

# **IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ - neueste Ergebnisse -**

Dipl.-Ing. Andreas Redmann

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH

## **1 Veranlassung**

Anschlusskanäle und Grundleitungen sind im öffentlichen und privaten Raum verlegt. In Abhängigkeit der Abwassersatzung liegt die Grenze zwischen der öffentlichen und privaten Kanalisation am Stutzen des öffentlichen Sammelkanals, an der Grundstücksgrenze oder einem definierten Übergabepunkt, z.B. einem Revisionsschacht. Erfahrungen zeigen, dass eine Vielzahl der Anschlusskanäle und Grundleitungen schadhaft ist. Dabei muss mit Schadensquoten bis zu 70 % gerechnet werden. Unsicherheit besteht bei der Frage, welche Verfahren und Produkte geeignet sind, die Funktionsfähigkeit und Dichtheit von Hausanschlussleitungen dauerhaft sicherzustellen. Darüber hinaus sind im Zuge der Sanierung von undichten Abwasserkanälen in Fremdwassergebieten (vgl. [i]) verstärkt auch Anforderungen an die Dichtheit der Systeme unter Außenwasserdruck-Beanspruchungen zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund beauftragte das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW) das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur mit dem Forschungsprojekt „Vergleichende Prüfung der Qualität von Sanierungsverfahren für Anschlusskanäle II“ (vgl. [ii]). Im Rahmen dieses Projektes wurden Schlauchlinerprodukte für Hausanschlussleitungen vergleichend untersucht und Infiltrationsmessungen unter Laborbedingungen durchgeführt.

## **2 Zielstellung und Vorgehensweise**

Die Kommunen in Nordrhein-Westfalen sind gemäß §61a (5) des Landeswassergesetzes [iii] verpflichtet, die Grundstückseigentümer über die Durchführung der gesetzlich geforderten Dichtheitsprüfung zu unterrichten und zu beraten. Durch den IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ erhalten die Kanalnetzbetreiber als Grundlage für die weitergehende Beratung nach Abschluss der Dichtheitsprüfung zuverlässige und unabhängige Informationen über die Produkteigenschaften marktgängiger Sanierungsverfahren.

Zentraler Aspekt aller IKT-Warentests ist der praxisnahe Vergleich von Produkten und Verfahren. Im Vordergrund steht die Überprüfung der Produkte mit Blick auf die von den Kanalnetzbetreibern gestellten Praxisanforderungen. Daher werden die IKT-Warentests basierend auf den Erfahrungen der beteiligten Kanalnetzbetreiber entwickelt. Die Auswahl der zu testenden Produkte und Verfahren obliegt dem Lenkungsreis der Kanalnetzbetreiber.

Das gesamte Testprogramm wurde in regelmäßigen Arbeitssitzungen mit den Kanalnetzbetreibern erarbeitet und abgestimmt. Die ausgewählten Produkte und Verfahren werden somit auf der Grundlage der Qualitätsanforderungen der Kanalnetzbetreiber geprüft.

Nach Abschluss eines IKT-Warentestes stehen den Kanalnetzbetreibern unabhängige, praxisorientierte und fachlich fundierte Auskünfte über die beobachteten Stärken, Schwächen und Einsatzmöglichkeiten bzw. –grenzen der untersuchten Produkte und Verfahren zur Verfügung.

Am IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“ waren die folgenden Kanalnetzbetreiber beteiligt: Stadtwerke Aachen AG, Stadt Alsdorf, Eigenbetrieb Technische Dienste, Stadt Bielefeld, Entsorgungs- und Servicebetrieb Bocholt, Stadt Datteln, Stadt Detmold, Stadtentwässerungsbetriebe Düsseldorf, Stadtwerke Essen AG, Stadt Gladbeck, Stadtentwässerung Göttingen, Stadt Hilden, Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR, Stadt Lemgo, Stadt Monheim am Rhein, Schwalmtalwerke AöR, KOWA Wasserverband Vorsfelde und Umgebung sowie Wuppertaler Stadtwerke AG.

Diese Netzbetreiber haben den Test während des gesamten Projektverlaufs intensiv begleitet. In sechs Arbeitssitzungen wurden die zu testenden Verfahren ausgewählt und die Testinhalte – vom Untersuchungsprogramm bis zur Bewertung – abgestimmt.

### 3 Hausanschlussliner im Test

Durch den Lenkungskreis der Kanalnetzbetreiber wurden die nachfolgend aufgeführten Linerprodukte für die vergleichende Untersuchung ausgewählt und die Verfahrensanbieter mit der Durchführung der Sanierungsarbeiten beauftragt (in alphabetischer Reihenfolge, vgl. Abbildung 1):

- **BRAWOLINER XT**, Harzsystem: BRAWO I  
(Karl Otto Braun GmbH & CO. KG, Wolfstein)
- **RS MaxLiner-FLEX S**, Harzsystem: MaxPox 15-40  
(RS-Technik AG, Esslingen)
- **DrainLiner** und **DrainPlusLiner**, Harzsystem: EPROPOX VIS A2/B2  
(Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH, Duisburg)
- **epros<sup>®</sup> DrainGlassLiner (Prototyp)** und **epros<sup>®</sup> DrainPlusGlassLiner (Prototyp)**,  
Harzsystem: EPROPOX VIS A4/B4  
(Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH, Duisburg)
- **lineTEC ProFlex Liner**, Harzsystem: Biresin lineTEC EP 40  
(VFG Vereinigte Filzfabriken AG, Giengen).

Das Test-Programm und die Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst.

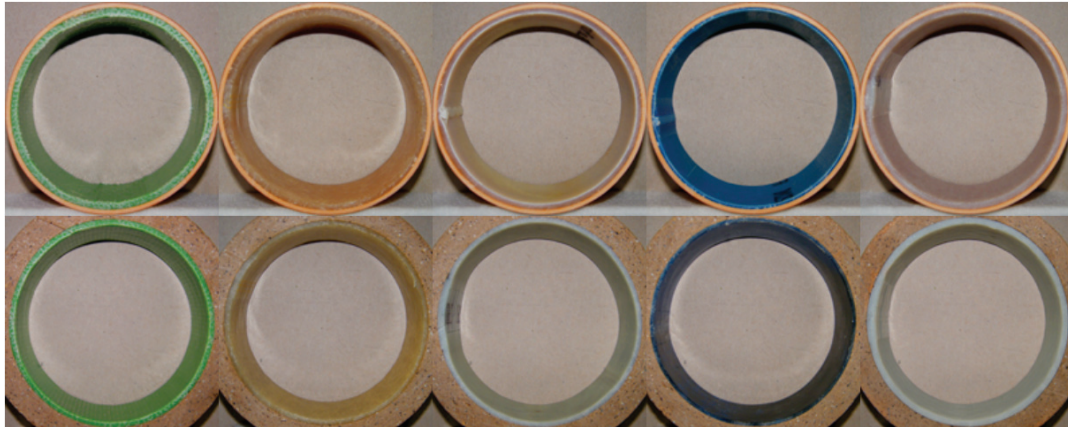


Abbildung 1: Hausanschlussliner im Test: oben (DN 125), v.l.: BRAWOLINER XT, RS MaxLiner-FLEX S, DrainPlusLiner, epros<sup>®</sup>DrainPlusGlassLiner (Prototyp), lineTEC ProFlex Liner; unten (DN 150), v.l.: BRAWOLINER XT, RS MaxLiner-FLEX S, DrainLiner, epros<sup>®</sup>DrainGlassLiner (Prototyp), lineTEC ProFlex Liner

#### 4 Systemprüfungen in Versuchsstrecken

Die Systemprüfungen liefern Ergebnisse bezüglich der Einsatzmöglichkeiten, der Sanierungsqualität und der Einsatzgrenzen der getesteten Hausanschlussliner. Die Systemprüfungen fanden in Versuchsstrecken im IKT-Großversuchsstand statt. Die Versuchsstrecken wurden mit den ausgewählten Hausanschlusslinern saniert. Anschließend wurden die Hausanschlussliner einem umfassenden Prüfprogramm unterzogen, in dessen Mittelpunkt die Anforderung nach Funktionsfähigkeit, Dichtheit und Tragfähigkeit der Struktur stand. Bezüglich der Dichtheit wurden sowohl das Belastungsszenario Innendruck als auch Außenwasserdruck sowie Einflüsse der HD-Reinigung betrachtet. Im Bezug auf die Tragfähigkeit der Struktur wurden die Materialkennwerte der Hausanschlussliner untersucht. Die Empfindlichkeit unter Auftrieb wurde gesondert bewertet.

Insgesamt wurden 36 Hausanschlussleitungen im IKT-Großversuchsstand in sechs Ebenen eingebaut und mit Boden überschüttet (Abbildung 2). Die Hausanschlussleitungen lagen dabei in zwei unterschiedlichen Varianten vor. Es wird unterschieden zwischen einer „Standardsituation“ und einer „Extremsituation“. Beide Leitungstypen enthalten verschiedene Bögen (15° bis 45°) sowie definiert eingebaute Schadensbilder (Scherbenbildung, Radial- und Längsrisse, einragender Drainageanschluss, Lageabweichung). Die Länge der einzelnen Leitungen betrug jeweils ca. 12 m. Alle Rohrverbindungen entlang der Haltung waren undicht. Die Hausanschlussleitungen waren mit fachgerecht eingebauten Sattelstücken an eine Gussleitung (Hauptkanal) DN 300 angeschlossen.

Als „Standardsituation“ wird eine Hausanschlussleitung mit einer durchgehenden Nennweite DN 150, dem Altrohrwerkstoff Steinzeug und einem Zugang über eine Revisionsöffnung (PVC-KG-Reinigungsrohr) bezeichnet.

Die „Extremsituation“ beinhaltete zusätzlich einen Werkstoffwechsel innerhalb der Leitung und eine Änderung der Nennweite von DN 125 auf DN 150. Den Beginn des Leitungstyps „Extremsituation“ stellte ein 90°-Bogenstück aus Steinzeug dar. Durch dieses 90°-



- Die Anschlussleitung wurde inspiziert und gereinigt. Nach Ermessen des Verfahrensanbieters wurden Fräsarbeiten ausgeführt. Anschließend wurde die Länge der Leitung gemessen. In einem Fall wurde ein Schadensbild mit Scherbenbildung vor dem Invertieren des Hausanschlussliners mit einem Kurzschlauch repariert.
- Das Trägermaterial des Liners wurde entsprechend der Länge der Leitung und den örtlichen Randbedingungen z.B. Anzahl der Bögen, Nennweitenwechsel zugeschnitten. Die Folie des Liners wurde an einem Ende geöffnet und eine Vakuumpumpe angeschlossen, um die Imprägnierung des Liners zu unterstützen.
- Die Epoxidharzkomponenten (Harz und Härter) wurden entsprechend der Linnerlänge und der angestrebten Wanddicke abgemessen, gemischt und das gemischte Harz in den Linner eingefüllt. Die Imprägnierung des Schlauches wurde durch Walzung bei gleichzeitiger Entlüftung unterstützt. Vor der Inversion in den Kanal wurde auf den Linner ein Gleitmittel aufgebracht.
- Die Linner wurden mit Luftdruck invertiert. Die Inversion wurde nach Ermessen des Verfahrensanbieters mit geschlossenem Linnerende oder offenem Linnerende und anschließendem Einbau eines Kalibrierschlauches durchgeführt. Der Kalibrierschlauch wurde dann mit Luft aufgestellt und drückte den Linner an die Rohrwand.
- Die Aushärtung erfolgte durch Zufuhr von warmem Wasser oder Dampf. Nach der Aushärtung wurden notwendige Nacharbeiten, wie z. B. Fräsen der Linnerenden, durchgeführt. Sofern der Linner mit geschlossenem Ende eingebracht worden war, wurde er nach der Aushärtung geöffnet.

#### **4.1 Funktionsfähigkeit**

Ein wesentliches Sanierungsziel besteht darin, die Funktionsfähigkeit defekter Hausanschlussleitungen wiederherzustellen. Die Funktionsfähigkeit wird hier durch den optischen Zustand des gesamten Abflussquerschnittes definiert. Die Sanierung soll dabei zu einer Verbesserung des Abflussverhaltens und einer Stabilisierung der geschädigten Rohrabschnitte führen. Von besonderem Interesse ist dabei die Faltenbildung im Hausanschlussliner, da diese Falten ein einragendes Abflusshindernis darstellen können. Zur Beurteilung des Sanierungsergebnisses wurde nach der Sanierung mit Hilfe einer TV-Inspektionskamera eine Fotodokumentation des Sanierungsergebnisses erstellt. Nach dem Ausbau der sanierten Hausanschlussleitungen konnten die Rohrabschnitte darüber hinaus segmentiert und im Detail optisch begutachtet werden. Hierbei wurden z.B. Falten im Linner vermessen und fotografisch festgehalten. Insbesondere in engen Bögen können an der Bogeninnenseite Falten auftreten. Hier ist zu unterscheiden, ob diese den Abflussquerschnitt verringern oder zusätzlich auch ein Abflusshindernis darstellen. Neben der möglichen Faltenbildung an der Bogeninnenseite ist z.B. auch die erreichte Wanddicke zu beachten.

Die Funktionsfähigkeit wurde durch die am Lenkungsreis beteiligten Netzbetreiber aufgrund des optischen Eindrucks getrennt nach „Standardsituation“ und „Extremsituation“ bewertet. Im Gesamtblick konnte festgestellt werden, dass die Produkte im Vergleich zum früheren

Test [iv] deutliche Verbesserungen der hydraulischen Oberfläche zeigten. Die Liner waren in der Regel selbst in Bögen und an Versätzen weitgehend faltenfrei. Mit Verstopfungsgefahren war nur in Ausnahmefällen zu rechnen.

#### **4.1.1 Dichtheit**

Die Dichtheit ist ein weiteres, wesentliches Kriterium, das von einer Leitung zum Transport von Abwasser erfüllt werden muss. Grenzwerte zur Dichtheit beziehen sich dabei immer auf ein Medium und einen Prüfdruck. Eine Abwasserleitung kann z.B. wasserdicht bis zu einem geforderten Innen- bzw. Außendruck sein.

In Nordrhein-Westfalen fordert das Landeswassergesetz im §61a, dass private Abwasserleitungen einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen sind. Die anzuwendenden Verfahren zur Dichtheitsprüfung, Prüfmedium, Prüfdruck, Prüfzeit und Dichtheitskriterien sind nicht explizit definiert. Im Rahmen des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ wurden daher zur Bewertung der Hausanschlussliner verschiedene Dichtheitsprüfungen durchgeführt und deren Ergebnisse nach Wichtung durch die beteiligten Netzbetreiber in die Gesamtbewertung einbezogen. Im Einzelnen betraf dies folgende Prüfungen: Strangprüfung, Laminat-Prüfung und Betrachtung unter Außenwasserdruck hinsichtlich Infiltrationen, Umläufigkeiten oder Beulen.

##### **Strangprüfungen**

Zur Strangprüfung werden in Abschnitt 13 der DIN EN 1610 [vi] das Verfahren und die Anforderungen für die Prüfung von Freispiegelleitungen beschrieben. Die Prüfung der Dichtheit kann mit Luft (Verfahren „L“) oder Wasser (Verfahren „W“) durchgeführt werden.

Im Rahmen des IKT-Warentests wurden zur Dichtheitsprüfung mit Luft jeweils nacheinander Prüfungen nach den vier möglichen Prüfverfahren LA bis LD durchgeführt. Alle durchgeführten Strangprüfungen nach der Sanierung konnten bereits nach der Dichtheitsprüfung mit Luft mit dem Prüfergebnis „dicht“ bewertet werden.

Um mögliche Betriebsbeanspruchungen der eingebauten Hausanschlussliner zu simulieren, wurden jeweils eine Leitung vom Typ „Standardsituation“ und eine Haltung vom Typ „Extremsituation“ einer Wasserhochdruckreinigung unterzogen. Insgesamt wurden je fünf Reinigungsdurchgänge mit einem Druck von 100 bar an der Düse durchgeführt. In der anschließenden Strangprüfung konnten alle Sanierungsergebnisse wiederum mit dem Prüfergebnis „dicht“ bewertet werden.

Im Rahmen einer nicht bewertungsrelevanten Zusatzuntersuchung wurde auch ein 6 m langer Bereich der obersten Ebene mit einer Kettenschleuder beansprucht. Auch hier bestanden alle Leitungen im Anschluss die Dichtheitsprüfung. Allerdings wurden infolge der mechanischen Reinigung mit der Kettenschleuder erwartungsgemäß Beschädigungen der Innenfolie und Riefenbildung festgestellt. Deutliche Zerstörungen der Linerstruktur waren aber nicht zu erkennen.

Bei Beschädigung der Innenfolie durch mechanische Reinigung entfällt grundsätzlich auch die Dichtwirkung dieser Folie an der geschädigten Stelle, so dass die Dichtfunktion hier zunächst vollständig durch die Struktur des Laminats übernommen werden müsste. Die genauere Untersuchung der linersanierten Rohrstücke zeigte jedoch, dass Undichtigkeiten

im Altrohr ggf. auch durch Linerharz abgedichtet wurden, das in die Muffen, Scherben oder sogar den Boden austrat. Diese, zum Teil mit einer Injektion vergleichbare Abdichtung führt möglicherweise dazu, dass die Dichtheitskriterien nach der mechanischen Reinigung auch bei Schwächen in der Laminat-Prüfung in der Strangprüfung noch erfüllt werden konnten, allerdings u.U. zu Lasten der Liner-Wanddicke.

### **Laminat-Dichtheitsprüfung**

Zur Prüfung der Wasserdichtheit des Laminats von Baustellenproben aus vor Ort härtenden Schlauchlinern wird die APS-Prüfrichtlinie vom 15.09.2004 [vii] herangezogen.

Die Innenfolie der zu prüfenden Probe wird einem festgelegten Muster eingeschnitten (Gitterschnitt). Dann wird mit Rhodamin gefärbtes Wasser auf die Innenseite der Probe aufgetragen und auf die Außenseite ein Unterdruck von 0,5 bar aufgebracht. Bilden sich an mindestens einer der drei Prüfflächen Tropfen, Schaum oder Feuchtigkeit auf der Außenseite, so gelten diese Prüfflächen und die betroffene Prüferserie als undicht. Im Besonderen ist darauf zu achten, dass die Prüfung z.B. nicht an den Nahtbereichen des Trägermaterials durchgeführt wird. Bei etwa 20 % der durchgeführten Prüfungen war das Laminat an der geprüften Stelle undicht.

### **Außenwasserdruck und Auftrieb**

Der Großversuchsstand des IKT bietet die Möglichkeit, die eingeeordneten, sanierten Hausanschlussleitungen mit einem definierten Außenwasserdruck zu beaufschlagen. Hierzu ist der IKT-Großversuchsstand mit Wasserzuläufen in der Bodenplatte ausgestattet, die eine Flutung möglich machen. Ein ansteigender Grundwasserstand kann so simuliert werden. Vor dem Bodeneinbau wurden die Auslassöffnungen mit Kies und Filterflies abgedeckt. Der Bodenkörper aus einem wasserdurchlässigen Sand-Kies-Gemisch unterhalb der tiefsten Rohrlage wurde lagenweise eingebaut und mit einer Vibrationswalze verdichtet. Die Überschüttung der Hausanschlussleitungen und die Bettung der darüberliegenden Rohrlagen wurden lagenweise eingebaut und mittels Handstampfung verdichtet. Die Abbildung 3 zeigt die unterste der sechs Rohrlagen vor der Überschüttung.

Um eine Außenwasserdruckbeanspruchung der Hausanschlussliner sicherzustellen, wurden sämtliche Rohrverbindungen der zu sanierenden Leitungen definiert undicht hergestellt. Das Dichtungsmaterial wurde dazu bereichsweise entfernt. Im Sohlbereich wurden lediglich Fragmente der Dichtung belassen um eine sohlgleiche Lage der Rohre zu gewährleisten. Ein Dichtungsrest im Rohrscheitel sollte vor ungewollten Lageabweichungen und Versätzen schützen.





Abbildung 3: Tiefste Rohrlage vor der Überschüttung, Überschüttungshöhe 5 m

Grundsätzlich musste davon ausgegangen werden, dass die getesteten Liner unter Grenzlast unterschiedliche Versagensformen zeigen, wie z.B. Umläufigkeiten im Bereich der Einbindung zum Hauptkanal, das Beulen des Liners sowie das Ablösen der Innenfolie und schließlich Zutritt von Wasser durch Fehlstellen in der Rohrwandung.

Ein Ablösen der Innenfolie oder Beulen des Liners wurde in keinem Fall beobachtet. Auch zeigten sich weder Umläufigkeiten im Bereich der Revisionsöffnungen noch im Bereich der Anbindung an den Hauptkanal. Hier können neben der direkten Verklebung des Liners mit der Altrohrwandung auch die Harzaustritte an den undichten Rohrverbindungen zu einer Absperrung des Ringraumes gegen Umläufigkeiten geführt haben. In der vorliegenden Untersuchung wurden in keiner der sanierten Leitungen die bewertungsrelevanten Fälle von Umläufigkeiten, Lösen der Innenfolie oder Einbeulen unter Außenwasserdruck beobachtet.

Die Funktionsfähigkeit, Dichtheit und Standsicherheit muss unter den jeweils gegebenen äußeren Lastzuständen und Einbaurandbedingungen sichergestellt sein. Mit Blick auf mögliche Veränderungen der äußeren Belastungszustände ist auch die Systemanfälligkeit des Liner-Altrohr-Systems gegenüber sich verändernden äußeren Belastungszuständen zu bewerten. Der Klebeverbund zwischen Liner und Altrohr kann hier ein längsbiegesteifes Gesamtsystem erzeugen. Steigende Grundwasserstände und damit verbundene Auftriebsbelastungen können Biegebeanspruchungen der Rohrfugengebiete dieses längsbiegesteifen Gesamtsystems zur Folge haben. Werden die möglichen Dehnungen nicht durch die Elastizität des Liners ausgeglichen, sind Risse im Liner und gegebenenfalls Undichtigkeiten die Folge. Eine differenzierte Bewertung solcher Risse ist nur dann möglich, wenn das Rohr-Boden-System zuverlässig beschreibbar ist und die Häufigkeit des Auftretens von Schadstellen mit dem Material- oder Verbundverhalten korreliert.

In neun von 30 sanierten Haltungen zeigte sich an insgesamt zehn Stellen während der Wasserfüllung des Versuchsstandes eindringendes Wasser (Abbildung 4). Die



Infiltrationsstellen liegen in Rohrverbindungsbereichen vor Bögen oder Abzweigen. Vor der Außenwasserdruckbeanspruchung waren in diesen Bereichen keine Auffälligkeiten festzustellen. Daher war zu hinterfragen, ob die entstandenen Undichtigkeiten allein durch den einwirkenden Außenwasserdruck hervorgerufen wurden oder ob andere Effekte wie z.B. Auftriebsbeanspruchungen ursächlich für die Schädigung der Linerwand sind und das eindringende Wasser lediglich eine Folge dieser Schädigungen ist.

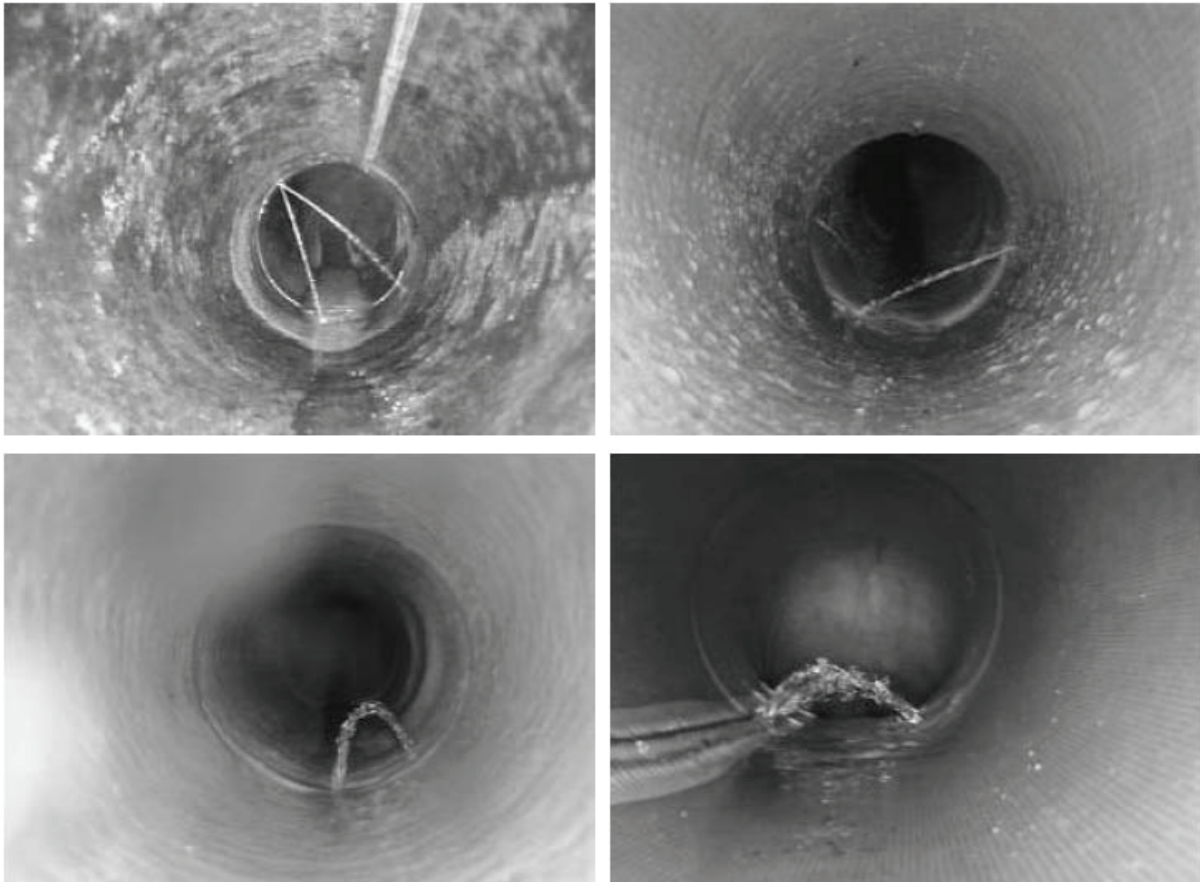


Abbildung 4: Schadstelle mit Infiltration nach Grundwasseranstieg im Versuch

Die Undichtigkeiten traten jeweils unmittelbar auf, nachdem der Wasserspiegel den Rohrscheitel überstieg. Es liegt nahe, dass der Rohrauftrieb sowie der Auftrieb des Bodens (scheinbare Wichterduzierung) einen Einfluss auf die Schadensentstehung haben. Spätere Aufgrabungen zeigten keine nennenswerten Setzungen unter den Leitungen, so dass dies als Schadensursache ausgeschlossen wurde.

Schadhafte Rohrverbindungen erlauben offensichtlich Bewegungen der Rohre unter Auftrieb. Zusätzlich kann ein Harzaustritt zu einer Verringerung der Linerwanddicke führen. In Verbindung mit einem guten Klebeverbund zwischen Liner und Altrohr oder sogar einer Verzahnung des Liners im Rohrverbindungsbereich können im Liner Zugdehnungen entstehen, die durch die Elastizität des Linermaterials nicht ausgeglichen werden.

Nach dem Ausbau der Rohre konnten die Infiltrationsbereiche detailliert beurteilt werden. Die Analyse bestätigte, dass Auftriebseffekte für die Schäden maßgeblich verantwortlich sind. Es zeigte sich deutlich ein Zielkonflikt zwischen der angestrebten Verklebung des Liners mit dem Altrohr und der scheinbar notwendigen Abwinkelbarkeit der Rohrverbindungsgebiete unter Auftrieb.

Die beobachtete Empfindlichkeit unter Auftrieb nimmt bei der Fremdwassersanierung eine wichtige Rolle ein. Bei einer zunehmenden Erhöhung des Abdichtungsgrades der öffentlichen und der privaten Kanalisation sowie dem möglicherweise damit verbundenen Ansteigen des Grundwasserspiegels gewinnt auch das Verhalten der sanierten Hausanschlussleitung unter Auftriebsbelastungen an Bedeutung.

## **4.2 Tragfähigkeit der Struktur**

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 Linerqualität aus [viii].

Die Auswertung von aufgeschnittenen Rohrbereichen zeigte, dass insbesondere im Bereich von Bögen Schwankungen der Wanddicke über den Querschnitt auftreten können. Hier ist häufig eine Wanddickenverringerung an der Bogeninnenseite und eine Wanddickenerhöhung an der Bogenaußenseite zu erkennen. Alle eingesetzten Linerprodukte zeigten – wenn auch z.T. nur in kleinflächigen Ausnahmefällen – bereichsweise Unterschreitungen der Mindestwanddicke von 3 mm.

Nach dem Ausbau der sanierten Leitungen aus dem IKT-Großversuchsstand konnte festgestellt werden, dass sowohl an den Schadensstellen (Risse, Scherbenbildung, Lageabweichungen usw.) als auch durch die undichten Rohrverbindungen Linerharz ausgetreten ist (vgl. Abbildung 5). Der Harzaustritt kann zu einer Verringerung der Verbundwanddicke führen. Harzaustritte traten bei allen Linertypen auf. Lediglich die Menge des ausgetretenen Harzes variierte zwischen den Linertypen. Durch den Aufstelldruck wird das Linerharz vor dem Aushärten aus dem imprägnierten Schlauch in die vorhandenen Fehlstellen im Altrohr gepresst. Dieser Effekt kann zu einer Verzahnung des Liners mit dem Altrohr führen.

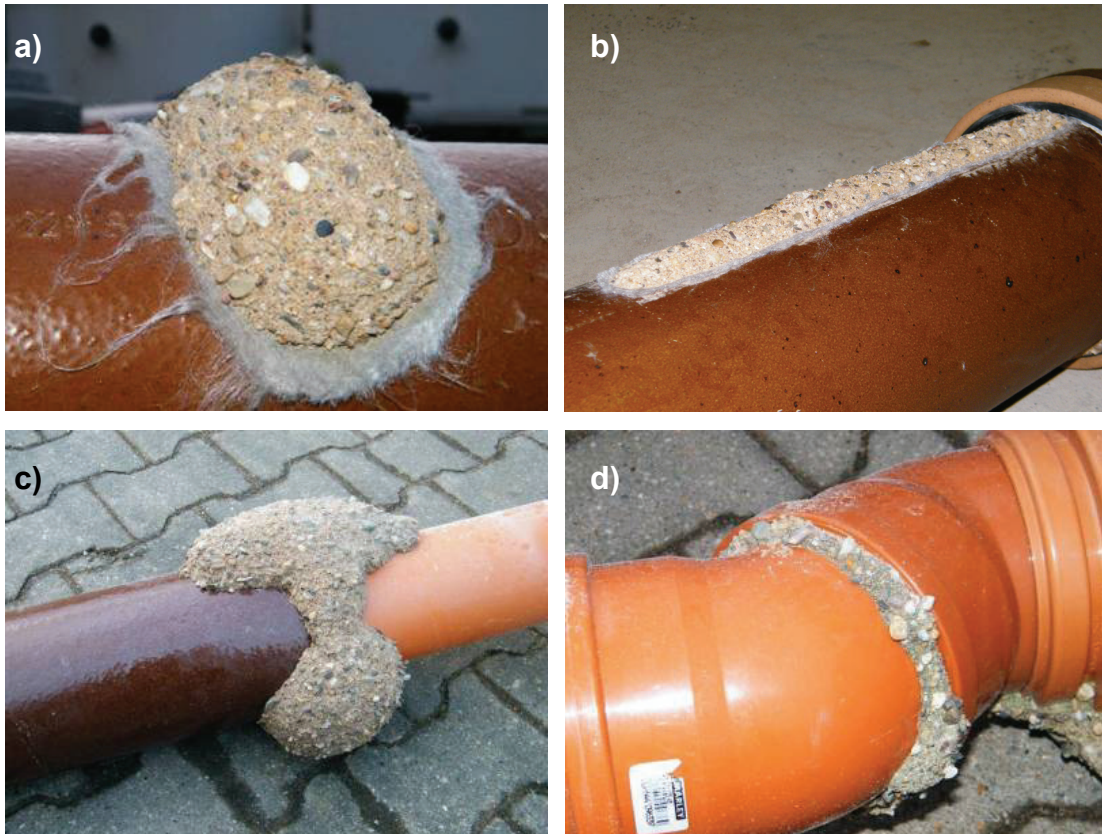


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung der Harzaustritte  
 a) an einem Scheitelriss in Umfangsrichtung  
 b) an einem Scheitelriss in Längsrichtung  
 c) an einem fehlerhaften Materialwechsel (Steinzeug/PVC-KG)  
 d) an einer Verbindung zwischen zwei PVC-KG Formteilen ohne Dichtung

Zur Bewertung der Tragfähigkeit der Struktur eines Schlauchliners nach abgeschlossener Aushärtung werden die 24h-Kriechneigung, der Elastizitätsmodul und die Dichte bestimmt. Die untersuchten Linerproben erreichten überwiegend die in den DIBt-Zulassungen vorgegebenen Werte.

## 5 Qualitätssicherung der Verfahrensanbieter

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

Eine zentrale Anforderung ist die bauaufsichtliche Zulassung des Hausanschlussliners durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt). Für den Einsatz von Schlauchlinern zur Sanierung von Hausanschlussleitungen wird diese u.a. in der Landesbauordnung NRW gefordert. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird für den Zeitraum von 5 Jahren erteilt. Für die bauaufsichtlichen Zulassung werden zentrale Fragen des Grundwasser- und Bodenschutzes im Bezug auf die Werkstoffkomponenten des Systems untersucht. Daneben sind auch Verwendbarkeitsprüfungen, z.B. zur Wasserdichtheit, Wanddicke, Dichte, ggf. Haftzugfestigkeit zwischen Altrohr und Liner, mechanische Kennwerte und Hochdruckstrahlbeständigkeit und -spülfestigkeit Bestandteil des Prüfprogramms. Die

bauaufsichtliche Zulassung stellt somit eine Beurteilung der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Hausanschlussliners im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Anforderungen dar. Die bauaufsichtliche Zulassung des Hausanschlussliners 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.

Der Verfahrensanbieter soll in jedem Fall sicherstellen, dass die eingesetzten Materialien (Trägermaterial und Harze) ausreichend umweltverträglich sind, um diese bei der Kanalsanierung einsetzen zu dürfen. Dies gilt vor allem für die Harze, da diese an Schadstellen in den umgebenden Boden austreten können. Die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Harze war durch Prüfzeugnisse zu belegen.

Für den Einsatz bzw. die Anwendung der Hausanschlussliner 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 Hausanschlussliners und die Einsatzmöglichkeiten sollten dargestellt sein.

Die Erfahrungen des Verfahrensanbieters mit dem Hausanschlussliner sind an das ausführende Personal z. B. durch entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen (Schulungen) weiterzugeben. Idealerweise werden in den Schulungen sowohl theoretische Grundlagen behandelt als auch die praktische Anwendung der Hausanschlussliner 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 Hausanschlussliner auf Baustellen sowie eine zusätzliche Fremdkontrolle der Firmeneinrichtungen können ebenfalls der Qualitätssicherung dienen. Daher sollten die Hausanschlussliner am Markt nachweislich auch mit einer qualifizierten Fremdüberwachung, z.B. Güteschutz Kanalbau oder vergleichbar, angeboten werden.

Für den Auftraggeber einer Sanierungsmaßnahme ist neben der unmittelbaren Umweltverträglichkeit auch die Frage der Entsorgungsmöglichkeiten von erheblicher Bedeutung. Nach Ablauf der Nutzungsdauer müssen Baustoffe bzw. Bauteile, also auch Hausanschlussliner möglicherweise, entsorgt werden. Für die eingesetzten Materialien kann die Entsorgbarkeit durch den Abfallentsorgungsschlüssel nachgewiesen werden. Besteht ein dauerhafter Klebeverbund mit dem Altrohrmaterial wird der Nachweis der Entsorgbarkeit, z.B. durch eine Bestätigung des Entsorgungsweges durch einen berechtigten Dritten, erbracht.

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

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 und die Ergebnisse in die Gesamtbewertung einbezogen.

## **6 Baustellenuntersuchungen**

Die Baustellen-Untersuchungen dienten zur Überprüfung der Handhabbarkeit der Verfahren und der eingesetzten Hausanschlussliner in bestehenden Anschlusskanälen unter In-situ-Bedingungen. Durch die Baustellen-Untersuchung wurde darüber hinaus die Plausibilität der Einsätze im Großversuchsstand überprüft.

## **7 Prüfurteile und Gesamtergebnis**

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

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

Schlauchliner, die lediglich bei einem der beiden Anwendungsfälle – Standard- oder Extremsituation – eingesetzt wurden, erhalten nur dieses eine Prüfurteil.

Eine detaillierte Beschreibung der Prüfungsrandbedingungen, die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen und die Bewertung der untersuchten Liner sind dem Endbericht [v] zu entnehmen. Die vollständigen Ergebnisse des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ stehen auf der Homepage des IKT ([www.IKT.de](http://www.IKT.de)) zum download zur Verfügung.

In der Standardsituation erreichten vier Liner das Prüfurteil „gut“ (BRAWOLINER XT, RS MaxLiner-FLEX S, DrainLiner, lineTEC ProFlex Liner) und ein Liner das Prüfurteil „ausreichend“ (epros<sup>®</sup>DrainGlassLiner (Prototyp)). In der Extremsituation schnitt der BRAWOLINER XT mit „Sehr gut“ am besten ab. Drei weitere Produkte erhielten ein „gut“ (RS MaxLiner-FLEX S, DrainPlusLiner, lineTEC ProFlex Liner). Ein weiterer Liner schnitt mit „befriedigend“ (epros<sup>®</sup>DrainPlusGlassLiner (Prototyp)) ab. Für sämtliche Liner können aufgrund ihrer Verbundwirkung mit dem Altrohr besondere Risiken unter Auftrieb bei Grundwasseranstieg nicht ausgeschlossen werden. Für den epros<sup>®</sup>DrainGlassLiner (Prototyp) führte dies zu einer Abwertung um eine volle Note.

## **8 Zusatzuntersuchungen**

Während der Außenwasserdruckbelastungen wurden ergänzende Infiltrationsmessungen an sanierten und unsanierten Leitungen durchgeführt. Im Ergebnis zeigte sich zum einen, dass die eingesetzte Messtechnik für den beabsichtigten Anwendungsfall grundsätzlich geeignet ist, allerdings eine Erweiterung auch auf andere Nennweiten und weitere technische Optimierungen geboten scheinen. Zum anderen zeigten die Messergebnisse, dass im Fall

stark beschädigter Entwässerungsleitungen bereits geringe Anhebungen des Grundwasserpegels zu einer sichtbaren Steigerung der Infiltrations- und somit Fremdwassermengen führen können. Teils betragen die Infiltrationszuflüsse über 30 m<sup>3</sup>/d bei einer einzelnen unsanierten Leitung (Länge ca. 12 m mit zahlreichen Schadstellen). Dieses Ergebnis unterstreicht, dass die Forderung nach Vermeidung von Fremdwassereinträgen in die Kanalisation unmittelbar die Forderung nach Sanierung des gesamten Kanalnetzes einschließlich der Hausanschlüsse nach sich zieht.

## 9 Fazit

Vor dem Hintergrund der Test-Ergebnisse und Zusatzuntersuchungen lässt sich folgendes Fazit ziehen:

- **Deutliche Verbesserung bei Funktionsfähigkeit**  
Selbst in Bögen und an Versätzen zeigten die eingesetzten Produkte kaum nennenswerte Faltenbildung. Hier waren deutliche Verbesserungen gegenüber früheren Testergebnissen zu erkennen. Mit Verstopfungsgefahren ist kaum oder gar nicht zu rechnen.
- **Alle Liner in der Strangprüfung dicht**  
In der Luftdruckprüfung nach DIN EN 1610 erwiesen sich sämtliche Liner in allen Prüfungen als dicht. Damit wurde speziell für die Grundstücksentwässerung der häufig auch unter rechtlichen Gesichtspunkten möglicherweise geforderte Dichtheitsnachweis nach den Regeln der DIN 1986 T 30 bzw. DIN EN 1610 von allen Produkten auch nach 5-facher HD-Reinigung und vereinzelt Kettenschleudereinsatz selbst in der Druckprüfung erfüllt.
- **Schwachstelle Laminat**  
Die in der DIBT-Zulassung zugesicherten Eigenschaften des Laminats hinsichtlich Dichtheit und Mindestwanddicke wurden vielfach nicht erfüllt. Über ein Fünftel der Laminat-Prüfstellen bestanden die Dichtheitsprüfung nach APS nicht. Das nach gängiger Auffassung abdichtende Laminat war wasserdurchlässig, so dass hier offensichtlich die Einbaufolie bzw. die Verklebung zum Altrohr die Dichtfunktion für die Strangprüfung bei der Abnahme übernehmen.
- **Harzaustritte an Schadstellen**  
Insbesondere an großflächigen Schadstellen und undichten Muffen traten scheinbar unkontrolliert erhebliche Mengen des Linerharzes in den Untergrund. Mit einer Schwächung der Wanddicke in diesen Bereichen ist daher zu rechnen. Dichtheit und Tragfähigkeit wurden darüber hinaus wesentlich durch das besondere Verbundverhalten zwischen Linermaterial, Harzaustritten sowie Altrohr und Boden geprägt.
- **Auftriebsrisiken bei Grundwasseranstieg**  
Unter Auftrieb wiesen einige Systeme einen Zielkonflikt zwischen der Verklebung von Liner und Altrohr zur Vermeidung von Umläufigkeiten und der weiterhin notwendigen Längsbiegsamkeit im Rohrverbindungsbereich auf. Infiltrationsmessungen zeigten darüber hinaus, dass die hieraus ggf. resultierenden geringfügigen Risse im

Linermaterial wiederum zu extremen Infiltrationsmengen unter Außenwasserdruck führen können, die das Sanierungsziel Infiltrationsdichtheit in Frage stellen.

- **Hohe Anforderungen an die Ausführung**

Beim Versuchseinbau zeigte sich, dass die produktspezifische Ausführung vor Ort ein besonderes technisches Verständnis und Geschick erfordert. Dies betrifft vor allem die Sanierungsvorarbeiten wie Reinigungs- und Fräsarbeiten sowie die Tränkung vor Ort.

- **Qualitätsüberwachung vor Ort notwendig**

Die Testergebnisse zeigen, dass die relevanten Qualitätseigenschaften zwar im Test detailliert untersucht werden konnten, allerdings vor Ort kaum erfassbar sind. Dies gilt insbesondere für das Erkennen von späteren Schwachstellen unter Außenwasserdruckbelastung, die Überprüfung der Laminatdichtheit sowie die Vermessung der Wanddickenverteilung über die Rohrstrangoberfläche.

Im Gesamtblick zeigt der IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“, dass die Renovierung schadhafter Hausanschlussleitungen mit dem Schlauchliningverfahren auch bei schwieriger Leitungsführung zur Abdichtung gegen Exfiltration eine sinnvolle Lösung darstellen kann. Eine besondere Herausforderung stellt aber noch der Anwendungsfall der Fremdwassersanierung mit seinen spezifischen Auftriebsrisiken dar. Hier sind auch ganzheitliche Lösungen zur gezielten Regulierung des Grundwasserstandes gefragt.

Die Ergebnisse des IKT-Warentests „Hausanschluss-Liner“ stehen auf der Homepage des IKT ([www.ikt.de](http://www.ikt.de)) zum download zur Verfügung.

- 
- [i] Investitionsprogramm Abwasser NRW, Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen; RdErl. Vom 15.11.2006-IV-9-025 086 0510, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 2007.
  - [ii] Kaltenhäuser, G.: Anschlusskanäle und Grundleitungen – Schäden, Inspektion, Sanierung; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Dezember 2005.
  - [iii] Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (LWG) vom 25. Juni 1995 (GV. NRW. S. 926 / SGV. NRW. 77), Stand 11.12.2007 (GV. NRW. S. 708).
  - [iv] Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Hausanschluss-Liner“; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, November 2005; download unter [www.ikt.de](http://www.ikt.de).
  - [v] Redmann, A.: Anschlusskanäle und Grundleitungen – Schäden, Inspektion, Sanierung; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, März 2010.
  - [vi] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen. Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1997.
  - [vii] Prüfrichtlinie: Wasserdichtheit von Baustellenproben aus vor Ort härtenden Schlauchlinern, Herausgeber: Arbeitskreis der Prüfinstitute Schlauchliner (IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH, Gelsenkirchen; SBKS



---

Sachverständigenbüro für Kunststoffe Dr. Sebastian, St. Wendel; F+E Ing. GmbH, Fürth; SKZ – TeConA GmbH, Würzburg, SIEBERT + KNIPSCHILD GmbH, Oststeinbek/Hamburg), Fürth, vom 15.09.2004.

- [viii] Bosseler, B.; Schlüter, M.: Qualitätseinflüsse Schlauchliner – Stichproben-Untersuchung an sanierten Abwasserkanälen; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Dezember 2003; download unter [www.ikt.de](http://www.ikt.de).