Flex-Liner, Alocit Chemie GmbH	Keine Angabe	Keine Angabe






Anhang IV:










- Schlauchliner nach Sanierung: Optische Eindrücke -
(alphabetisch nach Linerbezeichnung sortiert)



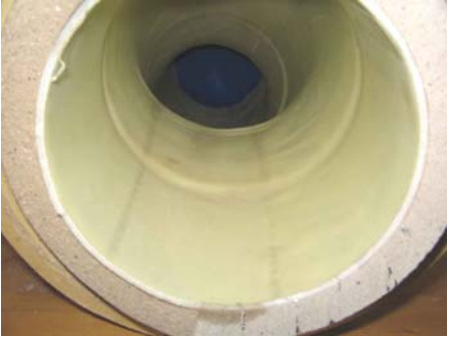


BendiLiner, Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung: Faltenbildung, 90°-Bogen (vertikal) DN 150, aufgrund einer durch den Sanierer zunächst festgestellten Undichtigkeit wurde auf einem Teilstück ein zweiter Liner über den ersten eingebracht	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
	Querfalte 0,5 mm 	Querfalte 10 mm









BRAWOLINER - FIX, Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 6 mm 	Querfalte 5 mm 




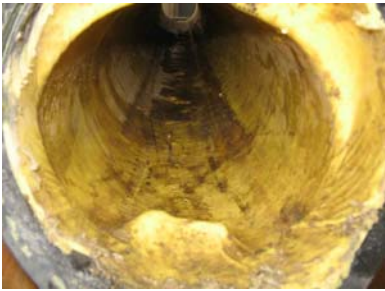
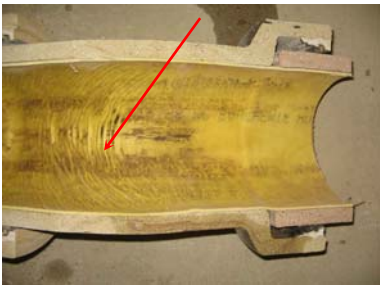

BRAWOLINER - FIX, Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
		
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle Querfalte 7 mm	Scheitel Querfalte 3 mm
keine Beobachtung		



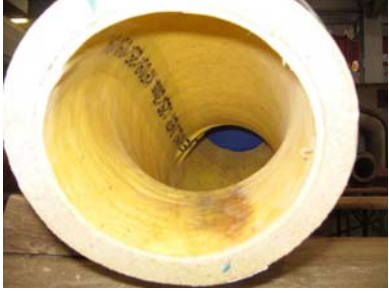

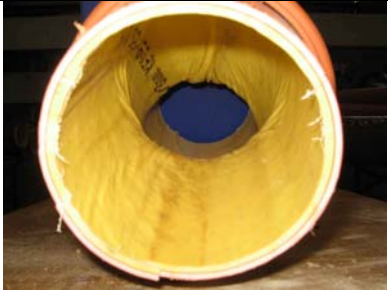


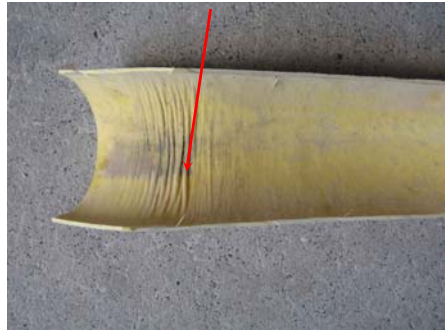
DrainLiner, Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	<p>Querfalte 8 mm</p> 	<p>Querfalte 15 mm</p> 






DrainPlusliner, Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
		
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung: starke Faltenbildung; 45°-Bogen (vertikal) DN 125	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
	0 mm 	0 mm 





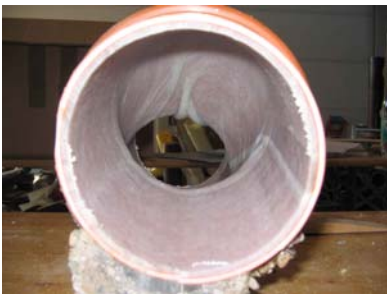



Flex-Liner, Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 11 mm 	Querfalte 5 mm 






Flex-Liner, Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
		
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 13 mm	Querfalte 8 mm
		

Konudur Homeliner, Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
<p>Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung: eingeschlossene Ablagerungen in der Sohle, da ungereinigter Kanal saniert wurde (gegen Fließrichtung)</p>	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
	Querfalte 5 mm 	Querfalte 6 mm 

Konudur Homeliner, Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
		
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 2 mm	Querfalte 12 mm
		

ProFlex Liner (Prototyp), Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 7 mm 	Längsfalte 9 mm 

ProFlex Liner (Prototyp), Extremsituation		
90°-Bogen (vertikal) DN 150	Gerader Abschnitt DN 150	45°-Bogen (vertikal) DN 150
		
DN-Wechsel	45°-Bogen (vertikal) DN 125	Gerader Abschnitt DN 125
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle Querfalte 12 mm	Scheitel Querfalte 8 mm
keine Beobachtung		

SoftLiner, Standardsituation		
45°-Bogen (vertikal)	Gerader Abschnitt	30°-Bogen (vertikal)
		
Außergewöhnlicher Einzelfall, nicht repräsentativ für Gesamtsanierung	Faltenmessung	
	Sohle	Scheitel
keine Beobachtung	Querfalte 10 mm 	Querfalte 21 mm 

8 Literatur

- [1] Berger, C.; Lohaus, J.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der DWA-Umfrage, Hennef, 2004.
- [2] Bosseler, B.; Birkner, T.: Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei den kommunalen Netzbetreibern und Wasserverbänden in NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Dezember 2003; download unter www.ikt.de.
- [3] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitung von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SüwV Kan); Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land NRW, Nr. 49: S. 64- 67; Düsseldorf 1995.
- [4] Strafgesetzbuch (StGB) vom 15. Mai 1871 in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. November 1998, zuletzt geändert durch Art. 1 G am 22. August 2002, hier §§324 ff.
- [5] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), vom 27. Juli 1957 in der Neufassung der Bekanntmachung vom 12. November 1996.
- [6] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NW); in der Fassung und Bekanntmachung vom 07. März 1995, zuletzt geändert am 24. Oktober 1998.
- [7] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.: Anschlusskanäle – Schäden, Inspektion, Sanierung; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur (laufendes Projekt, geplanter Abschluss Ende 2005).
- [8] DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056, März 2002.
- [9] Dilg, R: Schlauchlining in Hausanschlusskanälen; bi Umweltbau, Heft 3, S. 70 - 74; Juni 2005.
- [10] Winkler, U.: Schlauchlining bei Grundleitungen; wwt wasserwirtschaft wassertechnik, Ausgabe 7 – 8; August 2004.
- [11] DIN EN 13566-4: Kunststoffrohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen. Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining, April 2003.

- [12] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.; Puhl, R.: IKT-Warentest „Hausanschlussstutzen“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Juni 2001; download unter www.ikt.de.
- [13] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Juni 2004; download unter www.ikt.de.
- [14] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Inspektionssysteme für Grundstücksentwässerungsnetze“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, September 2005; download unter www.ikt.de.
- [15] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Beuth-Verlag, Oktober 1997.
- [16] APS-Prüfrichtlinie erschienen im IKT-eNewsletter „Schlauchliner: Dicht oder doch nicht dicht?“; September 2004.
- [17] Bosseler, B.; Schlüter, M.: Qualitätseinflüsse Schlauchliner – Stichproben-Untersuchung an sanierten Abwasserkanälen; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Dezember 2003; download unter www.ikt.de.
- [18] DIN EN ISO 178: Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 178:2001); Deutsche Fassung EN ISO 178:2003.
- [19] DIN EN ISO 899-2: Kunststoffe – Bestimmung des Kriechverhaltens, Teil 2: Zeitstand-Biegeversuch bei Dreipunkt-Belastung (ISO 899-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 899-2:2003.
- [20] DIN EN ISO 1183-1: Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren (ISO 1183-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1183-1:2004.
- [21] Falter, B.; Hoch, A.; Wagner, V.: Hinweise und Kommentare zur Anwendung des Merkblattes ATV-DVWK-M 127-2 für die statische Berechnung von Linern; Korrespondenz Abwasser, Abfall (50) Nr. 4; 2003.
- [22] ATV-DVWK-M 127-2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren: Ergänzung zum Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127; August 2000.
- [23] Homann, D.; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Flexoset-Anschlüsselement B“ – Nachtest zum IKT-Warentest „Hausanschluss-Stutzen“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Juni 2003; download unter www.ikt.de.

- [24] Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Janssen-Verpresssystem mit Mörtel“ - Nachtest zum IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur (laufender Test, geplanter Abschluss Ende 2005).