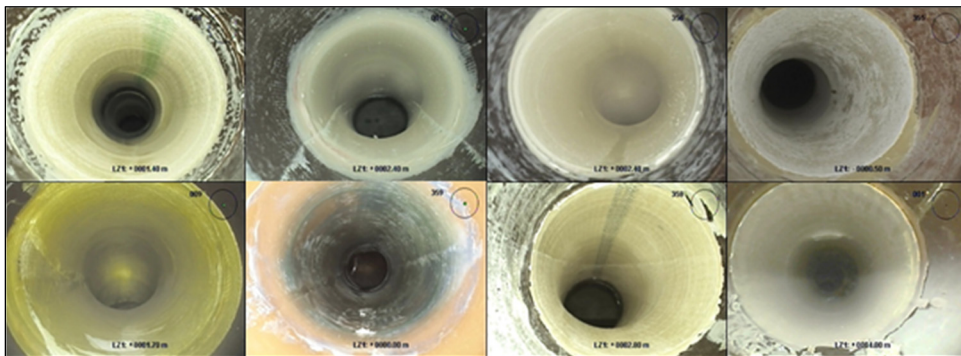


IKT-Warentest

„Kurzliner für Hausanschlüsse“

- Auszug aus dem Forschungsbericht -



Gelsenkirchen, Oktober 2018

Auszug aus dem Forschungsprojekt:

Der vorliegende Berichtsauszug fasst die Ergebnisse des IKT-Warentests „Kurzliner für Hausanschlüsse“ zusammen, der im Rahmen des Forschungsprojektes „*Vergleichende Untersuchung von Sanierungsverfahren für Hausanschlussleitungen*“ (Aktenzeichen: 54.04.02.01.-916000-01.14) umgesetzt wurde.

Fördermittelgeber:



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Projektantragsteller/Auftraggeber:



SEH Stadtentwässerung Herne AöR
Grenzweg 18
44623 Herne

Auftragnehmer:



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Bearbeitung:

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. habil. Bert Bosseler

IKT-Warentest-Leitung/-Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) Serdar Ulutaş, MBA

Luisa Brandl, M.Sc.

Sebastian Busch, M.Sc.

Dipl.-Ing. Martin Liebscher

Sonja Kaltenborn, B.Sc.

Christopher Kude, B.Sc.

Nina Niedrig, B.Sc.

Shafagh Rouhi, B.Sc.

Hendrik Wahl, B.Sc.

Danksagung

Wir danken den kommunalen Netzbetreibern und dem Land NRW für die finanzielle Unterstützung des Projektes sowie deren Vertretern für die fachliche Begleitung:

Institution

SEH Stadtentwässerung Herne AöR

Gelsenkanal

Gemeente Arnhem

Göttinger Entsorgungsbetriebe

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)

SEG Stadtentwässerung Schwerte

Stadt Billerbeck

Stadt Rheda-Wiedenbrück

Stadtentwässerung Dortmund

Stadtentwässerung Düsseldorf

Technische Werke Burscheid AöR

Wirtschaftsbetriebe Hagen

Wirtschaftsbetriebe Duisburg AöR

Vertreter

Josef Becker

Marc Hermsen

Sascha Köhler

Rainer Offergeld

Frank Truchel

Marcus Wirth

Erik Laurentzen

Melis van der Berg

Bianca Burger

Hans-Peter Haase

Monica Meyer

Martina Brehm

Markus Borchert

Roland Ertzsänger

Scharuch Hessam

Reiner Hein

Stefan Sudbrock

Ludger Wördemann

Sebastian Kaddoura

Ulrike Meyer

Daniel Reckel

Michael Theyßen

Klaus Platzbecker

Alexander Schuir

Frank-Werner Grauvogel

Norbert Hildebrand

Lena Lindner

Harald Kilian

Stefan Kleiker

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	HINTERGRUND.....	1
2	KONZEPT DES IKT-WARENTESTS.....	2
3	BETEILIGTE NETZBETREIBER	3
4	SANIERUNGSAUFGABE	4
4.1	VERGABE DER SANIERUNGSLOSE	4
4.2	PRÜFPROGRAMM	8
4.3	SCHADENSBILDER.....	10
4.4	VERSUCHSAUFBAU	15
5	BEWERTUNGSCHEMA	20
5.1	ÜBERBLICK	20
5.2	SYSTEMPRÜFUNGEN	22
5.3	QUALITÄTSSICHERUNG.....	29
5.4	BAUSTELLENUNTERSUCHUNGEN	31
6	TESTERGEBNISSE KURZLINER FÜR HAUSANSCHLÜSSE.....	32
6.1	TESTTABELLE IKT-WARENTEST „KURZLINER FÜR HAUSANSCHLÜSSE“	32
6.2	SYSTEMPRÜFUNGEN	34
6.2.1	Dichtheit.....	35
6.2.2	Betriebssicherheit	41
6.2.3	Standsicherheit.....	47
6.3	QUALITÄTSSICHERUNG.....	52
7	WARENTEST-PRÜFZEUGNISSE.....	54
7.1	TWINBOND LINER GMBH	54
7.2	TRELLEBORG PIPE SEALS DUISBURG GMBH	55
7.3	BODENBENDER GMBH.....	56
7.4	BKP BEROLINA POLYESTER GMBH & CO. KG	57
7.5	COSMIC ENGINEERING GMBH	58
7.6	MC-BAUCHEMIE MÜLLER GMBH & CO.KG	59
7.7	ALOCIT CHEMIE GMBH.....	60
7.8	I.S.T. INNOVATIVE SEWER TECHNOLOGIES GMBH.....	61
8	FAZIT.....	62
9	ANHANG.....	64
10	LITERATUR	75

1 Hintergrund

Der vorliegende IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens „Vergleichende Untersuchung von Sanierungsverfahren für Hausanschlussleitungen“ erstellt. Der Forschungsbericht [1] stellt detailliert dar:

- Veranlassung, Zielstellung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise
- Sanierungsverfahren für Hausanschlussleitungen
- Laborversuche an Sanierungsverfahren für schwere Schäden an Hausanschlussleitungen
- Baustellenuntersuchungen
- Wechselwirkungen zu anderen baulichen Schäden und Sanierungsmaßnahmen
- Fachliche Bewertung ausgewählter Sanierungsverfahren
- Handlungsempfehlungen
- Anwendungshinweise für Fachanwender

Der vorliegende Auszug aus dem Forschungsbericht fasst die für den Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ wesentlichen Hintergründe und Ergebnisse zusammen.

2 Konzept des IKT-Warentests

Ziel der IKT-Warentests ist es, den Netzbetreibern zuverlässige und unabhängige Informationen über Eigenschaften von marktgängigen Produkten und Verfahren zu liefern. Angaben in Verfahrensbeschreibungen und Werbeinformationen der Anbieter über die vermeintliche Qualität ihrer Produkte werden durch den IKT-Warentest einer unabhängigen und neutralen Prüfung unterzogen.

Zentraler Aspekt ist die Eignung von Produkten unter langfristigen Betriebsbedingungen. Die Prüfung der Übereinstimmung mit dem technischen Regel- und Normenwerk steht daher nicht im Vordergrund, sondern es werden vor allem während des Betriebs auftretende Beanspruchungen untersucht, denen die Produkte in der Praxis jahrzehntelang ausgesetzt sind.

Die Gewährleistungsfrist für Produkte der Kanalisationstechnik beträgt heute maximal fünf Jahre. Dies ist verglichen mit den üblicherweise angestrebten Nutzungsdauern von 15 - 50 Jahren und mehr eine sehr kurze Zeitspanne. Von besonderem Nachteil für Auftraggeber sind Schäden, die erst nach Ablauf der fünfjährigen Gewährleistungsfrist auftreten. Ein Rückgriff auf den Anbieter ist nur in den seltensten Fällen möglich und zudem mit langwierigen rechtlichen Auseinandersetzungen verbunden. Hieraus resultiert ein erhebliches finanzielles Risiko für die Netzbetreiber, das durch die vergleichenden IKT-Warentests reduziert werden kann.

Bei den Untersuchungen im IKT-Warentest stehen die Einbauqualität der Produkte und Verfahren und deren Abminderung während des Betriebs im Vordergrund. Dies geschieht mit Blick darauf, dass der Einsatz von Produkten bzw. Verfahren auf der Baustelle bereits eine erhebliche Qualitätsminderung im Vergleich zu der 100%igen, geprüften Werks- oder Laborqualität verursachen kann. Gründe hierfür können ungünstige Kanalrandbedingungen sowie besondere Schwierigkeiten beim Zusammenwirken von Verfahrenstechnik und Sanierungsmaterial sein. Abhängig vom Verfahren ist im Betrieb mehr oder weniger mit einer weiteren Qualitätsminderung zu rechnen (vgl. Bild 1).

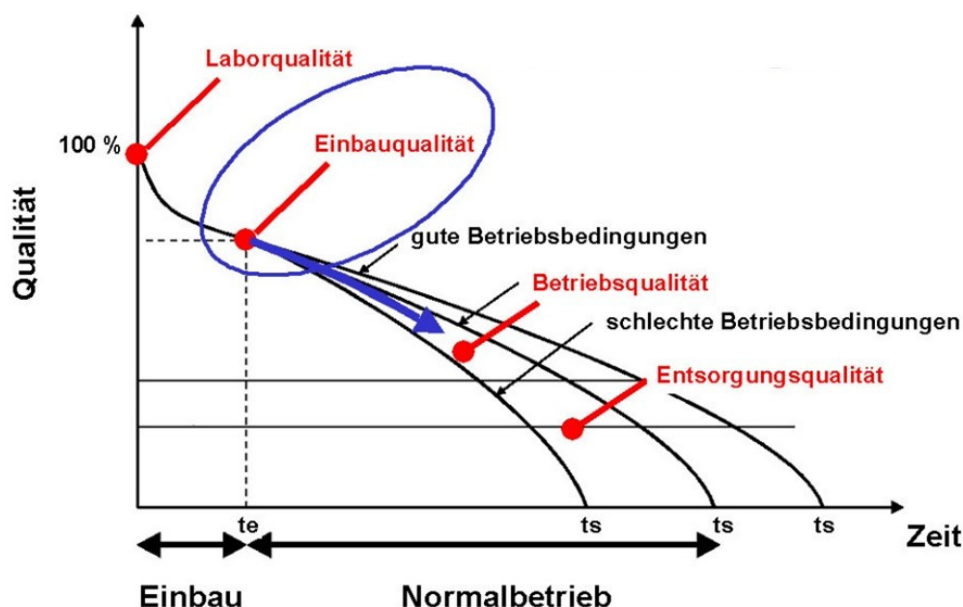


Bild 1 Untersuchungsschwerpunkt (blau) der IKT-Warentests

3 Beteiligte Netzbetreiber

Ein vergleichender IKT-Warentest wird stets durch eine Gruppe von Netzbetreibern begleitet, dem sogenannten Lenkungskreis. Dieser Lenkungskreis entscheidet in regelmäßigen Sitzungen über

- die Auswahl von Produkten bzw. Verfahren für die erste Testreihe
- die Bau- bzw. Instandhaltungsaufgabe für den Einsatz der Produkte bzw. Verfahren im Test
- die maßgeblichen Leistungsziele und Qualitätsanforderungen
- den Umfang und die Ausrichtung des Prüfprogramms
- den Informationsaustausch mit den Produkt- bzw. Verfahrensanbietern
- die Bewertung und die Veröffentlichung der Ergebnisse

An dem IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ waren folgende Netzbetreiber beteiligt:

- Gelsenkanal
- Gemeinde Arnhem
- Göttinger Entsorgungsbetriebe
- SEG Stadtentwässerung Schwerte
- SEH Stadtentwässerung Herne AöR
- Stadt Billerbeck
- Stadt Rheda-Wiedenbrück
- Stadtentwässerung Dortmund
- Stadtentwässerung Düsseldorf
- Technische Werke Burscheid AöR
- Wirtschaftsbetrieb Hagen
- Wirtschaftsbetriebe Duisburg AöR

Die eigentliche Prüfung sowie die Dokumentation der Ergebnisse erfolgen durch das IKT als unabhängiges Institut. Das IKT ist im Rahmen der Prüfung insbesondere verantwortlich für die ingenieurtechnische Entwicklung und Umsetzung der Prüfaufbauten und des Prüfprogramms. Diesbezügliche Entscheidungen werden in unmittelbarer Abstimmung mit dem Lenkungskreis getroffen.

4 Sanierungsaufgabe

4.1 Vergabe der Sanierungslose

Ein wesentliches Ziel des Produkt- und Verfahrenstestes ist es, den öffentlichen Netzbetreibern solide und verlässliche Informationen über Stärken und Schwächen sowie Einsatzmöglichkeiten bzw. -grenzen der am Markt angebotenen Produkte zu verschaffen. Entsprechend wurde das Vorgehen zur Auswahl von Sanierungsfirmen eng mit dem Lenkungskreis der Netzbetreiber abgestimmt.

Für den IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ wurden insgesamt acht Versuchsaufbauten jeweils mit unterer und oberer Leitung (Abschnitt 4.4) im IKT-Großversuchsstand erstellt.

Nachfolgend wird die Vergabe der Sanierungslose für die acht Aufbauten mittels Kurzlinerverfahren dargestellt.

Im Rahmen der ersten Testreihe eines vergleichenden Produkt- und Verfahrenstests ist die Anzahl der durchführbaren Sanierungen zunächst beschränkt. Im vorliegenden Fall konnten insgesamt acht Sanierungslose vergeben werden.

Für die Vergabe der Sanierungslose wurden 18 Anbieter recherchiert, die insgesamt 20 Kurzliner-Systeme (2 Anbieter mit 2 Systemen) für die Sanierung von Hausanschlussleitungen auf dem Markt anbieten. Mittels eines gewichteten Votings wurde anschließend durch die Netzbetreiber eine Rangliste der zu untersuchenden Sanierungssysteme festgelegt (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1 Voting-Ergebnis für Kurzliner-Systeme

Anbieter	System	Harz und Trägermaterial	Rang
Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH	epros DrainPacker Verfahren	Silikat-Harzsystem mit CRF(+)-Glasfasergewebe (2 Lagen)	1
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	Konudur LM-Liner	Organo-Mineral-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (3 Lagen)	2
BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG	Berolina Repair System / BRS-Berolina-Repair-System	Silikat-Isocyanat-Harzsystem mit E-CR-Glasfaserkomplex (2 oder 3 Lagen)	3
I.S.T. InnovativeSewer-Technologies GmbH	Spot Repair System Plus / Spot Repair System	Silikat-Isocyanat-Harzsystem mit E-CR-Glasfaserkomplex (2 oder 3 Lagen)	4
KMG Pipe Technologies	KM-Kurzliner	Epoxid-Harzsystem mit Glasfaserlaminat	5
Bodenbender GmbH	Point-Liner-System	Polyurethan-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (2 Lagen)	6
DIRINGER & SCHEIDEL Rohr-sanierung GmbH & Co. KG	DS Kurzliner	Methacrylat-Harzsystem mit Glasfaserlaminat	7
RS Technik AG	RS MaxPatch	Silikat-Isocyanat-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (3 Lagen)	8
Fluvius GmbH	Fluvius KurzPacker Verfahren	Silikat-Harzsystem mit Glasfasergewebe (2 Lagen)	9
Twinbond Liner GmbH	TbL-Verfahren	Epoxid-Harzsystem mit Glasfaser- und Aramidgewebe	10
resinnovation GmbH	PARTLINER	Epoxid-Harzsystem mit Glasfasergewebe (2 Lagen)	11
sikotec GmbH	3P-Plus-Kurzliner	Silikat-Harzsystem mit Glasfasergewebe	12
Minova CarboTech GmbH	CarboLith Spot Repair System	Silikat-Isocyanat-Harzsysteme mit E-CR-Glasfasergewebe (3 Lagen)	13
Cosmic Engineering GmbH	TopHat Kurzliner	Polyester- oder Vinylester-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe	14
alocit Chemie GmbH	Alocit Kurzliner-system	Methacrylat-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe und Polyester-Nadel-filzvlies (3 Lagen)	15
pmt GmbH & Co. KG	pmt-Kurzliner	Organo-Mineral-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (2 Lagen)	16
F. Willich Isoliersysteme GmbH & Co. KG	WILLKAT PL Short Liner System	Silikat-Isocyanat-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (2 Lagen)	17
Evonik Industries AG	DEGAPLEX K 3010	Methacrylat-Harzsystem mit E-CR-Glasfasergewebe (3 Lagen)	18

In „Grün“ sind die 8 seitens der Lenkungskreismitglieder ausgewählten Systeme (Nr. 1 bis 7 sowie 10) dargestellt. Die in „Grau“ gekennzeichneten Systeme (Nr.8, 9 und 11 bis 18) bilden die Nachrückerliste.

Obwohl die Anbieter RS Technik AG und Fluvius GmbH vor dem Anbieter Twinbond Liner GmbH gevotet wurden, entschied der Lenkungskreis auf Grund des speziellen Trägermaterials diesen Anbieter auszuwählen, um eine möglichst große Materialvielfalt zu testen. RS Technik und Fluvius GmbH arbeiten außerdem beide mit einem Silikat-

Harzsystem, welches bereits unter den anderen geotesteten Systemen der Anbieter vorhanden ist.

Darüber hinaus wurde folgende Vorgehensweise für die Vergabe der Sanierungslose festgelegt:

Vorgehensweise für die Ränge 1-4:

Falls die ersten vier geotesteten Anbieter am IKT-Warentest nicht teilnehmen oder keinen Dienstleister für die Reparaturdurchführung benennen, wird das ausgewählte System ausgeschrieben. Hierzu wurden sämtliche Sanierungsfirmen, die auf der Internetseite der Gütesicherung Kanalbau (www.kanalbau.com) gelistet sind und über das entsprechende RAL-Gütezeichen (RAL-GZ 961, S15.1) zur Durchführung von Sanierungen mittels Kurzliner verfügen, angeschrieben und zur Angebotsabgabe aufgefordert. Diese Vorgehensweise resultiert daraus, dass die Lenkungskreismitglieder ein hohes Interesse an diesen Systemen gezeigt haben (hohe Voting-Punkte).

Vorgehensweise für die Ränge 5-8:

Für die weiteren vier Sanierungslose beschlossen die Lenkungskreismitglieder ein Nachrückverfahren nach dem folgenden Schema, falls einer der Anbieter nicht am IKT-Warentest teilnimmt:

- Priorität 1: Es rückt zunächst ein System aus derselben Materialgruppe (Harz) nach, gemäß Ranking
- Priorität 2: Es rückt ein System mit bisher nicht im Test vorhandenen Materialien (Harz und/ oder Trägermaterial) nach, gemäß Ranking
- Priorität 3: Nachrücker gemäß Ranking

Dieses Nachrückverfahren wird solange durchgeführt bis sämtliche Sanierungslose vergeben worden sind.

Entsprechend dem festgelegten Ranking wurden alle Anbieter der Liste im Hinblick auf die Teilnahme am IKT-Warentest zur Besichtigung des Musterversuchsaufbaus im Maßstab 1:1 in das IKT eingeladen. Anschließend wurden sie gebeten, Angebote für die anstehende Sanierungsaufgabe einzureichen. Sofern ein Anbieter die Sanierungen nicht selber durchführen kann oder möchte, wurde er gebeten, eine Sanierungsfirma zu empfehlen, die mit der Durchführung der Sanierungsarbeiten beauftragt werden kann.

Nachfolgend sind die Erfahrungen aus der Kontaktaufnahme mit den einzelnen Anbietern zusammengefasst. Schriftstücke mit Stellungnahmen der Anbieter finden sich in den Anlagen I - VII.

Das IKT hat die acht von den Lenkungskreismitgliedern ausgewählten Verfahren (grün) bei den Herstellern angefragt und um Angebotsabgabe gebeten. Drei Anbieter (I.S.T., Bodenbender und Twinbond) gaben ihre Angebote fristgerecht (Frist: 13.05.16) ab. Bei einem weiteren Anbieter (Trelleborg Pipe Seals) lag das Angebot etwa drei Wochen nach Ablauf der Frist (07.06.16) vor. Vier Anbieter (D&S Rohrsanierung, BKP Berolina, MC-Bauchemie und KMG Pipe Technologies) sagten die Teilnahme am IKT-Warentest zunächst ab. Im Folgenden wird auf diese vier Anbieter detaillierter eingegangen:

D&S Rohrsanierung: Auf Grund der hohen Auslastung der Anlage im süddeutschen Raum und der geringen Sanierungslänge besteht seitens des Anbieters kein Interesse

am IKT-Warentest teilzunehmen. Die Absage erfolgte telefonisch. Im Rahmen dieses Telefonates stellt sich ebenfalls heraus, dass der DS Kurzliner von der Firma Alocit Chemie GmbH hergestellt wird. Es handelt sich hierbei um dasselbe Produkt wie es auch von dem Anbieter Alocit selbst, unter dem Namen „Alocit-Kurzlinersystem“, vertrieben wird. Auf Grund dieser Information beschließt der Lenkungskreis, dass das Sanierungslos an Alocit Chemie GmbH vergeben wird.

BKP Berolina: Am 30.05.16 sagte die Fa. BKP Berolina die Teilnahme am IKT-Warentest schriftlich, aufgrund von Kapazitätsengpässen, ab (vgl. Anhang I). Daraufhin wurde nach dem festgelegten Nachrückverfahren das System bei Dienstleistern mit dem RAL-Gütezeichen ausgeschrieben. Die Fa. Cassler-Kanal-Technik gab am 18.06.16 ein Angebot ab. Im Zuge der Kontaktaufnahme mit dem Dienstleister zeigte sich, dass eine Kommunikation zwischen Hersteller und Dienstleister stattgefunden hatte. Das für den IKT-Warentest benötigte Material wurde daraufhin kostenlos von der Fa. BKP Berolina zur Verfügung gestellt. Der Lenkungskreis beschloss, dass das Sanierungslos an Fa. BKP Berolina mit dem Dienstleister Cassler-Kanal-Technik vergeben wird.

MC-Bauchemie: Nach schriftlichem, telefonischem und persönlichem Kontakt (Gespräch auf der IFAT 2016) sagte der Anbieter am 13.06.16 die Teilnahme zunächst schriftlich ab (vgl. Anhang II A). Als Absagegrund wurden u.a. genannt, dass konkrete Angaben zum Prüfprogramm und die Gewichtung der Bewertungskriterien fehlen. Daraufhin legte der Lenkungskreis fest, dass MC-Bauchemie und allen anderen Teilnehmern des IKT-Warentests Informationen zum aktuellen Stand des Prüfprogramms und Bewertungsschemas zugesendet werden. Die Fa. MC-Bauchemie sagte daraufhin die Teilnahme an dem IKT-Warentest zu. Allerdings wurden vorab Bedenken am Versuchsaufbau mit Blick auf die Stabilität des Altrohr-Boden-Systems angemeldet (vgl. Anhang II B und II C).

KMG Pipe Technologies: Nach Aussage der Fa. RTi wird der KM-Kurzliner nicht mehr auf dem Markt angeboten. Es werden lediglich noch Gewährleistungsarbeiten für dieses Produkt durchgeführt. Der Hersteller Norditube (ein Unternehmen der RTi International) entwickelt zurzeit einen neuen Kurzliner (vgl. Anlage III).

Der Lenkungskreis legte fest, dass alle verbleibenden Anbieter angeschrieben werden und ein Nachrücker gemäß dem Nachrückverfahren ausgewählt wird.

Es gaben die Anbieter sikotec GmbH, Minova CarboTech GmbH und Cosmic Engineering GmbH ein Angebot für die Teilnahme am IKT-Warentest ab.

Die Anbieter Fluvius GmbH, Resinnovation GmbH, pmt GmbH & Co. KG und F.Willich Isoliersysteme GmbH & Co. KG sagten die Teilnahme am IKT-Warentest ab (vgl. Anlage IV, V, VI und VII).

Die Anbieter RS Technik AG und Evonik Industries AG reagierten nicht auf die Angebotsanfrage.

Das Sanierungslos wurde im Ergebnis gemäß dem Nachrückverfahren an die Fa. Cosmic vergeben.

In Tabelle 2 sind die teilnehmenden Anbieter mit ihren Kurzliner-Systemen sowie Angaben zum ausführenden Personal (z.B. von Dienstleistern) dargestellt.

Tabelle 2 Auswahl der Kurzliner-Systeme

Anbieter	System	Ausführung
alocit Chemie GmbH	Alocit Kurzlinersystem	Kanal Plus GmbH
BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG	Berolina Repair System	Cassler-Kanal-Technik
Bodenbender GmbH	Point-Liner-System	eigene Anwendungstechniker
Cosmic Engineering GmbH	TopHat Kurzliner	eigene Anwendungstechniker
I.S.T. Innovative Sewer Technologies GmbH	Spot Repair System	eigene Anwendungstechniker
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.KG	Konudur LM-Liner	Sanierungstechnik Dommel GmbH
Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH	epros DrainPacker Verfahren	eigene Anwendungstechniker
Twinbond Liner GmbH	TbL-Verfahren	eigene Anwendungstechniker

4.2 Prüfprogramm

Die Sanierung soll den Zustand des Kanals örtlich stabilisieren, die Schadstelle vor weiteren Belastungen schützen, den hydraulischen Zustand des Kanals verbessern bzw. sichern und die Schadstelle abdichten. Vor diesem Hintergrund wurde bei den Prüfungen im Rahmen dieses IKT-Warentests ein Schwerpunkt auf die Dichtheit, Betriebssicherheit und Standsicherheit der sanierten Bereiche seitens der beteiligten Netzbetreiber (Lenkungskreismitglieder) gelegt. Dabei standen mögliche Belastungen aus Außenwasserdruck nach Sanierung im Vordergrund. Das Ergänzungsvorhaben „Aussagekraft von Dichtheitsprüfungen“ führte darüber hinaus zu einer Erweiterung im Prüfprogramm des IKT-Warentests „Kurzliner“ (Punkt 19, kursiv gedruckt)¹. Der Lenkungsreis hat schließlich folgendes Prüfprogramm beschlossen:

- 1) Herstellung der Schadensbilder
- 2) Einbau der Schadensbilder im GVS (inkl. Boden)
- 3) Optische Inspektion vor Sanierung
- 4) Sanierungsdurchführung
- 5) Optische Inspektion unmittelbar nach Sanierung
- 6) Dichtheitsprüfung (Strangprüfung)
(Wasser; 0,05 bar; Prüfzeit: 15 Min.; in Anlehnung an DIN 1986-30)
- 7) Wasserspiegel anheben (Kurzzeit-AWD 2,0 m über unterer Leitung; ca. 1 Woche)
- 8) Optische Inspektion nach Kurzzeitbelastung
- 9) Absenken des Wasserspiegels (auf 0,5 m unter Rohrsohle)
- 10) HD-Reinigung-Standard (60 bar; 3 Zyklen; Rotations-Düse)
- 11) Optische Inspektion (ohne AWD, um mögliche Abplatzungen etc. zu erkennen)
- 12) Wasserspiegel anheben (Langzeit-AWD 2,0 m über unterer Leitung; ca. 3 Mon.)

¹ Die zusätzlich angesetzten Dichtheitsprüfungen unter Punkt 19 c, e, f entsprechen in ihren Druckstufen typischen Betriebsbelastungen der Leitungen, wie sie z.B. bei Starkregen und Rückstau im Kanalnetz auftreten können. Die Unterdruckprüfung in 19 d spiegelt eine geringfügige Außenwasserdruckbelastung wider.

- 13) Optische Inspektion unmittelbar nach dem Anheben
- 14) Optische Inspektion (wöchentlich, Dokumentation der Zustandsveränderung)
- 15) HD-Reinigung-Maximum (80 bar; 3 Zyklen; rundumstrahlende Düse)
- 16) Optische Inspektion (mit AWD)
- 17) Absenken des Wasserspiegels
- 18) Dichtheitsprüfungen (Strangprüfungen)
(Luft-Überdruck; 0,2 bar; Prüfzeit 1,5 min; in Anlehnung an DIN EN 1610)
(Wasser; 0,05 bar; Prüfzeit 15 min; in Anlehnung an DIN 1986-30)
(Luft-Überdruck; 0,1 bar; Prüfzeit 1,5 min; in Anlehnung an DIN 1986-30)
(Luft-Unterdruck; -0,1 bar; Prüfzeit 1,5 min; in Anlehnung an DWA-M 149; Teil 6)
- 19) *7 Durchläufe an 24 Leitungen (Strangprüfungen)*
 - a. *Optische Inspektion, ohne Grundwasser, Feststellung Übergabezustand (IKT)*
 - b. *Optische Inspektion, ohne Grundwasser (Sachkundige)*
 - c. *ID Luft-Überdruck (Sachkundige)*
(0,1 bar; Prüfzeit: 3 Min.; nach DIN EN 1610)
 - d. *ID Luft-Unterdruck* (Sachkundige)*
(- 0,1 bar; Prüfzeit: 2,5 Min.; nach DWA-A 139)
 - e. *ID Wasser (Sachkundige)*
(0,05 bar; Prüfzeit: 15 Min.; nach DIN 1986-30)
 - f. *ID Wasser (Sachkundige)*
(Wassersäule bis Geländeoberkante; Prüfzeit: 30 Min.; nach DIN EN 1610)
 - g. *Optische Inspektion unter Außenwasserdruck 2 m (IKT)*
- 20) Freilegen der oberen Leitungen
- 21) Optische Inspektion der oberen Leitungen
- 22) Dichtheitsprüfung an den oberen Leitungen (optischer Kontrolle von außen)
(Wasser; 0,5 bar; Prüfzeit: 30 Min.; in Anlehnung an DIN EN 1610)
- 23) Reinigung der oberen Leitungen mit Rohrreinigungsspirale
- 24) Optische Inspektion der oberen Leitungen
- 25) Ausbau der oberen Leitungen / Separieren der Sanierungsstellen
- 26) Freilegen der unteren Leitungen
- 27) Optische Inspektion der unteren Leitungen
- 28) Dichtheitsprüfung an den unteren Leitungen (optischer Kontrolle von außen)
(Wasser; 0,5 bar, Prüfzeit: 30 Min.; in Anlehnung an DIN EN 1610)
- 29) Ausbau der unteren Leitungen / Separieren der Sanierungsstellen
- 30) Prüfung auf Querschnittsreduzierungen
- 31) Prüfung „Haftzugfestigkeit“
- 32) Prüfung „Ringfestigkeit“
- 33) Prüfung „Ringsteifigkeit“

Erläuterungen: GVS = Großversuchsstand; AWD = Außenwasserdruck

* Zusätzlich wurden nach einer Prüfzeit von 1,5 Minuten bei - 0,1 bar (DWA-M 149; Teil 6) Prüfergebnisse aufgezeichnet.

Zum Anheben des Wasserstandes wurde das Wasser gleichmäßig durch bis zu sechs Öffnungen in der Bodenplatte des Großversuchsstandes eingelassen und der Wasserstand mit Tauchsonden aufgezeichnet sowie mittels Lichtlot an insgesamt 8 Messstellen kontrolliert.

Die im Prüfprogramm durch die Lenungskreismitglieder festgelegten Untersuchungen bzw. Belastungsszenarien sehen zusätzlich zur Beanspruchung der sanierten Bereiche durch Außenwasserdruck auch Betriebsbeanspruchungen aus Hochdruck-Kanalreinigungen (HD-Reinigung) und Standsicherheitsuntersuchungen vor. Die Betriebsbeanspruchungen wurden gemäß Prüfprogramm zu zwei Zeitpunkten (Schritt 10 und 15) in zwei unterschiedlichen Intensitäten durchgeführt:

- Betriebsbelastung HD-Standard (Schritt 10): Die Leitungen werden mit 60 bar Druck an der Düse und einer Wasserdurchflussmenge von ca. 48 l/min in 3 Zyklen mittels Rotationsdüse (2 Einsätze 1,5 mm, 2 Einsätze 1,8 mm mit jeweils 45° Abstrahlwinkel) gereinigt [Reinigungsanlass: Vorbereitende Maßnahme für Zustands- und Funktionsprüfung].
- Betriebsbelastung HD-Maximum (Schritt 15): Die Leitungen werden mit 80 bar Druck an der Düse und einer Wasserdurchflussmenge von ca. 150 l/min in 3 Zyklen mittels Rundstrahldüse (8 Einsätze 2,0 mm mit jeweils 30° Abstrahlwinkel und ein Vorstrahl 2,0 mm) gereinigt [Reinigungsanlass: Beseitigung von Störungen].

In regelmäßigen (wöchentlichen) Kanalbefahrungen wurde der Zustand der einzelnen sanierten Bereiche aufgenommen und ausgewertet.

Zusätzlich wurde unmittelbar nach der Sanierung eine Dichtheitsprüfung (Schritt 6) mit Wasser in Anlehnung an DIN 1986-30 [2] durchgeführt. Nach Absenken des Wasserspiegels wurden Dichtheitsprüfungen (Schritt 18) mit Luft gemäß DIN EN 1610 [3], DIN 1986-30 [2] und DWA-M 149; Teil 6 [4] sowie eine Wasserprüfung gemäß DIN 1986-30 [2] durchgeführt.

Anschließend wurden Dichtheitsprüfungen mit Wasser gemäß DIN EN 1610 [3] und DIN 1986-30 [2], Luft-Überdruck gemäß DIN EN 1610 [3] und Luftunterdruck gemäß DWA-A 139 [5] im Rahmen des Ergänzungsprojektes [6] (Schritt 19) durchgeführt. Nach Abschluss dieser Prüfungen wurden die Leitungen ausgebaut. Nach dem nahezu vollständigen Freilegen der Haltungen wurden die sanierten Bereiche abschließend einer weiteren Dichtheitsprüfung unterzogen (Schritt 22 und 28) und auf Wasseraustritt kontrolliert. Schließlich werden die Leitungen in einzelne Abschnitte getrennt und diese aus dem Versuchsstand für die weiteren Betriebssicherheits- und Standsicherheitsuntersuchungen (Schritte 30-33) geborgen.

4.3 Schadensbilder

Die Sanierung von schweren Schäden an Hausanschlussleitungen soll im Rahmen des IKT-Warentests für alle Verfahren unter gleichen Randbedingungen stattfinden. Hierzu zählen insbesondere die geometrische Ausbildung der zu sanierenden Schäden, die anzutreffenden Werkstoffe sowie die äußeren Belastungen. Für die Durchführung von vergleichenden Produkt- und Verfahrenstests ist die Auswahl der Schadensarten bzw. Schadensbilder für die spätere Sanierungsaufgabe von besonderer Bedeutung.

Die Festlegung der Schadensbilder erfolgte im Rahmen der Arbeitssitzungen durch die beteiligten Netzbetreiber. Aufgrund der extremen Vielfalt der Ausprägung von Schäden in der Praxis bestand ein wesentliches Ziel darin, repräsentative Schadensbilder für den Versuchsaufbau festzulegen. Folgende Kriterien wurden dabei berücksichtigt:

- Das Schadensbild muss mit den verfügbaren Sanierungsverfahren zu sanieren sein.
- Das Schadensbild muss die Praxisverhältnisse in ausreichendem Maße widerspiegeln.
- Das Schadensbild muss versuchstechnisch reproduzierbar sein, um allen teilnehmenden Herstellern und Verfahrensanbietern die gleichen Startvoraussetzungen zu bieten.

Auf Basis dieser Kriterien wurden unter Berücksichtigung des NRW-Bildreferenzkataloges [7] und den Erfahrungen der Netzbetreiber Schadensbilder identifiziert. Für die Festlegung der Schadensbilder wurden zunächst alle A-Schäden aus dem NRW-Bildreferenzkataloges in vier Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1: „Ausbrüche / Risse“

- Rissbildung ≥ 2 mm
- Hohlraum bzw. Boden sichtbar
- Oberflächenschäden des Rohres (fehlende Wand)
- Eindringendes Bodenmaterial

Gruppe 2: „Versätze / Abwinkelungen“

- Verschobene Rohrverbindung in Längsrichtung ≥ 50 mm
- Verschobene Rohrverbindung (radial) ≥ 20 mm
- Verschobene Rohrverbindung (im Winkel) $\leq$ DN 200: $\geq 9^\circ$; $>$ DN 200: $\geq 4^\circ$

Gruppe 3: „Querschnittsreduzierung“

- Wurzeleinwuchs (stark) ≥ 10 %
- Einragendes Dichtungsmaterial (Dichtring in der Sohle)
- Einragendes Dichtungsmaterial (andere Dichtungsart) ≥ 30 %
- Anhaftende Stoffe ≥ 30 %
- Ablagerungen ≥ 30 %
- Einragender Anschluss ≥ 30 %

Gruppe 4: Keine Relevanz für den IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ mit grabenlosen Methoden

- Rohrbruch/ Einsturz
- Verformungen (Rohr biegesteif) ≥ 7 %
- Verformungen (Rohr biegeweich) ≥ 15 %
- Fehlanschluss (SW an RW)
- Unterbogen mit Wasserstand (Versackungen) ≥ 70 %
- Andere Hindernisse (z.B. Gegenstand, Fremdleitungen) ≥ 30 %

Folgende A-Schäden sind nicht als eigenständige Schadensbilder zu betrachten, sondern stellen in Kombinationen mit den Gruppen 1 und 2 ein Schadensbild dar:

- Infiltration (Fließen, Spritzen)
- Schadhafter Anschluss/ Abzweig
- Werkstoffwechsel
- Werkstoff- mit Dimensionswechsel

Bei den Schadensbildern der Gruppe 3 handelt es sich um Querschnittreduzierungen, welche in der Regel im Rahmen von Vorbereitungsmaßnahmen im Zuge der Sanierung entfernt werden müssen. Die Lenkungskreismitglieder haben zudem mit Blick auf die Laboruntersuchungen beschlossen, dass diese Vorbereitungsmaßnahmen für die Sanierungsdurchführung nicht untersucht werden, da hierfür geeignete und erprobte Maschinen und Geräte auf dem Markt verfügbar sind. Sofern die In-situ-Maßnahmen derartige Vorbereitungsmaßnahmen erfordern, so werden diese dort ausgeführt.

Basierend auf dieser Bewertung wählten die Lenkungskreismitglieder die Schadensbilder der Gruppen 1 und 2 für den Versuchsaufbau aus. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit des Schadensbildes wurden Vorversuche durchgeführt, um sicherzustellen, dass für den vergleichenden Produkt- und Verfahrenstest für alle Anbieter die gleichen Startvoraussetzungen geschaffen werden können. In einem weiteren Schritt wurde ein Musterversuchsaufbau im Maßstab 1:1 errichtet und dem Lenkungskreis vorgestellt. Zum einen wurde am Beispiel des Musterversuchsaufbaus die Übereinstimmung mit der Praxis überprüft, zum anderen hatten die Mitglieder des Lenkungskreises die Möglichkeit, Änderungen insbesondere zur Verbesserung der Praxisnähe direkt am Mustervorobjekt vorzunehmen (vgl. Bild 2).



Bild 2 Auswahl von Schadensbildern durch die Lenkungskreismitglieder (links) und festgelegter Musterversuchsaufbau (rechts)

Darüber hinaus wurde der Musterversuchsaufbau (Sanierungsaufgabe) auch den Herstellern und Verfahrensanbietern vorgestellt. Der Abgleich mit der Industrie diente insbesondere dazu, grundsätzliche Bedenken gegen den Musterversuchsaufbau aufzunehmen und die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der unterschiedlichen Systeme zu identifizieren. Nach Rücksprache mit den beteiligten Netzbetreibern war die Möglichkeit gegeben, ggf. Änderungen am Aufbau umzusetzen. Nach Abschluss des Abstimmungsprozesses wurden der Musterversuchsaufbau und damit die Sanierungsaufgaben für den vergleichenden Produkt- und Verfahrenstest festgelegt.

Die folgenden Bilder geben eine Übersicht über die ausgeführten Leitungsverläufe und die Positionen der Schadensbilder. Ebenfalls vermerkt ist die sogenannte „maximale Verbundlänge“ bei den Kurzlinersystemen. Diese beschreibt die maximale Gesamtlänge der Reparatursysteme. Diese Angabe war aus versuchstechnischer Sicht erforderlich, um gegenseitige Beeinflussungen zwischen den Schadensbildern zu vermeiden.

Eine Übersicht über den Leitungsverlauf und die eingebauten Schadensbilder in der unteren und oberen Ebene für die acht Kurzlinersysteme geben Bild 3 und Bild 4.

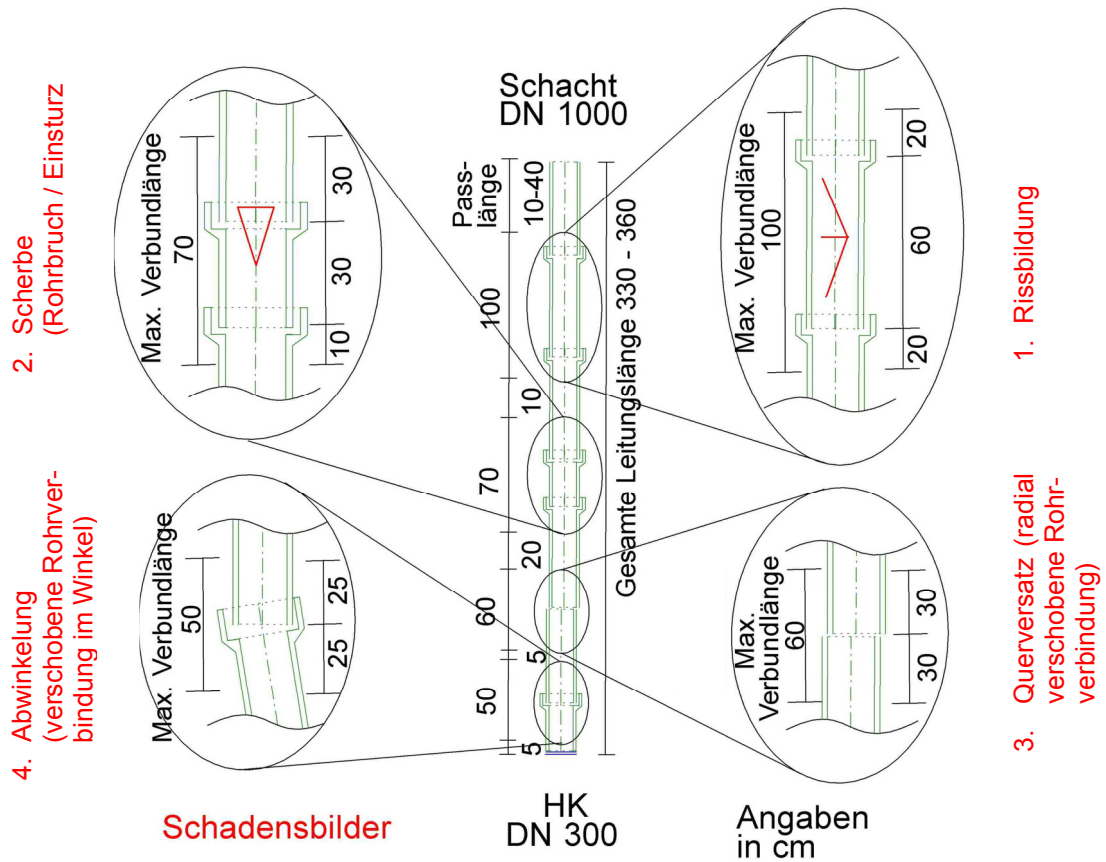


Bild 3 Versuchsaufbau Kurzliner: Untere Leitung (Testaufbau I)

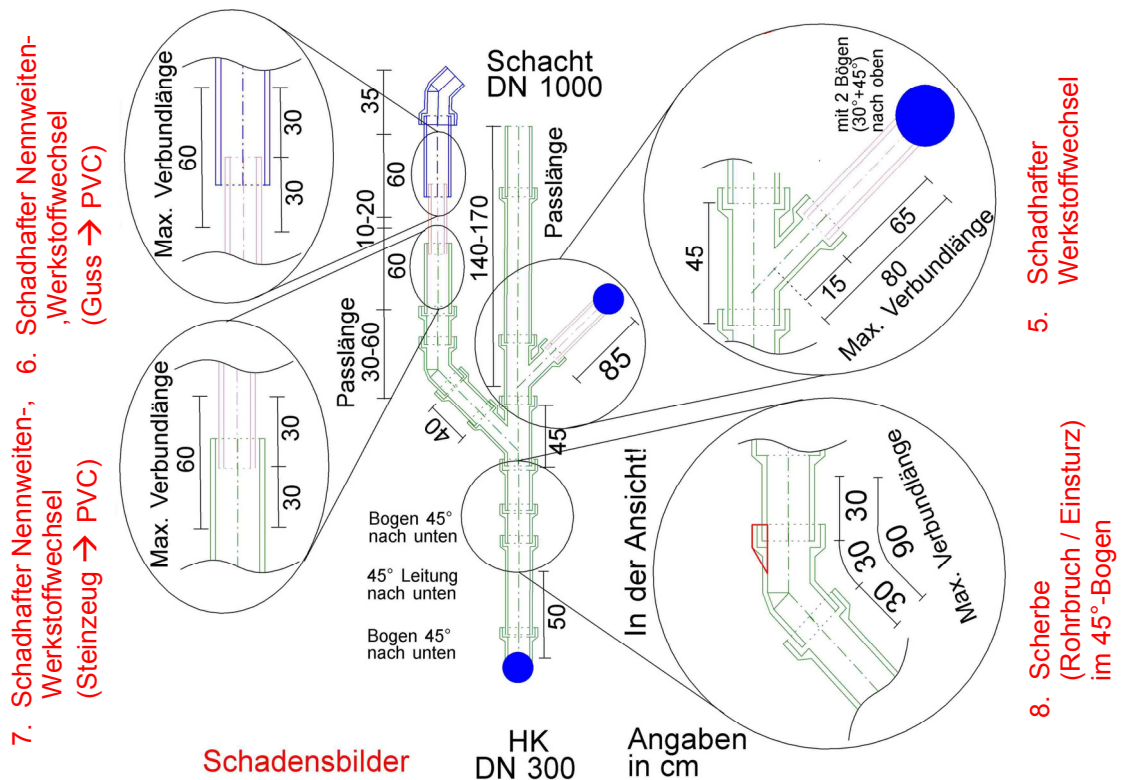


Bild 4 Versuchsaufbau Kurzliner: Obere Leitung (Testaufbau II)

Die Schadensbilder werden nach Testaufbau I (untere Leitung, Außerwasserdruck 2 m) und Testaufbau II (obere Leitung, Außerwasserdruck 1 m) unterteilt.

Als „Testaufbau I“ werden die Schadenbilder 1-4 an einer Hausanschlussleitung DN 150 aus dem Rohrwerkstoff Steinzeug bezeichnet (vgl. Bild 3 und Tabelle 3).

Bei dem Testaufbau II handelt es sich um einen Werkstoffwechsel (SB 5), einen Nennweiten- und Werkstoffwechsel (SB 6 und 7) sowie einen Rohrbruch im 45°-Bogen (SB 8), die in einem verzweigten Netz angeordnet sind (vgl. Bild 4 und Tabelle 4).

Tabelle 3 Schadensbilder für Kurzliner (untere Leitung, Testaufbau I)

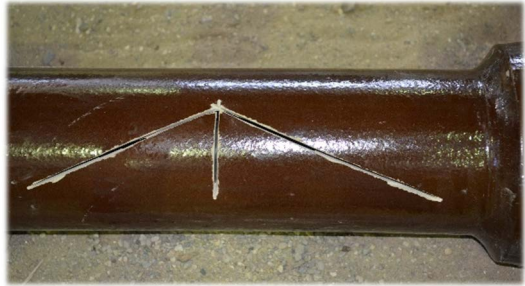
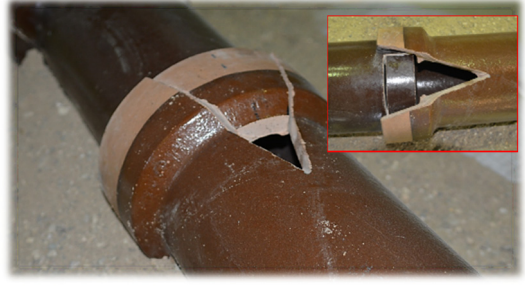
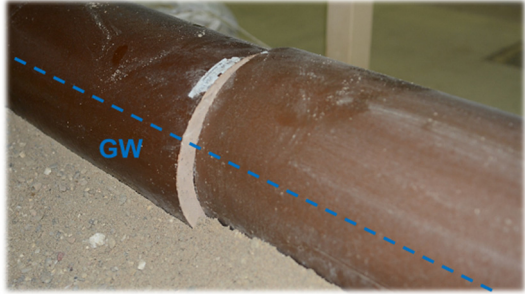
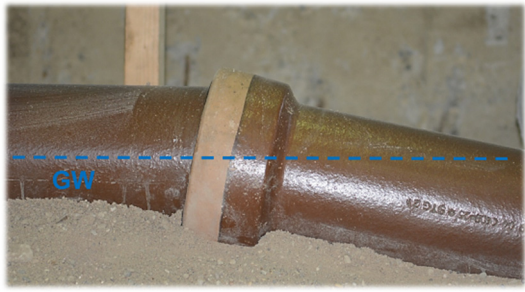
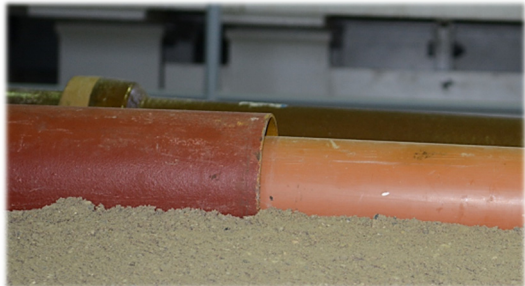
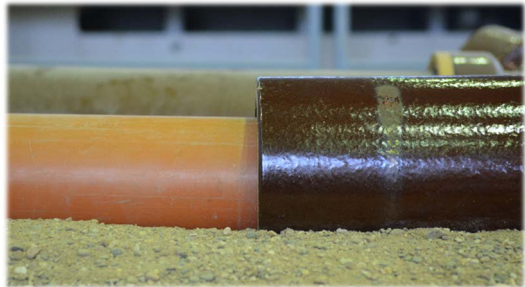
Schadensbilder für Kurzliner (untere Leitung, Testaufbau I)	
1. Rissbildung • Ausdehnung 45 x 10 cm • Rissbreite ca. 4 mm	
2. Scherbe (Rohrbruch / Einsturz) • Ausdehnung: 25 cm in Längsrichtung • Spitzendstück wird eingelegt (s. Detailbild)	
3. Querversatz (radial verschobene Rohrverbindung) • Ausdehnung: ≥ 20 mm • Sanierung unter GW-Zufluss bei ca. 50 % der Rohrhöhe	
4. Abwinkelung (verschobene Rohrverbindung im Winkel) • Ausdehnung: $\geq 9^\circ$ • Sanierung unter GW-Zufluss bei ca. 50 % der Rohrhöhe	

Tabelle 4 Schadensbilder für Kurzliner (obere Leitung, Testaufbau II)

Schadensbilder für Kurzliner (obere Leitung, Testaufbau II)	
5. Schadhafter Werkstoffwechsel - Formstück Steinzeug DN 150 mit Abzweig DN 100 → PVC DN 100 - Formstück ist zur Waagerechten um 15° nach oben geführt - Zusätzlicher Zugang durch PVC-Leitungen DN 100, die mit Bögen < 45° zur Oberfläche führt	
6. Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel - Guss DN 150 → PVC DN 125 - Sohlgleicher Einbau	
7. Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel - Steinzeug DN 150 → PVC DN 125 - Sohlgleicher Einbau	
8. Scherbe (Rohrbruch / Einsturz) im 45°-Bogen Spitzendstück wird nicht eingelegt (s. Detailbild)	

4.4 Versuchsaufbau

Im Großversuchsstand des IKT mit den lichten Abmessungen $b \times h \times l = 6 \times 6 \times 15$ m wurden die ausgewählten Leitungsverläufe von insgesamt 8 Versuchsaufbauten mit 24 Leitungen (8x untere Leitung, 16x obere Leitung, vgl. Bild 2) für die Untersuchungen an Kurzlinern in ein Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0-8 mm eingebaut (vgl. Bild 6).

Zur Vorbereitung des Aufbaus mussten zunächst 40 Kernbohrungen an zahlreichen Betonrohren und Schachtbauteilen zur Aufnahme der Anschlussstutzen ausgeführt werden (Bild 5).



Bild 5 Vorbereitung der Großversuche: Kernbohrungen an Betonrohren (links) und Schachtbauteilen (rechts)

Die Rohre zur Darstellung der Schadensbilder wurden vor dem Einbau präpariert. Hier wurden Rissbilder in die Rohre gefräst, Dichtungen ganz oder teilweise entfernt, Scherben herausgearbeitet und Rohre abgelängt. Insgesamt wurden 64 Schadensbilder (8 Anbieter mit je 8 Schadensbildern) hergestellt und für den Einbau im Großversuchsstand vorbereitet.

Zunächst wurde ein Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0-8 mm als Planum lagenweise in den Großversuchsstand eingebracht und verdichtet. Eingebaut wurden zudem senkrecht stehende Dränagerohre, welche für die Messung und Regulierung des Grundwasserstandes erforderlich waren und daher mit einer Kiespackung umhüllt wurden (Bild 6).



Bild 6 Vorbereitung der Großversuche: Planum mit aufragenden Dränagerohren (links) und Kiesumhüllung der Dränagerohre (rechts)

Zur Vermeidung von Bodeninfiltrationen unter Außenwasserdruck wurden die Schadensbilder außen mit Kies umhüllt und dann mit einem Vlies umwickelt (vgl. Bild 7).



Bild 7 Herstellen der Schadensbilder: Umhüllen der Schadensbilder mit einer Kiespackung und Umwickeln mit einem Vlies

Das Kies-Sand-Gemisch wurde in den engen Räumen zwischen den Leitungen per Handstampfung und oberhalb mit einer Rüttelplatte verdichtet. Im Bild 8 ist die untere Lage mit Anschlussschacht und Hauptleitung sowie der Einsatz einer Schablone für den Einbau des Schadensbildes „Abwinkelung“ dargestellt.

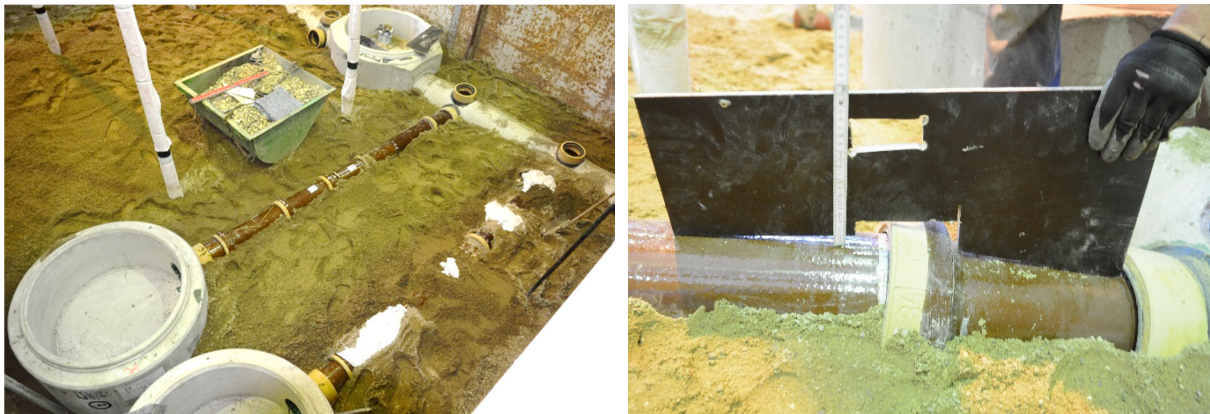


Bild 8 Einbau der unteren Rohrlage: Draufsicht mit Anschlussschacht und Hauptleitung (links) und Schablone für den Einbau des Schadensbildes „Abwinkelung“ (rechts)

Bild 9 (links) zeigt die bereits eingebaute untere Lage der Rohre mit den aufragenden Dränagerohren zur späteren Kontrolle der Grundwasserstände. Im Bild 9 (rechts) sind bereits zwei der aufgehenden Schachtringe mit den Anschlüssen für die obere Lage montiert.

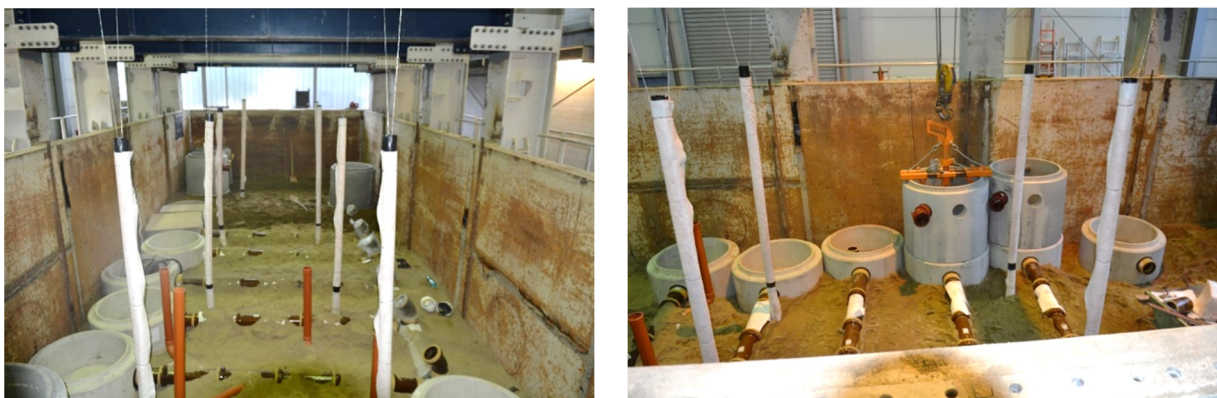


Bild 9 Einbau der unteren Rohrlage: Übersicht (links) und Setzen der nächsten Schachtringe mit Anschlüssen für die obere Rohrlage (rechts)

Etwa einen Meter über der unteren Rohrlage wurde die obere Lage eingebaut. Ab einer Höhe von 30 cm über dem Rohrscheitel wurde das Kies-Sand-Gemisch mit einer Rüttelplatte verdichtet. Bild 10 zeigt eine Draufsicht auf die Leitungen vor der Überschüttung.



Bild 10 Einbau der oberen Rohrlage für Kurzliner

Abschließend wurden die Leitungen für die Abzweige (SB 5) nach oben geführt und der Großversuchsstand lagenweise mit dem Kies-Sand-Gemisch gefüllt. Jede Lage wurde mit einer Rüttelplatte verdichtet. Bild 11 zeigt den komplett verfüllten und fertig vorbereiteten Großversuchsstand.



Bild 11 Großversuchsstand nach Abschluss der Einbauarbeiten

5 Bewertungschema

5.1 Überblick

Ziel der IKT-Warentests ist es, am Markt angebotene Produkte, Verfahren bzw. Leistungen zu bewerten, mögliche Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Produkt-, Verfahrens- bzw. Leistungsanbietern auch genutzt werden. Der Kanalnetzbetreiber als Kunde gibt vor, welche Qualitätsanforderungen an die Produkte, Verfahren bzw. Leistungen gestellt werden und wie diese vor diesem Hintergrund zu bewerten sind. Im vorliegenden IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“ wurden Anbieter mit den von ihnen eingesetzten Systemen einem mehrteiligen Test unterzogen:

- „Systemprüfungen“,
- „Qualitätssicherung“ und
- „Baustellenuntersuchungen“ zur Plausibilitätsprüfung.

Die Bewertungsnote gründet sich auf Ergebnissen der drei Bewertungsschwerpunkte, den „Systemprüfungen“, der „Qualitätssicherung“ und den „Baustellenuntersuchungen“. Die Ergebnisse aus den „Baustellenuntersuchungen“ fließen allerdings ausschließlich in das Kriterium „Besonderen Auffälligkeiten“ im Zuge der „Qualitätssicherung“ ein.

Als Zusatzinformationen werden „Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung“, „Haftzugfestigkeit“, „Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion, Untergrundvorbereitung und Reinigung)“, „Einsatztage vor Ort“, „Anzahl der Sanierer“, „Zeitbedarf für die Vorarbeiten und Sanierung“ und „Kosten (ohne MwSt.)“ dargestellt.

Tabelle 5 zeigt das durch die Netzbetreiber festgelegte Bewertungsschema mit den Bewertungsschwerpunkten inkl. Wichtung.

Tabelle 5 Bewertungsschema (Überblick) mit Wichtung

Bewertungsschema			
Systemprüfungen	85%	Qualitätssicherung	15%
Dichtheit	60%	Verfahrenshandbuch	20%
Infiltrationsdichtheit I (IF I) unter Grundwasserstand und Betriebslasten • Testaufbau I, 50% • Testaufbau II, 50%	70%	Schulungen • Schulungskonzept Anbieter, 50% • Schulungsnachweis Sanierer, 50%	20%
Infiltrationsdichtheit II (IF II) unter Starkregenlasten (Rückstauereignisse und wechselnder Grundwasserstand) • Testaufbau I, 50% • Testaufbau II, 50%	30%	DIBt-Zulassung	20%
Betriebssicherheit	20%	Fremdüberwachung	
Abflussverhalten • nach Fertigstellung, 20% • nach HD-Reinigung-Standard, 40% • nach HD-Reinigung-Maximum, 40%	50%	• Werksherstellung, 50% • Ausführung vor Ort, 50%	20%
Querschnittsreduzierung	30%	Besondere Auffälligkeiten	20%
Inspizierbarkeit • nach Fertigstellung, 20% • nach HD-Reinigung-Standard, 40% • nach HD-Reinigung-Maximum, 40%	20%		
Standssicherheit	20%		
Kurzliner-Standssicherheit, d.h. kein statisches Versagen wie: Lösen des Haftverbundes/ Risse/ Übermäßige Verformung/ Stabilitätsversagen	70%		
Verhindern von Bodeneindrang	30%		

Das detaillierte Bewertungsschema mit den Benotungen der Systeme hinsichtlich der „Systemprüfungen“ und der „Qualitätssicherung“ ist in den nachfolgenden Abschnitten 5.2 und 5.3 dargestellt. In Abschnitt 5.4 werden die Baustellenuntersuchungen beschrieben.

5.2 Systemprüfungen

Der Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“ geht mit 85 % in das jeweilige Prüfteil ein und wird mit Noten zwischen „sehr gut (1,0)“ und „ungenügend (6,0)“ bewertet. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die Kriterien Dichtheit (60 %), Betriebssicherheit (20 %) und Standsicherheit (20 %) (vgl. Tabelle 6) ein.

Tabelle 6 Bewertungsschema Systemprüfungen

Prüfkriterium und Gewichtung	Bewertung
Dichtheit (60 %) • Infiltrationsdichtheit I unter Grundwasserstand und Betriebslasten (70 %) • Infiltrationsdichtheit II unter Starkregenlasten (30 %)	Von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“
Betriebssicherheit (20 %) • Abflussverhalten (50 %) • Querschnittsreduzierung (30 %) • Inspizierbarkeit (20 %)	
Standsicherheit (20 %) • Kurzliner-Standsicherheit (70 %) • Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	

Dichtheit

Die „Dichtheit“ wird anhand der Ergebnisse der Infiltrationsdichtheit I (IF I) unter Grundwasserstand und Betriebslasten sowie Infiltrationsdichtheit II (IF II) unter Starkregenlasten (Rückstauereignisse und wechselnder Grundwasserstand) bewertet, die mit 70 % bzw. 30 % gewichtet werden. Für die Benotung der Infiltrationsdichtheit I und Infiltrationsdichtheit II werden in Abhängigkeit des Abdichtungs-Erfolges je Schadensbild Kritikpunkte jeweils für den schlechtesten Zustand während des gesamten Belastungszeitraums vergeben. Die jeweiligen Kritikpunkte für die vier Schadensbilder in der unteren Leitung (Testaufbau I) und der oberen Leitung (Testaufbau II) (vgl. Abschnitt 4.3) werden addiert und anschließend wird gemäß Tabelle 7 eine Einzelnote je Leitung vergeben. Die Endnote für die Infiltrationsdichtheit I oder Infiltrationsdichtheit II ergibt sich jeweils aus dem Mittelwert beider Einzelnoten für die untere und obere Leitung.

Für die Belastungen werden entsprechend dem Bewertungsschema in Tabelle 7 für jedes Schadensbild (Bereich zwischen 7 - 5 Uhr) jeweils 0 Kritikpunkte vergeben, wenn keine Auffälligkeit (Farbbezeichnung: „Grün“) vorliegt. Für optische Auffälligkeiten „Verfärbungen und/oder Feuchtigkeit“ (Farbbezeichnung: „Gelb“) werden 0,5 Kritikpunkte vergeben. Die „Feuchtigkeit“ ist eine Auffälligkeit, in der kein kontinuierlicher Fremdwasser-Eintritt, wie Nässe (Glänzen) an der Wandung und/oder weniger als drei Tropfen in fünf Sekunden, erkennbar ist. Für eine erkennbare Auffälligkeit Infiltration „Tropfen“ (Farbbezeichnung: „Hell-Rot“), Infiltration „Fließen“ (Farbbezeichnung: „Rot“) und Infiltration „Wasserschwall“ (Farbbezeichnung: Dunkel-Rot) werden 3, 4 bzw. 5 Kritikpunkte vergeben. Die Infiltration „Tropfen“ ist eine Auffälligkeit, in der ein Fremdwasser-Eintritt, mindestens drei Tropfen in fünf Sekunden, erkennbar ist.

Im Sohlbereich (5 - 7 Uhr) wird ausschließlich die Auffälligkeit Infiltration „Wasserschwall“ bewertet, da aufgrund von fließendem oder stehendem Wasser eine vergleichende Bewertung der weiteren Auffälligkeiten nicht eindeutig möglich ist.

Das Kriterium wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn alle sanierten Schadensbilder keine Auffälligkeit aufweisen (0 Kritikpunkte). Ab fünf Kritikpunkten jeweils für die untere oder obere Leitung wird die Note 6,0 (ungenügend) vergeben. In Tabelle 7 ist das Bewertungsschema mit den Kritikpunkten dargestellt.

Tabelle 7 Bewertungsschema für das Kriterium „Dichtheit“ (IF I und IF II)

Kritikpunkte Keine – 0 (Grün) Optische Auffälligkeiten „Feuchtigkeit/ Verfärbung“ – 0,5 (Gelb) Infiltration „Tropfen“ – 3 (Hell-Rot) Infiltration „Fließen“ – 4 (Rot) Infiltration „Wasserschwall“ – 5 (Dunkel-Rot)	Benotung
0	1,0
1	2,0
2	3,0
3	4,0
4	5,0
≥ 5	6,0

Betriebssicherheit

Die „Betriebssicherheit“ wird anhand der Ergebnisse „Abflussverhalten“, „Querschnittsreduzierung“ und „Inspizierbarkeit“ bewertet, die mit 50 %, 30 % bzw. 20 % gewichtet werden.

Bei dem Kriterium „**Abflussverhalten**“ wird bewertet, ob die Entsorgungssicherheit des Kanalabschnitts wiederhergestellt ist, d.h. der Eindruck, inwieweit der Zustand stabilisiert wurde und der Kanalabschnitt frei von Abflusshindernissen sowie Verstopfungsgefahren ist. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Netzbetreibern anhand von Videodokumentationen mit Notenvergabe vorgenommen. Hierbei wurden für jedes sanierte Schadensbild Noten zwischen 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle zulässig war. Eine Note „4“ (ausreichend) oder besser wird dabei als „bestanden“ angesehen. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber wurden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt. Bei der Bewertung wird zwischen den Zuständen nach Fertigstellung, Hochdruckreinigung-Standard und Hochdruckreinigung-Maximum unterschieden, wobei die Bewertungen zu 20 % (nach Fertigstellung), 40 % (nach Hochdruckspülung-Standard) und 40 % (nach Hochdruckspülung-Maximum) gewichtet werden.

Die „**Querschnittsreduzierung**“ wird anhand des Passierens von Holzkugeln mit verschiedenen Durchmessern (vgl. Tabelle 8) durch das sanierte Schadensbild bewertet (vgl. Bild 12, links). Die Holzkugeln werden mit einer maximalen Ziehkraft von 75 N (vgl. Bild 12, rechts) mit einer Seilwinde (Zieh-Geschwindigkeit: 50 Umdrehungen/min) durch das Rohr gezogen.



Bild 12 Prüfaufbau (links), Feder-Kraftmesser (rechts)

An den folgenden Schadensbildern (vgl. Abschnitt 4.3) wird die Überprüfung der „Querschnittsreduzierung“ durchgeführt:

- Rissbildung
- Verschobene Rohrverbindung (radial)
- Verschobene Rohrverbindung (im Winkel)
- Rohrbruch / Einsturz im 45° Winkel
- Nennweitenwechsel und Werkstoffwechsel (Guss-PVC)
- Nennweitenwechsel und Werkstoffwechsel (PVC-STZ)

Die Tabelle 8 stellt das Prüfprogramm für die „Querschnittsreduzierung“ dar.

Tabelle 8 Prüfprogramm für die „Querschnittsreduzierung“

Prüfprogramm „Querschnittsreduzierung“	
Kugelgrößen für DN 150	Kugelgrößen für DN 125
135 mm	110 mm
130 mm	105 mm
125 mm	100 mm
120 mm	95 mm
115 mm	90 mm

Die Note für jedes zu bewertende Schadensbild ergibt sich aus dem Durchmesser der größten Kugel, die das Rohr durchquert (vgl. Bild 13). Maßtoleranzen der Altrohre werden durch eine Korrektur des Kugeldurchmessers ($K_{kor.}$) gemäß Formel 1 berücksichtigt. Der Mittelwert über die sechs Schadensbilder ergibt die Endnote.

Formel 1 Korrektur des Kugeldurchmessers

$$K_{kor.} = K \cdot \frac{DN}{DN_i}$$

mit:

$K_{kor.}$ = korrigierter Kugeldurchmesser

K = Durchmesser der größten Kugel, die das Rohr durchquert

DN = Innenrohrdurchmesser für DN 150 STZ (150 mm) und DN 125 PVC (118,6 mm)

DN_i = Durchschnittlicher Innendurchmesser des Altrohrs

Bild 13 zeigt die Bewertungsschemata je Schadensbild für das Kriterium „Querschnittsreduzierung“.

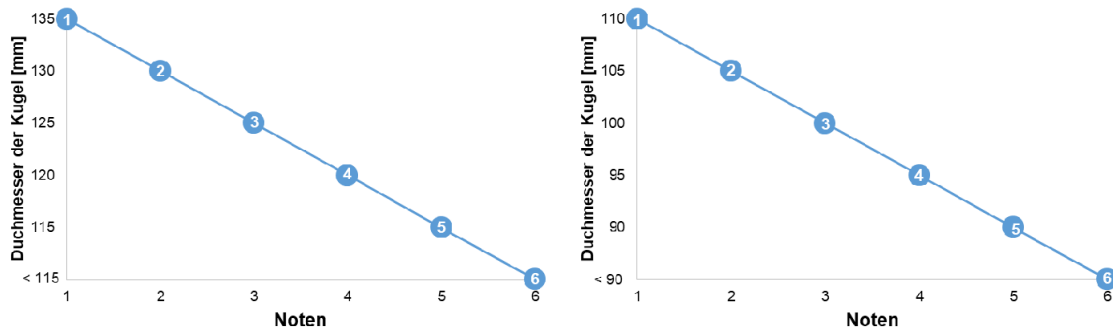


Bild 13 Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Querschnittsreduzierung“ – DN 150 (links) und DN 125 (rechts)

Bei der „**Inspizierbarkeit**“ werden die Kurzlinersysteme bezogen auf Farbunterschiede, Kontraste in der Oberfläche und/ oder Spiegelungen bewertet. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Netzbetreibern anhand von Videodokumentationen mit Notenvergabe vorgenommen. Hierbei wurden je Anbieter unabhängig von den einzelnen Schadensbildern Noten zwischen 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle zulässig war. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber wurden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt.

Bei der Bewertung wurde zwischen den Zuständen nach Fertigstellung, Hochdruckreinigung-Standard und Hochdruckreinigung-Maximum unterschieden, wobei die Bewertungen zu 20 % (nach Fertigstellung), 40 % (nach Hochdruckspülung-Standard) und 40 % (nach Hochdruckspülung-Maximum) gewichtet werden.

Standssicherheit

Die „Standssicherheit“ wird anhand der Ergebnisse „Kurzliner-Standssicherheit“ und „Verhindern von Bodeneindrang“ bewertet, die mit 70 % bzw. 30 % gewichtet werden.

Das Kriterium „**Kurzliner-Standssicherheit**“ wird für den Lastfall von maximal 2 m Außenwasserdruck bewertet. Dabei werden die eingesetzten Systeme mit Blick auf die Wirkungsweise wie folgt unterschieden:

- Fall 1: Vollflächige Verklebung mit dem Altrohr
- Fall 2: Keine vollflächige Verklebung mit dem Altrohr

Für **Fall 1 „Vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“** werden als Kritikpunkte „Rissbildung“, „Übermäßige Verformung“, „Stabilitätsversagen“ und „Lösen des Haftverbundes (visuell)“ gemäß Tabelle 9 vergeben und nach dem Bewertungsschema in Tabelle 10 benotet. Die Bewertung der Kriterien wird visuell nach Ausbau der sanierten Rohrabschnitte vorgenommen.

Tabelle 9 Fall 1 – Kritikpunkte für das Kriterium „Kurzliner-Standssicherheit“

Kritikpunkte „Rissbildung“
Keine – 0 Rissbildung – 3
Kritikpunkte „Übermäßige Verformung“
Keine – 0 Übermäßige Verformung – 4
Kritikpunkte „Stabilitätsversagen“
Kein – 0 Stabilitätsversagen – 5
Kritikpunkte „Lösen des Haftverbundes (visuell)“
Unauffällig: Breite (b) < 1,5 cm oder Tiefe (t) ≤ 0,5 cm – 0 ¹ Stellenweise: Breite (b) < 50% oder Tiefe (t) < 5 cm – 0,5 ¹ Teilweise: Breite (b) ≥ 50% und Tiefe (t) ≥ 5 cm – 1 ¹ Großflächig: ≥ 50% Ablösung des gesamten Liners – 4 Komplett: 100% Ablösung des gesamten Liners – 5

¹ Lösen des Haftverbundes, b und t gemessen an den Liner-Enden; Auffälligkeiten beider Liner-Enden werden summiert.

Ein System wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn keine Kritikpunkte vorhanden sind (0 Kritikpunkte). Ab fünf Kritikpunkten wird die Note 6,0 (ungenügend) vergeben.

In der nachfolgenden Tabelle 10 ist das Bewertungsschema für das Kriterium „Kurzliner-Standssicherheit“ dargestellt.

Tabelle 10 Fall 1 „Vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“ – Bewertungsschema „Kurzliner-Standsicherheit“

Bewertung „Kurzliner-Standsicherheit“	Benotung
0 Kritikpunkte	1,0
1 Kritikpunkt	2,0
2 Kritikpunkte	3,0
3 Kritikpunkte	4,0
4 Kritikpunkte	5,0
≥ 5 Kritikpunkte	6,0

Bei **Fall 2 „Keine vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“** wird hier auf einen vollflächigen Haftverbund zum Altrohr planmäßig verzichtet. Eine im Versuch beobachtete „Kurzliner-Standsicherheit“ gilt dann als Systemverhalten, wenn sie durch einen entsprechenden statischen Nachweis belegt werden kann.

Die Kritikpunkte (je ein Kritikpunkt) beziehen sich dann auf Mängel in folgenden Leistungsdimensionen:

- Belastung – Statischer Nachweis spiegelt Versuchsbedingungen wider: Belastungen werden mit angemessenen Sicherheitsbeiwert aufgenommen
- Gebrauchstauglichkeit (z.B. Verformungen, Risse vernachlässigbar)
- Materialeigenschaften/ Wandaufbau – wie statischer Nachweis
- Geometrie – Wanddicke und Ringspalt wie statischer Nachweis

Bei den Kritikpunkten wird zum einen der statische Nachweis hinsichtlich seiner Plausibilität (Sanierungsbedingungen der Systemprüfungen) überprüft und zum anderen eine visuelle Bewertung der Sanierung mit Blick auf o. g. Auffälligkeiten vorgenommen.

Ein System wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn ein statischer Nachweis vorgelegt wird und 0 Kritikpunkte vorliegen. Falls kein statischer Nachweis für ein sicheres Systemverhalten vorgelegt werden kann oder 4 Kritikpunkte vorhanden sind, erhält das System die Note „mangelhaft (5,0)“. Bei „Stabilitätsversagen“ wird die Note „ungenügend (6,0)“ vergeben.

In der nachfolgenden Tabelle 11 ist das Bewertungsschema für Fall 2 für das Kriterium „Kurzliner-Standsicherheit“ dargestellt.

Tabelle 11 Fall 2 „Keine vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“ – Bewertungsschema „Kurzliner-Standsicherheit“

Fall 2: Bewertung „Kurzliner-Standsicherheit“	Benotung
Statischer Nachweis vorhanden und 0 Kritikpunkte	1,0
Statischer Nachweis vorhanden und 1 Kritikpunkt	2,0
Statischer Nachweis vorhanden und 2 Kritikpunkte	3,0
Statischer Nachweis vorhanden und 3 Kritikpunkte	4,0
Kein statischer Nachweis vorhanden oder 4 Kritikpunkte	5,0
Stabilitätsversagen	6,0

Bei dem Kriterium „**Verhindern von Bodeneindrang**“ werden als Kritikpunkte Infiltration „Fließen“ und Infiltration „Wasserschwall“ gemäß Tabelle 12 gesammelt und nach dem Bewertungsschema in Tabelle 13 benotet.

Bewertet wird jeweils der schlechteste Zustand eines Schadenbildes über alle betrachteten Zeiträume des Kriteriums „Infiltrationsdichtheit IF I und IF II“. Die Zustände „Bodeneindrang nicht möglich“, Optische Auffälligkeiten „Feuchtigkeit/ Verfärbung“ und Infiltration „Tropfen“ werden mit 0 Kritikpunkten bewertet, da hier kein Risiko für Bodeneindrang erwartet wird. Bei einer Infiltration in Form eines „Fließen“ werden 3 Kritikpunkte und bei einer Infiltration „Wasserschwall“ 5 Kritikpunkte vergeben. Die Summe der Kritikpunkte über alle acht Schadensbilder ergibt die Note.

Tabelle 12 Kritikpunkte für das Kriterium „Verhindern von Bodeneindrang“

Kritikpunkte „Verhindern von Bodeneindrang“
• Bodeneindrang nicht möglich – 0 (Grün) • Optische Auffälligkeiten „Feuchtigkeit/ Verfärbung“ – 0 (Gelb) • Infiltration „Tropfen“ – 0 (Hell-Rot) • Infiltration „Fließen“ – 3 (Rot) • Infiltration „Wasserschwall“ – 5 (Dunkel-Rot)

Ein System wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn keine Kritikpunkte vorhanden sind (0 Kritikpunkte). Ab fünf Kritikpunkten wird die Note 6,0 (ungenügend) vergeben. In der nachfolgenden Tabelle 13 ist das Bewertungsschema für das Kriterium „Verhindern von Bodeneindrang“ dargestellt.

Tabelle 13 Bewertungsschema „Verhindern von Bodeneindrang“

Bewertung „Verhindern von Bodeneindrang“	Benotung
0 Kritikpunkte	1,0
3 Kritikpunkte	4,0
≥ 5 Kritikpunkte	6,0

Zusätzlich zu den beschriebenen Prüfungen werden als „**Zusatzinformationen**“ die nachstehend aufgelisteten Punkte in die Gesamtbewertung (ohne Benotung) einbezogen:

- Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung (Aufgraben)
- Haftzugfestigkeit
- Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung)
- Einsatztage vor Ort
- Anzahl der Sanierer
- Zeitbedarf für Vorarbeiten und Sanierung
- Kosten (ohne MwSt.)

5.3 Qualitätssicherung

Im Bewertungspunkt „Qualitätssicherung“ wird untersucht, inwieweit der Anbieter die Qualität seines Systems überwacht bzw. Maßnahmen zur Qualitätssicherung nachweist.

Zu den folgenden Kriterien, die jeweils mit 20 % gewichtet werden, wurden von den Anbietern Unterlagen angefordert und ausgewertet:

- **Verfahrenshandbuch (20 %)**

Eine Grundvoraussetzung für die Anwendung eines Sanierungssystems auf einer Baustelle ist eine aussagekräftige Verfahrensbeschreibung und das Vorhandensein von technischen Merkblättern für das ausführende Personal. Das Verfahrenshandbuch und die technischen Merkblätter sollten nachvollziehbar strukturiert und übersichtlich aufgebaut sein, ausführliche Informationen zu den Einsatzbereichen des Verfahrens enthalten sowie die Handhabung des Materials und den Einbauprozess detailliert beschreiben. Bei Verwendung von gesundheitsgefährdendem Material bzw. Verletzungsgefahr beim Einbau sollten entsprechende Sicherheits- und Warnhinweise enthalten sein.

- **Schulungen (20 %): Schulungen des Sanierers (50 %), Schulungsangebote des Anbieters (50 %)**

Zur Qualifizierung sollte das ausführende Personal Schulungen besucht haben, in denen die Handhabung des Sanierungssystems erlernt werden kann und praktische Tipps aus Erfahrungen des Herstellers weitergegeben werden. Im Idealfall werden in den Schulungen sowohl theoretische Grundlagen behandelt als auch die praktische Anwendung der Verfahren an Teststrecken eingeübt. Ein Beleg für den Besuch dieser Schulungen sind entsprechende Zertifikate der Schulungsträger.

- **DIBt-Zulassung (20 %)**

Die Qualität der eingesetzten Systeme sollte durch unabhängige, praxisnahe Prüfungen nachgewiesen worden sein. Da die bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) i.d.R. mit Bezug auf die bei der Zu-

lassungsprüfung eingesetzten Systeme vergeben wird, stellt diese eine Beurteilung der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Sanierungssystems hinsichtlich bauaufsichtlicher Anforderungen dar. Die DIBt-Zulassung kann somit auch qualitätssichernd im vorgenannten Sinne wirken. Darüber hinaus sind Hinweise zur Umweltverträglichkeit, Entsorgbarkeit und Prüfungen zu Materialeigenschaften von Bedeutung.

- **Fremdüberwachung (20 %): Werksherstellung (50 %) und Ausführung vor Ort (50 %)**

Die häufig in Ausschreibungen geforderte Fremdüberwachung von Sanierungsmaßnahmen kann der Qualitätssicherung dienen. Daher sollten die eingesetzten Sanierungssysteme nachweislich am Markt auch mit einer qualifizierten Fremdüberwachung (z.B. Güteschutz Kanalbau oder vergleichbar) angeboten werden. Darüber hinaus sollte eine werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung nachgewiesen werden.

- **Besondere Auffälligkeiten (20 %)**

Ergänzend wurde auch das Kriterium „Besondere Auffälligkeiten (20 %)“ bei der Qualitätssicherung bewertet. Dies galt als bestanden (+), sofern im Zuge der üblichen Sanierungsbegleitung durch das IKT sowohl im Labor als auch in situ keine zu beanstandenden Besonderheiten beobachtet wurden.

Der Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ geht insgesamt zu 15 % in das jeweilige Prüfurteil ein. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die fünf oben aufgeführten Prüfkriterien ein. Die Kriterien werden mit „+/-“ (nachgewiesen / nicht nachgewiesen) bewertet und fließen mit 20 % in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ ein. Für die Kriterien „Schulungen“ und „Fremdüberwachung“ werden die jeweils zwei Unterkriterien zu gleichen Anteilen gewichtet. In Tabelle 14 ist das Bewertungsschema und auf Bild 14 die lineare Funktion für das Kriterium „Qualitätssicherung“ dargestellt.

Tabelle 14 Bewertungsschema für das Kriterium „Qualitätssicherung“

Kriterium	Bewertung	Gewichtung
Verfahrenshandbuch	+ / -	20 %
Schulungen: Schulungskonzept des Anbieters (50 %), Schulungsnachweis des Sanierers (50 %)	+ / - + / -	20 %
DIBt-Zulassung	+ / -	20 %
Fremdüberwachung: Werksherstellung (50 %), Ausführung vor Ort (50 %)	+ / - + / -	20 %
Besondere Auffälligkeiten	+ / -	20 %

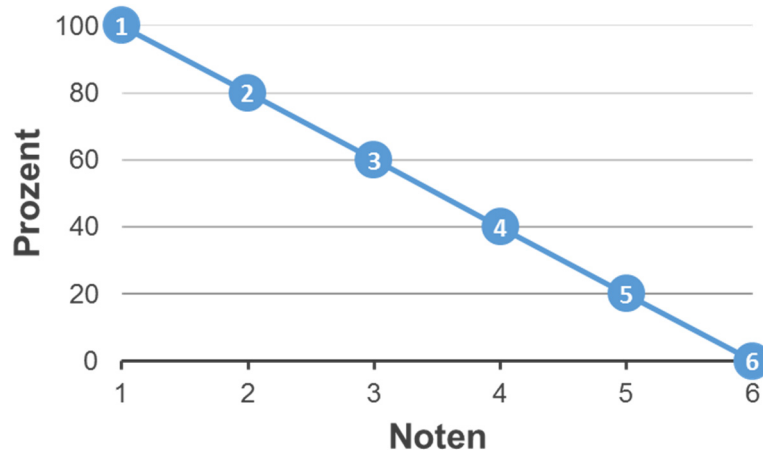


Bild 14 Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Qualitätssicherung“

5.4 Baustellenuntersuchungen

Die Baustellenuntersuchungen dienen der Erfassung der grundsätzlichen Handhabbarkeit der Sanierungsverfahren unter Praxisbedingungen. Entsprechend wurde durch die Baustellenuntersuchungen die Plausibilität der Einsätze in den IKT-Versuchsständen überprüft. Hierzu wurden die wesentlichen Arbeitsschritte vor Ort beobachtet. Insbesondere wurden Art und Umfang der Vorarbeiten aufgenommen und Abweichungen zu den Angaben in den Verfahrenshandbüchern bzw. zu den Arbeiten in den IKT-Versuchsständen erfasst. Darüber hinaus werden die Baustellenuntersuchungen in der Bewertung der „Qualitätssicherung“ beim Kriterium „Besonderen Auffälligkeiten“ herangezogen. Im vorliegenden Fall wurden bei keinem der Anbieter zu beanstandende Besonderheiten beobachtet. Eine detaillierte Darstellung der Baustellenuntersuchungen findet sich in [1].

6 Testergebnisse Kurzliner für Hausanschlüsse

In diesem Abschnitt wird das Ergebnis des Vergleichstests „Kurzliner für Hausanschlüsse“ dargestellt. Die Prüfurteile werden aus den Bewertungsschwerpunkten „Systemprüfungen“ (85 %) und „Qualitätssicherung“ (15 %) gebildet.

6.1 Testtabelle IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der „Systemprüfungen“ und „Qualitätssicherung“ und die gebildeten Prüfurteile zusammen. Sie enthält darüber hinaus Zusatzinformationen zu den weiterführenden Prüfungen „Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung“ und „Haftzugfestigkeit“. Zudem wurden die vorbereitenden Maßnahmen (Erstinspektion, Untergrundvorbereitung und Reinigung), die Einsatztage vor Ort, die Anzahl der Sanierer, der Zeitbedarf für die Vorarbeiten und Sanierung und die Nettokosten für die Sanierung angegeben.

Das Gesamtergebnis des IKT-Warentests „Kurzliner“ bestätigt, dass es grundsätzlich möglich ist, ein qualitativ ansprechendes Sanierungsergebnis zu erzielen. Allerdings zeigte der Test auch, dass die Qualität zwischen den einzelnen Anbietern Unterschiede aufweist. Es wurden Noten von „SEHR GUT“ bis „BEFRIEDIGEND“ vergeben.

Das beste Ergebnis hat der Anbieter „Twinbond“ mit der Note SEHR GUT (1,2) erzielt, gefolgt von dem Anbieter „Trelleborg“ mit der Note SEHR GUT (1,4). Die Anbieter „Bodenbender“, „BKP“, „Cosmic“ und „MC-Bauchemie“ erhalten die Note GUT (1,7, 2,5, 2,5 und 2,5). Ein befriedigendes Ergebnis erzielten die Anbieter „Alocit“ und „I.S.T.“ (Noten 2,7 und 2,9).

IKT - Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“

Testaufgabe: Sanierung von acht A-Schäden gemäß NRW-Bildreferenzkatalog
und anschließende Belastung durch Grundwasser, Betriebslasten und Rückstau

Anbieter		Twinbond Liner	Trelleborg Pipe Seals	Bodenbender	BKP Berolina	Cosmic Engineering	MC-Bauchemie	alocit Chemie	I.S.T.
System		TbL-Verfahren	epros DrainPacker	Point-Liner-System	Berolina Repair System	TopHat Kurzliner	Konudur LM-Liner	Alocit Kurzlinersystem	Spot Repair System
eingebaut durch		JT-elektronik GmbH	Trelleborg Pipe Seals	Bodenbender	Casseler-Kanal-Technik	Cosmic Engineering	Sanierungstechnik Dommel	KANAL PLUS	I.S.T.
IKT - Prüfurteil*		SEHR GUT 1,2	SEHR GUT 1,4	GUT 1,7	GUT 2,5	GUT 2,5	GUT 2,5	BEFRIEDIGEND 2,7	BEFRIEDIGEND 2,9
Systemprüfungen	85 %	sehr gut 1,2	sehr gut 1,5	gut 1,9	befriedigend 2,7	befriedigend 2,6	befriedigend 2,8	befriedigend 3,0	befriedigend 3,2
1. Dichtheit	60 %	1,0	1,0	2,1	3,1	3,2	3,1	3,5	3,6
... unter Grundwasserstand und Betriebslasten ¹ - Infiltration I	70 %	1,0	1,0	2,3	3,5	3,8	3,0	3,8	3,5
• Testaufbau I	50 %	1,0	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0	2,0	1,0
• Testaufbau II	50 %	1,0	1,0	2,0	6,0	4,5	5,0	5,5	6,0
... unter Starkregenlasten - Infiltration II (Rückstau, Grundwasser-Wechsel) ²	30 %	1,0	1,0	1,8	2,3	1,8	3,3	3,0	3,8
• Testaufbau I	50 %	1,0	1,0	2,5	3,0	2,0	1,5	1,0	1,5
• Testaufbau II	50 %	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5,0	5,0	6,0
2. Betriebssicherheit	20 %	2,2	2,4	2,1	1,9	2,5	2,1	1,9	2,1
Abflussverhalten ³	50 %	2,5	2,6	1,8	2,0	2,6	1,9	2,1	2,3
Querschnittsreduzierung	30 %	1,7	2,6	3,0	2,0	2,4	2,5	1,6	2,1
Inspizierbarkeit ³	20 %	2,3	1,9	1,6	1,7	2,1	1,8	1,9	1,7
3. Standsicherheit	20 %	1,0	2,1	1,0	2,3	1,0	2,6	2,6	3,2
Kurzliner-Standsicherheit	70 %	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	2,0	2,0	2,0
Verhindern von Bodeneindrang	30 %	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	4,0	4,0	6,0
Qualitätssicherung ⁴	15 %	sehr gut 1,0	sehr gut 1,0	sehr gut 1,0	sehr gut 1,0	gut 2,0 keine DIBt-Zulassung ¹³	sehr gut 1,0	sehr gut 1,0	sehr gut 1,0
Zusatzinformationen (nicht benotet)									
Druckprüfung nach Aufgraben, Anzahl: dicht/ undicht/ n.b.		8 / 0 / 0	6 / 0 / 2 ⁵	3 / 1 / 4 ⁵	7 / 1 / 0	0 / 0 / 8 ⁶	6 / 1 / 1 ⁵	2 / 1 / 5 ⁵	5 / 1 / 2 ⁵
Haftzugfestigkeit Ø / Minimum (N/mm²)		3,1 / 2,9	2,0 / 1,7	nicht bewertbar ⁷	1,9 / 0,8	nicht bewertbar ⁸	0,5 / 0,3	nicht bewertbar ⁷	3,2 / 2,8
Erstinspektion / Untergrundvorbereitung / Reinigung		ja / nein / ja ⁹	ja / fräsen / ja ⁹	ja / nein / ja ¹⁰	ja / anrauen / ja ¹⁰	ja / anrauen / ja ⁹	ja / fräsen / ja ⁹	ja / nein / ja ¹⁰	ja / fräsen / ja ⁹
Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer		2 Tage / 3 Personen	3 Tage / 3 Personen	3 Tage / 2 Personen	2 Tage / 2 Personen	2 Tage / 2 Personen	3 Tage / 2 Personen	3 Tage / 2 Personen	3 Tage / 2 Personen
Zeitbedarf für Vorarbeiten und Sanierung (ca.)		20 min / 14 h	165 min / 24 h	15 min / 25 h	25 min / 13 h	330 min / 10 h	200 min / 29 h	10 min / 10 h	300 min / 23 h
Kosten ohne MwSt. (ca.)		- ¹¹ EUR	1.900 EUR	3.600 EUR	800 ¹² EUR	- ¹¹ EUR	3.000 EUR	6.500 EUR	4.700 EUR

*Notenberechnung auf Basis ungerundeter Werte

1 Außenwasserdruckbelastungen 85 Tage (Außenwasserdruck: Testaufbau I 2 m, Testaufbau II 1 m).
2 Sieben wechselnde Grundwasserlasten und 14 Rückstauereignisse.
3 Bewertung anhand von Videobefahrungen durch die Lenkungskeitsmitglieder (Gewichtung: 20% direkt nach Sanierung; 40 % nach HD-Reinigung Standard-Druck und 40% nach HD-Reinigung max. Druck).
4 Bewertungskriterien: Verfahrenshandbuch, Schulungen, DIBt-Zulassung, Fremdüberwachung und besondere Auffälligkeiten.
5 n.b: Nicht bewertbar, da kein Druckaufbau möglich aufgrund unplanmäßiger Schäden am Altrohr.
6 Systembedingt nicht bewertbar.
7 Prüfung Haftzugfestigkeit nicht durchführbar aufgrund unplanmäßiger Risse im Altrohr.
8 Prüfung Haftzugfestigkeit systembedingt nicht durchführbar, da ein vollflächiger Verbund zwischen Altrohr und Kurzliner nicht vorgesehen ist.
9 Reinigung Altrohr vor Sanierung mit Hochdruck.
10 Reinigung Altrohr vor Sanierung mit Wasserschlauch (Hauswasserversorgung mit Leitungsdruck).
11 Keine Kosten in Rechnung gestellt.
12 Einbaukosten ohne Material, da Materialkosten vom Systemanbieter BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG getragen wurden.
13 Die LBO NRW gilt nicht für Leitungen der öffentlichen Abwasserentsorgung (LBO NRW §1 Absatz 2 Punkt 3).

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

TESTAUFBAU

Testaufbau I:

- Steinzeugrohr DN 150:
- Rissbildung
 - Scherbe (Rohrbruch/Einsturz)
 - Querversatz (radial verschobene Rohrverbindung)
 - Abwinkelung (verschobene Rohrverbindung im Winkel)

Testaufbau II:

- Verzweigtes Netz (Steinzeug, PVC, Guss – DN100/125/150):
- schadhafter Werkstoffwechsel
 - Nennweiten- und Werkstoffwechsel (2x)
 - Scherbe (Rohrbruch/Einsturz) im 45°-Bogen

6.2 Systemprüfungen

Die Ergebnisse aus den Systemprüfungen gehen mit 85 % in das jeweilige Prüfurteil ein und wurden mit Noten zwischen „sehr gut (1,0)“ und „ungenügend (6,0)“ bewertet. In diesen Bewertungsschwerpunkt flossen die drei Kriterien „Dichtheit“ (60 %), „Betriebs-sicherheit“ (20 %) und „Stand-sicherheit“ (20 %) ein (vgl. Abschnitt 5.2).

Die Bewertungen der acht getesteten Systeme hinsichtlich der o.g. Kriterien sowie die daraus hervorgehenden Gesamtnoten für die Systemprüfungen sind in der nachfolgenden Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15 Benotung der Systemprüfungen „Dichtheit“, „Betriebs-sicherheit“ und „Stand-sicherheit“

Anbieter	Note Dichtheit (60 %)¹	Note Betriebs- sicherheit (20 %)²	Note Stand-sicherheit (20 %)³	Note System- prüfung⁴
Alocit	3,5	1,9	2,6	3,0
BKP	3,1	1,9	2,3	2,7
Bodenbender	2,1	2,1	1,0	1,9
Cosmic	3,2	2,5	1,0	2,6
I.S.T.	3,6	2,1	3,2	3,2
MC-Bauchemie	3,1	2,1	2,6	2,8
Trelleborg	1,0	2,4	2,1	1,5
Twinbond	1,0	2,2	1,0	1,2

Notenschlüssel: 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 und ungenügend = 5,6-6,0

¹ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18 dargestellten Ergebnissen.

² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 19, Tabelle 20, Tabelle 21, Tabelle 22 und Tabelle 23 dargestellten Ergebnissen.

³ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 24, Tabelle 25, Tabelle 26 und Tabelle 27 dargestellten Ergebnissen.

⁴ Die Mittelwertberechnung erfolgt mit ungerundeten Werten.

6.2.1 Dichtheit

Die „**Dichtheit**“ (60 %) wird anhand der Ergebnisse der Infiltrationsdichtheit I (IF I) unter Grundwasserstand und Betriebslasten sowie Infiltrationsdichtheit II (IF II) unter Starkregenlasten (Rückstauereignisse und wechselnder Grundwasserstand) bewertet, die mit 70 % bzw. 30 % gewichtet werden. Für die Benotung der Infiltrationsdichtheit I und Infiltrationsdichtheit II werden in Abhängigkeit des Abdichtungs-Erfolges je Schadensbild Kritikpunkte jeweils für den schlechtesten Zustand während des gesamten Belastungszeitraums vergeben. Die jeweiligen Kritikpunkte für die vier Schadensbilder in der unteren Leitung (Testaufbau I) und der oberen Leitung (Testaufbau II) (vgl. Abschnitt 4.3) werden addiert und anschließend wird gemäß Tabelle 7 (s. Seite 23) eine Einzelnote je Leitung vergeben. Die Endnote für die Infiltrationsdichtheit I oder Infiltrationsdichtheit II ergibt sich jeweils aus dem Mittelwert beider Einzelnoten für die untere und obere Leitung.

Es werden entsprechend dem Bewertungsschema in Tabelle 7 für jedes Schadensbild (Bereich zwischen 7 - 5 Uhr) jeweils 0 Kritikpunkte vergeben, wenn keine Auffälligkeit (Farbbezeichnung: „Grün“) vorliegt. Für optische Auffälligkeiten „Verfärbungen und/oder Feuchtigkeit“ (Farbbezeichnung: „gelb“) werden 0,5 Kritikpunkte vergeben. Die „Feuchtigkeit“ ist eine Auffälligkeit, in der kein kontinuierlicher Fremdwasser-Eintritt, wie Nässe (Glänzen) an der Wandung und/oder weniger als drei Tropfen in fünf Sekunden, erkennbar ist. Für eine erkennbare Auffälligkeit „Infiltration Tropfen“ (Farbbezeichnung: „Hell-Rot“), „Infiltration Fließen“ (Farbbezeichnung: „Rot“) und „Infiltration Wasserschwall“ (Farbbezeichnung: Dunkel-Rot) werden 3, 4 bzw. 5 Kritikpunkte vergeben. Die Infiltration „Tropfen“ ist eine Auffälligkeit, in der ein Fremdwasser-Eintritt, mindestens drei Tropfen in fünf Sekunden, erkennbar ist.

Im Sohlbereich (5 - 7 Uhr) wird ausschließlich die Auffälligkeit Infiltration „Wasserschwall“ bewertet, da aufgrund von fließendem oder stehendem Wasser eine vergleichende Bewertung der weiteren Auffälligkeiten nicht eindeutig möglich ist.

Das Kriterium wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn alle sanierten Schadensbilder keine Auffälligkeit aufweisen (0 Kritikpunkte). Ab fünf Kritikpunkten wird die Note 6,0 (ungenügend) vergeben.

Die Tabelle 16 zeigt die Bewertung der Infiltrationsdichtheit I und II sowie das Gesamtergebnis des Kriteriums „Dichtheit“.

Tabelle 16 Bewertung der Systemprüfung „Dichtheit“

Anbieter	Note IF I (70 %) ¹	Note IF II (30 %) ²	Note Dichtheit (100 %) ³
Alocit	3,8	3,0	3,5
BKP	3,5	2,3	3,1
Bodenbender	2,3	1,8	2,1
Cosmic	3,8	1,8	3,2
I.S.T.	3,5	3,8	3,6
MC-Bauchemie	3,0	3,3	3,1
Trelleborg	1,0	1,0	1,0
Twinbond	1,0	1,0	1,0

Notenschlüssel: 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 und ungenügend = 5,6-6,0

¹ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 17 dargestellten Ergebnissen.

² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 18 dargestellten Ergebnissen.

³ Die Mittelwertberechnung erfolgt mit ungerundeten Werten.

Die Ergebnisse zu dem Kriterium „Infiltrationsdichtheit I“ sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

Tabelle 17 Ergebnisse der Infiltrationsdichtheit I

Schadensbilder/ Anbieter	Testaufbau I, untere Leitung					Testaufbau II, obere Leitung					NOTE GESAMT
	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	NOTE	SB 5	SB 6	SB 7	SB 8	NOTE	
Alocit					2,0	F				5,5	3,8
BKP					1,0			F		6,0	3,5
Bodenbender					2,5					2,0	2,3
Cosmic					3,0			T		4,5	3,8
I.S.T.					1,0			W		6,0	3,5
MC-Bauchemie					1,0			F		5,0	3,0
Trelleborg					1,0					1,0	1,0
Twinbond					1,0					1,0	1,0

SB = Schadensbild, T = Tropfen, F = Fließen, W = Wasserschwall

Ergebnisse „Infiltrationsdichtheit I“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Testaufbau I

- 23 von 32 (ca. 72 %) sanierten Schadensbildern zeigten nach den Belastungen „Grundwasserstand“ und „Betriebslasten“ keine Auffälligkeiten (Farbkennzeichnung „Grün“). Bei den Anbietern „BKP“, „I.S.T.“, „MC-Bauchemie“, „Trelleborg“ und „Twinbond“ waren sogar insgesamt keine Auffälligkeiten (durchweg Farbkennzeichnung „Grün“) zu verzeichnen.
- 9 (4x Cosmic, 3x Bodenbender, 2x Alocit) sanierte Schadensbilder wiesen eine optische Auffälligkeit (Farbkennzeichnung „Gelb“) in Form von Feuchtigkeit und/oder Verfärbung auf.
- Infiltrationen konnten bei den sanierten Schadensbildern (Testaufbau I) über den gesamten Belastungszeitraum nicht beobachtet werden.

Testaufbau II

- 21 von 32 (ca. 66 %) sanierten Schadensbildern zeigten nach den Belastungen „Grundwasserstand“ und „Betriebslasten“ keine Auffälligkeiten (Farbkennzeichnung „Grün“). Bei den Anbietern „Trelleborg“ und „Twinbond“ waren sogar insgesamt keine Auffälligkeiten (durchweg Farbkennzeichnung „Grün“) zu verzeichnen.
- 6 sanierte Schadensbilder (2x BKP, 2x Bodenbender, 1x Alocit und 1x Cosmic) wiesen eine optische Auffälligkeit (Farbkennzeichnung „Gelb“) in Form von Feuchtigkeit und/oder Verfärbung auf.
- An 5 sanierten Schadensbildern (1x „Tropfen“ mit Farbkennzeichnung „Hell-Rot“; 3x „Fließen“ mit Farbkennzeichnung „Rot“, 1x „Wasserschwall“ mit Farbkennzeichnung „Dunkel-Rot“) konnte eine Infiltration (16 %) festgestellt werden.

Fazit „Infiltrationsdichtheit I“

- Die Anbieter „Trelleborg“ und „Twinbond“ zeigten über den gesamten Beobachtungszeitraum keine Auffälligkeiten.
- Bei dem Schadensbild 7 (Nennweiten-, Werkstoffwechsel Steinzeug DN 150 → PVC DN 125) war die höchste Anzahl an Infiltrationen (4x) erkennbar.
- Die Auffälligkeit Infiltration „Wasserschwall“ ist bereits nach Fertigstellung der Sanierung vorhanden, sodass durch die Außenwasserdruckbelastungen und Betriebslasten keine weitere Infiltration „Wasserschwall“ verursacht wird.
- Die im Test beobachteten Auffälligkeiten Verfärbung, Feuchtigkeit, Tropfen und Fließen werden nur selten konstant über den gesamten Belastungszeitraum (85 Tage Außenwasserdruckbelastung) beobachtet.

Die nachfolgenden Bilder zeigen bei der Belastungsstufe „Infiltrationsdichtheit I“ exemplarisch unterschiedliche Bewertungszustände.

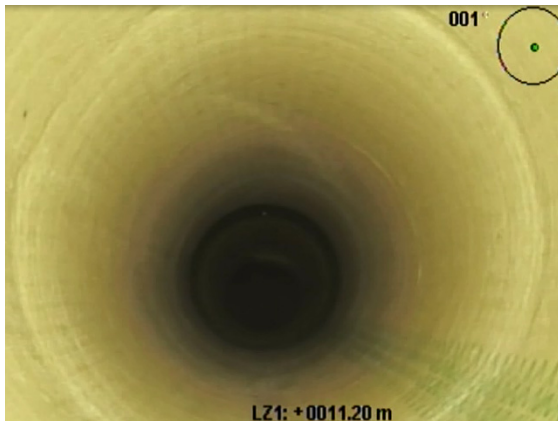


Bild 15 Dicht saniertes Schadensbild
(keine Auffälligkeiten)

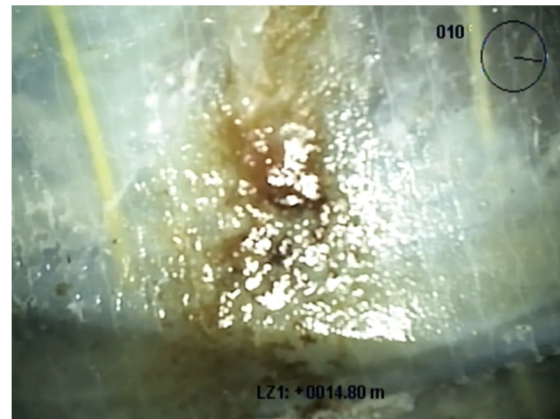


Bild 16 Feuchtigkeit und Verfärbung



Bild 17 Verfärbung



Bild 18 Tropfen



Bild 19 Fließen



Bild 20 Wasserschwall

Die Ergebnisse nach weiteren Belastungen zu dem Kriterium „Infiltrationsdichtheit II“ sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18 Ergebnisse der Infiltrationsdichtheit II

Schadensbilder/ Anbieter	Testaufbau I, untere Leitung					Testaufbau II, obere Leitung					NOTE GESAMT
	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	NOTE	SB 5	SB 6	SB 7	SB 8	NOTE	
Alocit					1,0	F				5,0	3,0
BKP					3,0					1,5	2,3
Bodenbender					2,5					1,0	1,8
Cosmic					2,0					1,5	1,8
I.S.T.					1,5			W		6,0	3,8
MC-Bauchemie					1,5			F		5,0	3,3
Trelleborg					1,0					1,0	1,0
Twinbond					1,0					1,0	1,0

SB = Schadensbild, T = Tropfen, F = Fließen, W = Wasserschwall

Ergebnisse „Infiltrationsdichtheit II“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Testaufbau I

- 21 von 32 (ca. 66 %) sanierten Schadensbildern zeigten auch nach den simulierten Rückstauereignissen und wechselnden Grundwasserlasten keine Auffälligkeiten (Farbkennzeichnung „Grün“). Bei den Anbietern „Alocit“, „Trelleborg“ und „Twinbond“ waren sogar insgesamt keine Auffälligkeiten (durchweg Farbkennzeichnung „Grün“) zu verzeichnen.
- 11 sanierte Schadensbilder (4x BKP, 3x Bodenbender, 2x Cosmic, je 1x I.S.T. und MC-Bauchemie) wiesen eine optische Auffälligkeit (Farbkennzeichnung „Gelb“) in Form von Feuchtigkeit und/oder Verfärbung auf.
- Infiltrationen konnten bei den sanierten Schadensbildern (Testaufbau I) über den gesamten Belastungszeitraum nicht beobachtet werden.

Testaufbau II

- 27 von 32 (ca. 84 %) sanierten Schadensbildern zeigten nach den simulierten Rückstauereignissen und wechselnden Grundwasserlasten keine Auffälligkeiten (Farbkennzeichnung „Grün“). Bei den Anbietern „Bodenbender“, „Trelleborg“ und „Twinbond“ waren sogar insgesamt keine Auffälligkeiten (durchweg Farbkennzeichnung „Grün“) zu verzeichnen.
- 2 sanierte Schadensbilder (1x BKP und 1x Cosmic) wiesen eine optische Auffälligkeit (Farbkennzeichnung „Gelb“) in Form von Feuchtigkeit und/oder Verfärbung auf.
- An 3 sanierten Schadensbildern (2x „Fließen mit Farbkennzeichnung „Rot“, 1x „Wasserschwall“ mit Farbkennzeichnung „Dunkel-Rot“) konnte eine Infiltration (9 %) festgestellt werden.

Fazit „Infiltrationsdichtheit II“

- Im Test konnte festgestellt werden, dass die simulierten Rückstauereignisse und wechselnden Grundwasserlasten keinen weiteren nennenswerten Einfluss auf die Dichtheit der sanierten Schadensbilder haben.

Die nachfolgenden Bilder zeigen bei der Belastungsstufe „Infiltrationsdichtheit II“ exemplarisch unterschiedliche Bewertungszustände.



Bild 21 Dicht saniertes Schadensbild
(keine Auffälligkeiten)

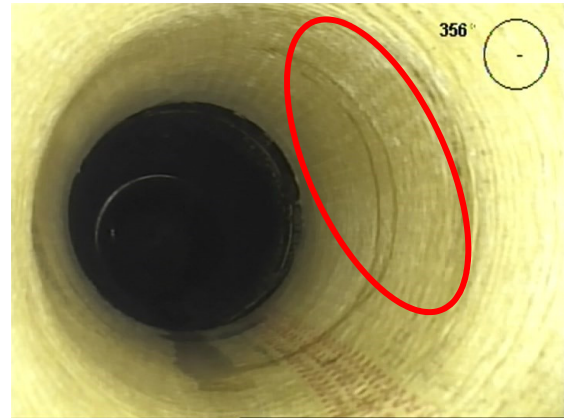


Bild 22 Feuchtigkeit ohne Infiltration

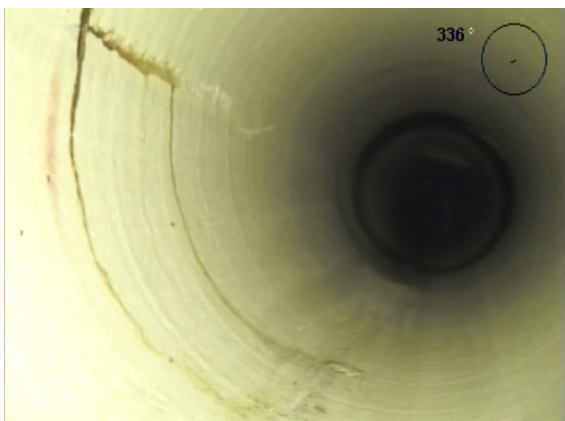


Bild 23 Verfärbung, Beispiel 1



Bild 24 Verfärbung, Beispiel 2

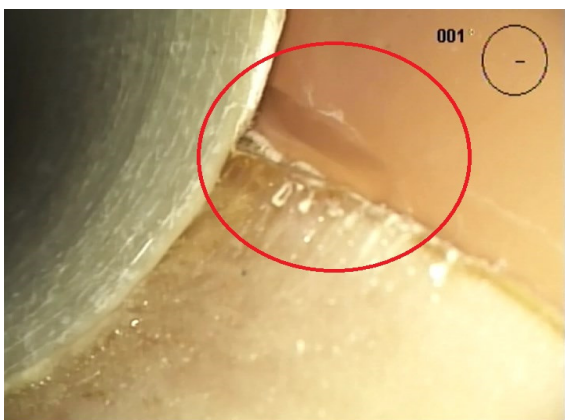


Bild 25 Fließen

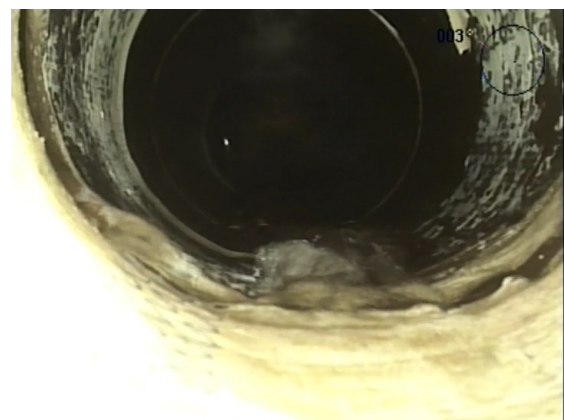


Bild 26 Wasserschwall

6.2.2 Betriebssicherheit

Die „**Betriebssicherheit**“ (20 %) wird anhand der Ergebnisse „Abflussverhalten“, „Querschnittsreduzierung“ und „Inspizierbarkeit“ bewertet, die mit 50 %, 30 % bzw. 20 % gewichtet werden.

Die Tabelle 19 zeigt die Bewertung der Systemprüfungen beim Kriterium „Betriebssicherheit“.

Tabelle 19 Bewertung der Systemprüfung „Betriebssicherheit“

Anbieter/ Kriterium	Abflussverhalten (50 %) ¹	Querschnitts- reduzierung (30 %) ²	Inspizierbarkeit (20 %) ³	Betriebs- sicherheit (100 %) ⁴
Alocit	2,1	1,6	1,9	1,9
BKP	2,0	2,0	1,7	1,9
Bodenbender	1,8	3,0	1,6	2,1
Cosmic	2,6	2,4	2,1	2,5
I.S.T.	2,3	2,1	1,7	2,1
MC-Bauchemie	1,9	2,5	1,8	2,1
Trelleborg	2,6	2,6	1,9	2,4
Twinbond	2,5	1,7	2,3	2,2

Notenschlüssel: 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 und ungenügend = 5,6-6,0

¹ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 20 dargestellten Ergebnissen.

² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 21 und Tabelle 22 dargestellten Ergebnissen.

³ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 23 dargestellten Ergebnissen.

⁴ Die Mittelwertberechnung erfolgt mit ungerundeten Werten.

Bei dem Kriterium „**Abflussverhalten**“ wird bewertet, ob die Entsorgungssicherheit des Kanalabschnitts wiederhergestellt ist, d.h. der Eindruck, inwieweit der Zustand stabilisiert wurde und der Kanalabschnitt frei von Abflusshindernissen sowie Verstopfungsfahren ist. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Netzbetreibern anhand von Videodokumentationen mit Notenvergabe vorgenommen. Hierbei wurden für jedes sanierte Schadensbild Noten zwischen 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle zulässig war. Eine Note „4“ (ausreichend) oder besser wird dabei als „bestanden“ angesehen. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber wurden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt. Bei der Bewertung wird zwischen den Zuständen nach Fertigstellung, Hochdruckreinigung-Standard und Hochdruckreinigung-Maximum unterschieden, wobei die Bewertungen zu 20 % (nach Fertigstellung), 40 % (nach Hochdruckspülung-Standard) und 40 % (nach Hochdruckspülung-Maximum) gewichtet werden (vgl. Kapitel 5.2).

Die nachfolgende Tabelle 20 zeigt die Benotung der Anbieter für die Bewertungszustände nach Fertigstellung (20%), nach HD-Reinigung-Standard (40%), nach HD-Reinigung-Maximum (40%) und das Gesamtergebnis (100%).

Tabelle 20 Detaillierte Darstellung der Benotung für das Kriterium „Abflussverhalten“

Nach Fertigstellung (20%)									
Anbieter	Schaden 1	Schaden 2	Schaden 3	Schaden 4	Schaden 5	Schaden 6	Schaden 7	Schaden 8	Note
Alocit	1,69	2,72	2,49	2,95	2,74	2,00	1,84	1,87	2,3
BKP	1,37	2,32	1,88	2,58	2,11	2,60	1,96	1,63	2,1
Bodenbender	1,49	1,50	1,55	1,78	1,53	1,50	1,79	2,11	1,7
Cosmic	3,86	3,56	2,57	3,38	2,37	2,43	2,22	1,85	2,8
I.S.T.	2,58	2,21	3,21	2,02	2,86	2,12	2,26	1,77	2,4
MC-Bauchemie	1,47	1,53	1,47	1,69	2,02	1,59	1,52	1,46	1,6
Trelleborg	1,63	1,73	1,66	1,95	2,73	2,36	2,61	2,23	2,1
Twinbond	2,14	2,21	2,30	2,36	2,61	2,07	2,50	2,14	2,3
Durchschnitt	2,03	2,22	2,14	2,34	2,37	2,08	2,09	1,88	2,1
Nach HD-Reinigung-Standard (40%)									
Anbieter	Schaden 1	Schaden 2	Schaden 3	Schaden 4	Schaden 5	Schaden 6	Schaden 7	Schaden 8	Note
Alocit	1,70	2,07	1,92	1,97	2,81	1,90	2,00	1,69	2,0
BKP	1,43	2,16	1,80	2,51	2,00	2,03	1,93	1,63	1,9
Bodenbender	1,39	1,62	1,64	1,75	1,65	1,48	1,73	2,05	1,7
Cosmic	3,09	2,98	2,51	2,67	2,15	2,22	2,39	1,83	2,5
I.S.T.	1,96	2,04	2,37	1,89	2,71	2,23	2,16	1,83	2,1
MC-Bauchemie	1,45	1,48	1,46	1,85	3,48	1,92	1,59	1,36	1,8
Trelleborg	1,64	2,19	3,18	2,65	3,00	2,24	2,87	2,39	2,5
Twinbond	3,28	2,76	2,25	2,32	2,25	2,29	2,23	2,61	2,5
Durchschnitt	1,99	2,16	2,14	2,20	2,50	2,04	2,11	1,92	2,1
Nach HD-Reinigung-Maximum (40%)									
Anbieter	Schaden 1	Schaden 2	Schaden 3	Schaden 4	Schaden 5	Schaden 6	Schaden 7	Schaden 8	Note
Alocit	1,64	2,60	2,11	2,00	2,93	2,09	1,87	1,80	2,1
BKP	1,43	2,03	1,94	2,66	2,02	1,99	2,02	1,76	2,0
Bodenbender	2,03	2,17	1,79	2,10	1,78	1,58	1,96	2,15	1,9
Cosmic	3,37	3,08	2,80	2,88	2,29	2,41	2,41	1,86	2,6
I.S.T.	1,95	2,04	2,39	2,21	3,10	2,19	3,31	1,94	2,4
MC-Bauchemie	1,42	1,47	1,53	1,92	3,36	2,63	3,13	1,46	2,1
Trelleborg	1,92	2,37	3,72	3,21	3,31	2,67	3,03	2,52	2,8
Twinbond	3,16	2,94	2,20	2,28	2,24	2,28	2,24	2,68	2,5
Durchschnitt	2,11	2,34	2,31	2,41	2,63	2,23	2,49	2,02	2,3
Gesamtergebnis									
Anbieter	Schaden 1	Schaden 2	Schaden 3	Schaden 4	Schaden 5	Schaden 6	Schaden 7	Schaden 8	Note
Alocit	1,67	2,41	2,11	2,18	2,84	1,99	1,91	1,77	2,1
BKP	1,42	2,14	1,87	2,58	2,03	2,12	1,97	1,68	2,0
Bodenbender	1,66	1,81	1,68	1,90	1,68	1,52	1,83	2,10	1,8
Cosmic	3,35	3,14	2,64	2,90	2,25	2,34	2,36	1,85	2,6
I.S.T.	2,08	2,07	2,54	2,05	2,89	2,19	2,64	1,86	2,3
MC-Bauchemie	1,44	1,49	1,49	1,84	3,14	2,14	2,19	1,42	1,9
Trelleborg	1,75	2,17	3,09	2,73	3,07	2,44	2,88	2,41	2,6
Twinbond	3,00	2,72	2,24	2,31	2,32	2,24	2,29	2,54	2,5
Durchschnitt	2,05	2,24	2,21	2,31	2,53	2,12	2,26	1,95	2,2

Ergebnisse „Abflussverhalten“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei dem Kriterium „Abflussverhalten“ zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbietern (Noten 1,8 bis 2,6). Im Ergebnis erhielten sechs Anbieter die Note „GUT“. Die Anbieter „Trelleborg“ und „Cosmic“ erzielten ein befriedigendes Ergebnis.
- Nach der Kanalreinigung-Standard ist keine Verschlechterung der Durchschnittsnote (jeweils 2,1) feststellbar. Die maximale Notenveränderung lag bei 0,4 Punkten.
- Die HD-Reinigung-Maximum zeigte eine geringfügige Verschlechterung der Durchschnittsnote von 2,1 auf 2,3. Die maximale Notenveränderung lag bei 0,7 Punkten.
- Insgesamt ist der Einfluss der Kanalreinigung auf die Betriebssicherheit der Kurzlinersysteme als gering einzuschätzen.
- Die Durchschnittswerte belegten, dass die Sanierungen am Schadensbild 8 bzw. Schadensbild 5 über alle Bewertungszustände jeweils die beste bzw. schlechteste Note aufwiesen. In der Einzelbetrachtung der Anbieter zeigten sich jedoch erhebliche Unterschiede. Im Gesamtergebnis wurden die Schadensbilder bei vier (SB 8) bzw. drei (SB 5) Anbietern am besten bzw. schlechtesten bewertet.

Nachfolgend sind exemplarisch Bilder „mit Auffälligkeiten“ und „ohne Auffälligkeiten“ für das Kriterium „Abflussverhalten“ nach Fertigstellung dargestellt.

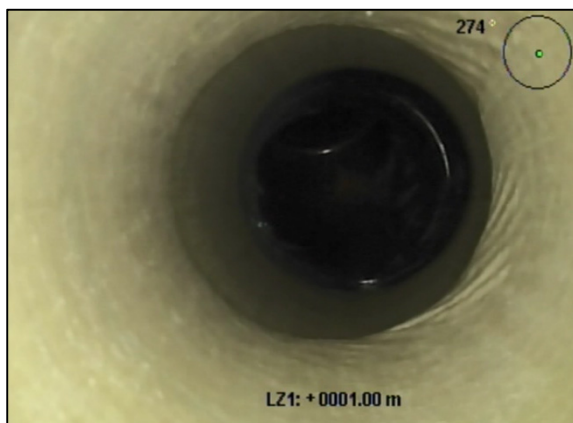


Bild 27 Ohne Auffälligkeit, Beispiel 1

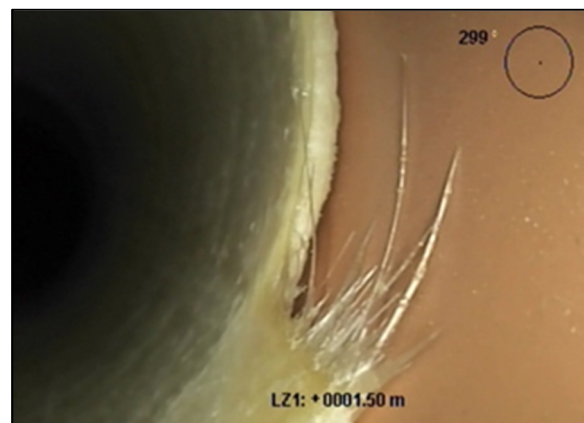


Bild 28 Freiliegende Fasern

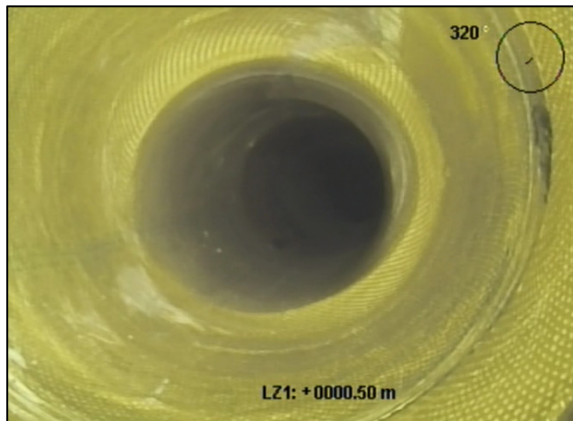


Bild 29 Ohne Auffälligkeit, Beispiel 2

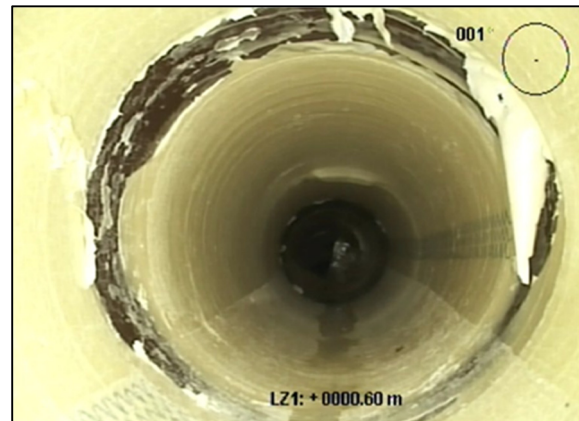


Bild 30 Materialreste (Harz)

Nachfolgend sind exemplarisch Bilder „mit Auffälligkeiten“ und „ohne Auffälligkeiten“ für das Kriterium „Abflussverhalten“ nach HD-Reinigung-Standard und HD-Reinigung-Maximum dargestellt.

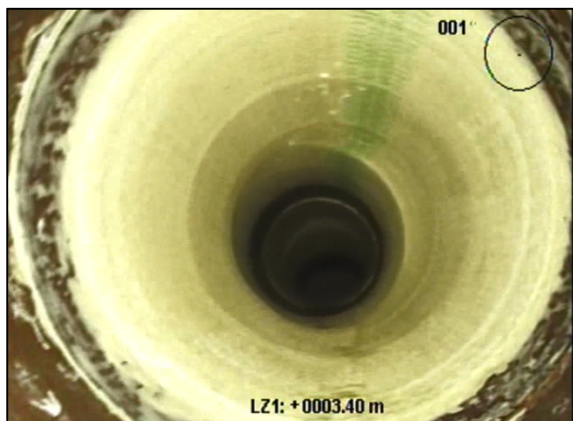


Bild 31 Ohne Auffälligkeit (Standard)

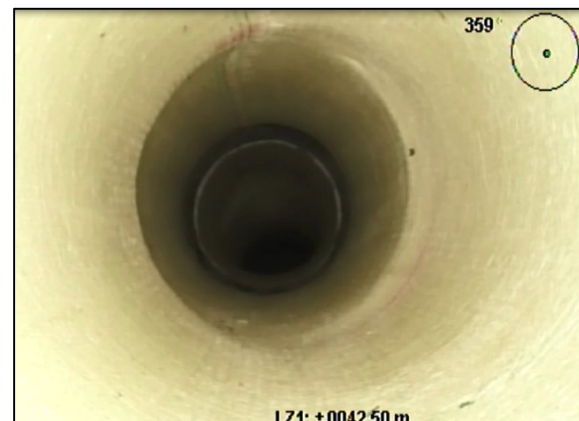


Bild 32 Ohne Auffälligkeit (Maximum)

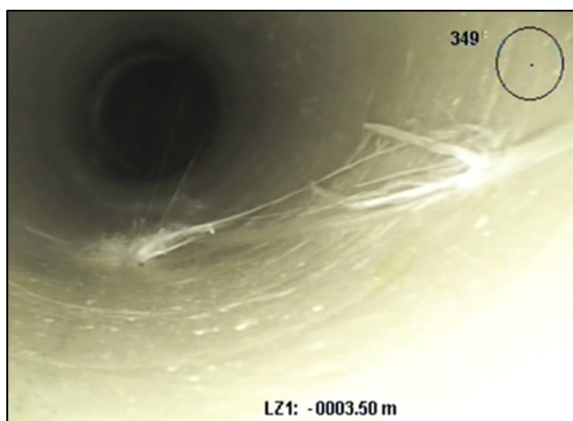


Bild 33 Freiliegende Fasern (Standard)



Bild 34 Freiliegende Fasern (Maximum)

Die „**Querschnittsreduzierung**“ wird anhand des Passierens von Holzkugeln mit verschiedenen Durchmessern durch das sanierte Schadensbild bewertet. Die Note für jedes zu bewertende Schadensbild ergibt sich aus dem Durchmesser der größten Kugel, die das Rohr durchquert (vgl. 5.2). Maßtoleranzen der Altrohre werden durch eine Korrektur des Kugeldurchmessers ($K_{kor.}$) gemäß Formel 1 berücksichtigt. Der Mittelwert über die sechs Schadensbilder ergibt die Endnote.

Die nachfolgenden Tabelle 21 und Tabelle 22 zeigen die Bewertungsergebnisse für das Kriterium „Querschnittsreduzierung“.

Tabelle 21 Gößter Kugeldurchmesser, der das Rohr durchquert

Schadensbilder/ Anbieter	SB 1	SB 3	SB 4	SB 6*	SB 7*	SB 8
Alocit	130	130	135	105	105	135
BKP	130	125	135	105	105	130
Bodenbender	135	120	135	100	100	< 115
Cosmic	130	120	135	100	95	135
I.S.T.	135	125	135	100	100	130
MC-Bauchemie	135	130	135	95	90	130
Trelleborg	135	120	130	100	100	125
Twinbond	130	125	135	105	105	135

*Werkstoff-/Dimensionswechsel DN 125

Tabelle 22 Bewertung für das Kriterium „Querschnittsreduzierung“

Schadensbilder/ Anbieter	SB 1	SB 3	SB 4	SB 6*	SB 7*	SB 8	NOTE
Alocit	1,61	2,06	0,95	1,95	2,05	1,09	1,6
BKP	2,07	2,95	0,95	2,06	2,09	1,77	2,0
Bodenbender	0,94	3,97	0,95	3,03	3,04	5,80	3,0
Cosmic	2,01	3,89	0,94	3,02	4,03	0,70	2,4
I.S.T.	0,87	3,01	0,98	3,20	2,99	1,73	2,1
MC-Bauchemie	1,04	1,94	1,11	4,00	5,06	1,61	2,5
Trelleborg	0,72	3,94	2,10	3,00	3,07	2,63	2,6
Twinbond	1,75	2,77	0,85	2,00	1,94	0,99	1,7

*Werkstoff-/Dimensionswechsel DN 125

Ergebnisse „Querschnittsreduzierung“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei dem Kriterium „Querschnittsreduzierung“ zeigten sich geringfügige Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbietern (Noten 1,6 bis 3,0). Im Ergebnis erhielten sechs Anbieter die Note „GUT“. Die Anbieter „Bodenbender“ und „Trelleborg“ erzielten ein befriedigendes Ergebnis.
- Die besten Noten wurden am Schadensbild 4 (Verschobene Rohrverbindung im Winkel) erzielt (Durchschnittsnote: 1,1). Die schlechtesten Noten wurden am Schadensbild 3 (Verschobene Rohrverbindung, radial) vergeben (Durchschnittsnote: 3,1).

Bei der „**Inspizierbarkeit**“ werden die Kurzlinersysteme bezogen auf Farbunterschiede, Kontraste in der Oberfläche und/ oder Spiegelungen bewertet. Die Beurteilung wurde von den beteiligten Netzbetreibern anhand von Videodokumentationen mit Notenvergabe vorgenommen. Hierbei wurden je Anbieter unabhängig von den einzelnen Schadensbildern Noten zwischen 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle zulässig war. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber wurden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt.

Die nachfolgende Tabelle 23 zeigt die Benotung der Anbieter für die Bewertungszustände nach Fertigstellung (20%), nach HD-Reinigung-Standard (40%), nach HD-Reinigung-Maximum (40%) und die Gesamtergebnisse (100%).

Tabelle 23 Detaillierte Darstellung der Benotung für das Kriterium „Inspizierbarkeit“

Anbieter	Nach Fertigstellung (20%)	Nach HD-Reinigung-Standard (40%)	Nach HD-Reinigung-Standard (40%)	Note
Alocit	1,93	1,91	1,95	1,9
BKP	1,76	1,75	1,71	1,7
Bodenbender	1,53	1,61	1,64	1,6
Cosmic	2,21	2,11	2,12	2,1
I.S.T.	1,84	1,61	1,75	1,7
MC-Bauchemie	2,10	1,75	1,81	1,8
Trelleborg	1,96	1,80	1,95	1,9
Twinbond	2,49	2,29	2,32	2,3
Durchschnitt	1,9	1,8	1,8	1,8

Ergebnisse „Inspizierbarkeit“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei dem Kriterium „Inspizierbarkeit“ zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbietern (Noten 1,6 bis 2,3). Im Ergebnis erhielten alle Anbieter die Note „GUT“. Die beste Note erzielte der Anbieter Bodenbender (Note: 1,6).
- Die Durchschnittswerte der verschiedenen Bewertungszustände belegten, dass die durchgeführten Kanalreinigungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Bewertung der Inspizierbarkeit haben. Die maximale Notenveränderung liegt bei 0,1 Punkten.

6.2.3 Standsicherheit

Die „**Standsicherheit**“ (20 %) wird anhand der Ergebnisse „Kurzliner-Standsicherheit“ und „Verhindern von Bodeneindrang“ bewertet, die mit 70 % bzw. 30 % gewichtet werden.

Die Tabelle 24 zeigt die Bewertung der Standsicherheit.

Tabelle 24 Bewertung der Systemprüfung „Standsicherheit“

Anbieter/ Kriterien	Kurzliner-Standsicherheit (70 %) ¹	Verhindern des Eindringens von Bettungsmaterial (30 %) ²	Standsicherheit (100 %) ³
Alocit	2,0	4,0	2,6
BKP	1,5	4,0	2,3
Bodenbender	1,0	1,0	1,0
Cosmic	1,0	1,0	1,0
I.S.T.	2,0	6,0	3,2
MC-Bauchemie	2,0	4,0	2,6
Trelleborg	2,5	1,0	2,1
Twinbond	1,0	1,0	1,0
Notenschlüssel: 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 und ungenügend = 5,6-6,0 ¹ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 25 und Tabelle 26 dargestellten Ergebnissen. ² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 27 dargestellten Ergebnissen. ³ Die Mittelwertberechnung erfolgt mit ungerundeten Werten.			

Das Kriterium „**Kurzliner-Standsicherheit**“ wird für den Lastfall von maximal 2 m Außenwasserdruck (untere Leitung 2 m, obere Leitung 1 m) bewertet. Dabei werden die eingesetzten Systeme mit Blick auf die Wirkungsweise wie folgt unterschieden:

- Fall 1: Vollflächige Verklebung mit dem Altrohr
- Fall 2: Keine vollflächige Verklebung mit dem Altrohr

Für **Fall 1 „Vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“** werden als Kritikpunkte „Rissbildung“, „Übermäßige Verformung“, „Stabilitätsversagen“ und „Lösen des Haftverbundes (visuell)“ gemäß Tabelle 9 vergeben und nach dem Bewertungsschema in Tabelle 10 benotet. Die Bewertung der Kriterien wird visuell nach Ausbau der sanierten Rohrabschnitte vorgenommen.

Ein System wird mit der Note „sehr gut (1,0)“ bewertet, wenn keine Kritikpunkte vorhanden sind. Ab fünf Kritikpunkten wird die Note 6,0 (ungenügend) vergeben.

Die nachfolgende Tabelle 25 zeigt die Bewertungsergebnisse für das Kriterium „Kurzliner-Standsicherheit“ (Fall 1).

Tabelle 25 Bewertung für das Kriterium „Kurzliner-Standsicherheit“ – Kritikpunkte je Anbieter und Bewertungskriterium

Kritikpunkte / Anbieter	Alocit	BKP	Bodenbender	I.S.T	MC	Trelleborg	Twinbond
Rissbildung	0	0	0	0	0	0	0
Übermäßige Verformung	0	0	0	0	0	0	0
Stabilitätsversagen	0	0	0	0	0	0	0
Lösen des Haftverbundes (Stellenweise)	0	0,5	0	0	0	0,5	0
Lösen des Haftverbundes (Teilweise)	1	0	0	1	1	1	0
Lösen des Haftverbundes (Großflächig)	0	0	0	0	0	0	0
Lösen des Haftverbundes (Komplett)	0	0	0	0	0	0	0
Summe Kritikpunkte	1	0,5	0	1	1	1,5	0
NOTE	2,0	1,5	1,0	2,0	2,0	2,5	1,0

In Tabelle 26 sind die Bewertungsergebnisse je Anbieter und Schadensbild dargestellt.

Tabelle 26 Bewertung für das Kriterium „Kurzliner-Standsicherheit“ – Kritikpunkte je Anbieter und Schadensbild

Anbieter / Schaden	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6	SB 7	SB 8
Alocit	0	0	0	0	1	0	0	0
BKP	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Bodenbender	0	0	0	0	0	0	0	0
I.S.T.	0	0	0	0	0	0	1	0
MC-Bauchemie	0	0	0	0	0	1	0	0
Trelleborg	0	0	0	0	0	1	0,5	0
Twinbond	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse „Kurzliner-Standsicherheit“ – Fall 1

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei dem Kriterium „Kurzliner-Standsicherheit“ zeigten sich geringfügige Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbietern (Noten 1,0 bis 2,5). Im Ergebnis erhielten drei Anbieter die Note „SEHR GUT“ und vier Anbieter die Note „GUT“.
- Die Anbieter „Bodenbender“ und „Twinbond“ zeigten keine Auffälligkeiten hinsichtlich der eigenen Standsicherheit des Kurzliners. Entsprechend erhalten diese Anbieter die Note 1,0 bei diesem Kriterium. Bei den weiteren fünf Anbietern lag mindestens eine Auffälligkeit vor.
- Bei allen am IKT-Warentest teilnehmenden Anbietern wurde eine „Rissbildung“, „Übermäßige Verformung“, „Stabilitätsversagen“, „Lösen des Haftverbundes (Großflächig)“ und „Lösen des Haftverbundes (Komplett)“ nicht festgestellt. Bei fünf von sieben Anbietern wurde ein „Lösen des Haftverbundes (Stellenweise)“ und/ oder „Lösen des Haftverbundes (Teilweise)“ beobachtet.
- Bei den Schadensbildern 1, 2, 3, 4 und 8 wurden keine Kritikpunkte vergeben. Lediglich bei den Schadensbildern 6 und 7 (Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel) sowie am Schadensbild 5 (Schadhafter Werkstoffwechsel) konnten Auffälligkeiten festgestellt werden.

Bei **Fall 2 „Keine vollflächige Verklebung mit dem Altrohr“** handelte es sich um einen Kurzliner, bei dem auf einen vollflächigen Haftverbund zum Untergrund planmäßig verzichtet wird. Eine im Versuch beobachtete „Kurzliner-Standsicherheit“ gilt dann als Systemverhalten, wenn sie auch durch einen entsprechenden statischen Nachweis belegt werden kann. Kritikpunkte werden vergeben, wenn die tatsächliche Ausführungsqualität nicht den Annahmen des statischen Nachweises entspricht (vgl. Abschnitt 5.2).

Ergebnisse „Kurzliner-Standsicherheit“ – Fall 2

- Für das System des Anbieters „Cosmic“ wurde ein statischer Nachweis eingereicht, der die im Versuch beobachtete „Kurzliner-Standsicherheit“ belegt. Kritikpunkte wurden nicht vergeben. Demzufolge erhält das System die Note 1,0.

Bei dem Kriterium **„Verhindern von Bodeneindrang“** werden für die „Infiltration Fließen“ und die „Infiltration Wasserschwall“ Kritikpunkte gesammelt (vgl. Tabelle 12) und nach dem Bewertungsschema (vgl. Tabelle 13) benotet.

Bewertet wird jeweils der schlechteste Zustand eines Schadenbildes über alle betrachteten Zeiträume der Kriterien „Infiltrationsdichtheit I“ und „Infiltrationsdichtheit II“ (vgl. Kapitel 6.2.1). Liegt eine Infiltration in Form von „Fließen“ vor, werden 3 Kritikpunkt vergeben. Bei einer Infiltration in Form eines „Wasserschwalls“ werden 5 Kritikpunkte vergeben. Die Summe der Kritikpunkte über alle acht Schadensbilder ergibt die Note.

Die nachfolgende Tabelle 27 zeigt die Bewertungsergebnisse für die einzelnen Anbieter.

Tabelle 27 Bewertung für das Kriterium „Verhindern von Bodeneindrang“

Schadensbilder/ Anbieter	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6	SB 7	SB 8	Kritikpunkte	NOTE
Alocit					F				3	4,0
BKP							F		3	4,0
Bodenbender									0	1,0
Cosmic							T		0	1,0
I.S.T.							W		5	6,0
MC-Bauchemie							F		3	4,0
Trelleborg									0	1,0
Twinbond									0	1,0

SB = Schadensbild, T = Tropfen, F = Fließen, W = Wasserschwall

Ergebnisse „Verhindern von Bodeneindrang“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei dem Kriterium „Verhindern von Bodeneindrang“ zeigten sich gravierende Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbietern (Noten 1,0 bis 6,0). Im Ergebnis erhielten vier Anbieter die Note „1,0“ und drei Anbieter die Note „4,0“. Der Anbieter „I.S.T.“ erzielte ein ungenügendes Ergebnis.
- Die höchste Anzahl an Kritikpunkten wurde beim Schadensbild 7 (2x „Infiltration Fließen“, 1x „Infiltration Wasserschwall“) vergeben.

Zusatzinformationen

Mit Blick auf die Zusatzinformationen wurden folgende Kriterien bewertet:

- Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung (Aufgraben)
- Haftzugfestigkeit
- Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung)
- Einsatztage vor Ort
- Anzahl der Sanierer
- Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung
- Kosten (ohne MwSt.)

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu den einzelnen Kriterien dargestellt.

Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung (Aufgraben)

Es wurden Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitungen (Aufgraben) durchgeführt. Die Dichtheitsprüfungen erfolgten strangweise, d.h. obere und untere Leitung wurden getrennt voneinander geprüft. Geprüft wurde nach folgenden Randbedingungen:

- Prüfnorm: in Anlehnung an DIN EN 1610/ Prüfmedium: Wasser
- Prüfdruck: 0,5 bar/ Prüfzeit: 30 min

Die Tabelle 28 zeigt die Ergebnisse der „Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung“ (Prüfschritte 22 und 28).

Tabelle 28 Ergebnisse der Zusatzinformation „Innendruckprüfung nach Freilegung der Leitung“

Schadensbilder/ Anbieter	Testaufbau I, untere Leitung				Testaufbau II, obere Leitung			
	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4	SB 5	SB 6	SB 7	SB 8
Alocit	n.b. ¹	n.b. ¹	n.b. ¹	n.b. ¹	R			n.b. ¹
BKP		R						
Bodenbender	n.b. ¹	n.b. ¹	n.b. ¹	n.b. ¹			R	
Cosmic	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²	n.b. ²
I.S.T.			n.b. ¹	n.b. ¹			R	
MC-Bauchemie							R	n.b. ¹
Trelleborg					n.b. ¹			n.b. ¹
Twinbond								

¹ Nicht bewertbar - kein Druckaufbau aufgrund eines unplanmäßigen Schadens im Altrohr möglich.

² Systembedingt nicht bewertbar. An allen acht Schadstellen wurde Feuchtigkeits- und Tropfenbildung beobachtet, die auch aus Restfeuchtigkeit im Ringraum zwischen Altrohr und Kurzliner (kein Haftverbund) resultieren kann.

Grün = Dicht ; Rot (R)= Undicht

Ergebnisse „Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei fünf Leitungen, jeweils mit vier bewertbaren Schadensbildern, konnte keine Undichtigkeiten beobachtet werden (Untere Leitung: MC-Bauchemie, Trelleborg, Twinbond; Obere Leitung: BKP, Twinbond). An fünf Leitungen konnte jeweils an einem Schaden eine Undichtigkeit festgestellt werden.

Haftzugfestigkeit

Es wurden vier Haftzugprüfungen zur Beurteilung der Haftzugfestigkeit am Schadensbild „Rohrbruch / Einsturz“ im Sohlbereich durchgeführt. Folgende Grenzwerte für die Haftzugprüfungen sind aus der Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb [8] entnommen:

- Mittelwert $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$,
- Kleinster Einzelwert einer Prüfserie $1,0 \text{ N/mm}^2$.

Die Tabelle 29 zeigt die Ergebnisse der durchgeführten Haftzugprüfungen. Dargestellt sind jeweils die vier gemessenen Einzelwerte (EW), der Mittelwert sowie der kleinste Einzelwert.

Tabelle 29 Ergebnisse der Haftzugprüfungen

Prüfdaten/ Anbieter	Alocit ¹	BKP	Bodenben- der ¹	Cosmic ²	I.S.T.	MC- Bauchemie	Trelleborg	Twinbond
Wert 1	n.b.	0,75	n.b.	n.b.	2,80	0,59	1,94	2,88
Wert 2	n.b.	3,15	n.b.	n.b.	3,37	0,50	1,70	3,15
Wert 3	n.b.	1,65	n.b.	n.b.	3,48	0,44	2,35	3,44
Wert 4	n.b.	2,05	n.b.	n.b.	3,21	0,29	2,12	2,89
Mittelwert [N/mm²]	n.b.	1,90	n.b.	n.b.	3,22	0,46	2,03	3,09
Kleinster Ein- zelwert [N/mm²]	n.b.	0,75	n.b.	n.b.	2,80	0,29	1,70	2,88

¹ Aufgrund von Rissen im Altröhr war die Haftzugfestigkeit nicht bewertbar (n.b.).

² Planmäßig ist ein vollflächiger Verbund zwischen Kurzliner und Altröhr nicht vorgesehen.

Ergebnisse „Haftzugfestigkeit“

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Bei drei Anbietern (I.S.T., Trelleborg, Twinbond) wurden die Anforderungen der Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb erfüllt (Mittelwert $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ mit kleinstem Einzelwert $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$).
- Bei Anbieter BKP lag die mittlere Haftzugfestigkeit über $1,5 \text{ N/mm}^2$, der kleinste Einzelwert allerdings bei $0,75 \text{ N/mm}^2$. Die Anforderungen wurden somit nicht eingehalten.
- Der Anbieter MC-Bauchemie konnte die Anforderungen ebenfalls nicht erfüllen (Mittelwert = $0,46 \text{ N/mm}^2$, kleinster EW = $0,29 \text{ N/mm}^2$).

- Beim Anbieter „Cosmic“ ist systembedingt eine vollflächige Verklebung mit dem Alrohr nicht vorgesehen, daher wurden keine Haftzugprüfungen durchgeführt. Bei den Anbietern „Alocit“ und „Bodenbender“ war aufgrund von Rissen im Alrohr kein vollflächiger Verbund gegeben. Entsprechend konnte die Haftzugfestigkeit nicht bewertet werden.

Weitere Zusatzinformationen

Die Tabelle 30 zeigt die Ergebnisse der weiteren Zusatzinformationen

Tabelle 30 Ergebnisse der Zusatzinformationen

Anbieter / Zusatzinformationen	Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung)	Einsatztage vor Ort / Anzahl Sanierer	Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung	Kosten (ohne MwSt.)
Alocit	Ja / Nein / Ja ¹	3 Tage / 2	10 min / 9,9 h	6.526,40 €
BKP	Ja / Anrauen / Ja ¹	2 Tage / 2	24 min / 13,2 h	800,00 €
Bodenbender	Ja / Nein / Ja ¹	3 Tage / 2	14 min / 24,7 h	3.586,30 €
Cosmic	Ja / Anrauen / Ja ²	2 Tage / 2	331 min / 9,5 h	-,-- ³ €
I.S.T.	Ja / Fräsen / Ja ²	3 Tage / 2	297 min / 23,3 h	4.689,50 €
MC-Bauchemie	Ja / Fräsen / Ja ²	3 Tage / 2	202 min / 28,8 h	3.010,20 €
Trelleborg	Ja / Fräsen / Ja ²	3 Tage / 3	165 min / 24 h	1.890,00 €
Twinbond	Ja / Nein / Ja ²	2 Tage / 3	20 min / 14,0 h	-,-- ³ €

¹Es wurde eine Reinigung mit einem Wasserschlauch (Hauswasserversorgung mit Leitungsdruck) durchgeführt.
²Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.
³Es wurden keine Kosten in Rechnung gestellt.

6.3 Qualitätssicherung

Im Bewertungspunkt „Qualitätssicherung“ wird untersucht, inwieweit der Anbieter die Qualität seines Systems überwacht bzw. Maßnahmen zur Qualitätssicherung nachweist.

Der Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ geht insgesamt zu 15 % in das jeweilige Prüfurteil ein. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die Prüfkriterien „Verfahrenshandbuch“, „Schulungen“, „DIBt-Zulassung“, „Fremdüberwachung“ und „Besondere Auffälligkeiten“ ein. Die Kriterien werden mit „+/-“ (nachgewiesen/nicht nachgewiesen) bewertet und fließen mit 20 % in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ ein. Für die Kriterien „Schulungen“ und „Fremdüberwachung“ werden die jeweils zwei Unterkriterien gleich gewichtet. Entsprechend werden dazwischen liegende Kritikpunkte gemäß Bewertungsschema linear interpoliert (vgl. Kapitel Qualitätssicherung).

Alle Anbieter reagierten auf die Anfrage des IKT, Unterlagen zu den Punkten der Qualitätssicherung einzureichen bzw. vorzulegen. Die eingereichten Unterlagen wurden gesichtet und hinsichtlich ihrer Vollständigkeit sowie ihres Bezugs zum geprüften Verfahren überprüft. Abschließend wurde eine Bewertung bzw. Benotung vorgenommen.

Die nachfolgende Tabelle 31 zeigt die Bewertung der einzelnen Prüfkriterien und die sich daraus ergebenden Noten.

Tabelle 31 Benotung des Bewertungsschwerpunktes „Qualitätssicherung“

Anbieter/ Kriterien	Verfahrens- handbuch	Schulungen (Anbieter/ Sanierer)	DIBt- Zulassung	Fremdüberwachung (Werksherstellung/ Ausführung vor Ort)	Besondere Auffällig- keiten ¹	Note
Alocit	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Berolina	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Bodenbender	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Cosmic	+	+/+	-	+/+	+	2,0
I.S.T	+	+/+	+	+/+	+	1,0
MC-Bauchemie	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Trelleborg	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Twinbond	+	+/+	+	+/+	+	1,0
Bewertung: „+“ nachgewiesen „-“ nicht nachgewiesen ¹ Kriterium galt als bestanden (+), sofern im Zuge der Labor- und Baustellenuntersuchungen keine zu beanstandenden Besonderheiten beobachtet wurden. Notenschlüssel: 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 und ungenügend = 5,6-6,0						

Im Gesamtblick lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „sehr gut (1,0)“ bis „gut (2,0)“. Dabei werden die Noten 7 x „sehr gut“ und 1 x „gut“ an die Anbieter vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 1,1).
- Bei den Kriterien „Verfahrenshandbuch“, „Schulungen“ und „Fremdüberwachung“ konnte der Nachweis von allen acht Anbietern erbracht werden.
- Mit Blick auf das Kriterium „DIBt-Zulassung“ konnten sieben Anbieter den Nachweis erbringen. Der Anbieter „Cosmic“ konnte dieses Kriterium nicht nachweisen.
- Alle acht Anbieter zeigten im Zuge der Labor- und In-situ-Untersuchungen keine besonderen Auffälligkeiten.
- Im Gesamtfazit kann festgehalten werden, dass die Qualitätssicherung bei den Anbietern auf einem sehr hohen Niveau ist.

7 Warentest-Prüfzeugnisse

7.1 Twinbond Liner GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
Twinbond Liner GmbH
TbL-Verfahren
 Sanierungsfirma: eigene Anwendungstechniker

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	SEHR GUT (1,2)
Systemprüfungen (85 %):	1,2
Dichtheit (60 %):	1,0
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	1,0
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 1,0
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	1,0
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 1,0
Betriebssicherheit (20 %):	2,2
Abflussverhalten (50 %)	2,5
Querschnittsreduzierung (30 %)	1,7
Inspizierbarkeit (20 %)	2,3
Standsicherheit (20 %):	1,0
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	1,0
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	1,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 1,0 bewertet. Infiltrationsdichtheit I und II wurden jeweils mit 1,0 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 1,0) benotet. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,2) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,5, 1,7 und 2,3 benotet. Die Standsicherheit wurde insgesamt mit der Note 1,0 bewertet. Die beiden Kriterien „Standsicherheit-Kurzliner“ und „Verhindern von Bodeneindrang“ wurden jeweils mit der Note 1,0 bewertet. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Bei der Qualitätssicherung wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 8x Dicht ▪ Haftzugfestigkeit: Mittelwert = 3,09 N/mm², kleinster Einzelwert = 2,88 N/mm² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Nein / Ja¹ ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 2 Tage / 3 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 20 min / 14,0 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): --² €

¹ Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.

² Es wurden keine Kosten in Rechnung gestellt.

7.2 Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
Trelleborg Pipe Seals Duisburg GmbH
epros DrainPacker Verfahren
 Sanierungsfirma: eigene Anwendungstechniker

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	SEHR GUT (1,4)
Systemprüfungen (85 %):	1,5
Dichtheit (60 %):	1,0
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	1,0
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 1,0
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	1,0
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 1,0
Betriebssicherheit (20 %):	2,4
Abflussverhalten (50 %)	2,6
Querschnittsreduzierung (30 %)	2,6
Inspizierbarkeit (20 %)	1,9
Standsicherheit (20 %):	2,1
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	2,5
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	1,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 1,0 bewertet. Infiltrationsdichtheit I und II wurden jeweils mit 1,0 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 1,0) benotet. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,4) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,6, 2,6 und 1,9 benotet. Die Standsicherheit wurde insgesamt mit der Note 2,1 bewertet. Bei dem Kriterium „Standsicherheit-Kurzliner“ war am Schadensbild 6³ ein „Lösen des Haftverbundes (Teilweise)“ und am Schadensbild 7⁴ ein „Lösen des Haftverbundes (Stellenweise)“ erkennbar (Note 2,5). Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 1,0 benotet. Bei der Qualitätssicherung wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 6x Dicht, 2x Nicht bewertbar¹ ▪ Haftzugfestigkeit: Mittelwert = 2,03 N/mm², kleinster Einzelwert = 1,70 N/mm² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Fräsen / Ja² ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 3 Tage / 3 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 165 min / 24 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): 1.890,00 €

¹ Kein Druckaufbau möglich, da ein unplanmäßiger Schaden am Altrrohr vorlag.

² Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.

³ Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Guss DN 150 → PVC DN 125

⁴ Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Steinzeug DN 150 → PVC DN 125

7.3 Bodenbender GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
Bodenbender GmbH
Point-Liner-System
 Sanierungsfirma: eigene Anwendungstechniker

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	GUT (1,7)
Systemprüfungen (85 %):	1,9
Dichtheit (60 %):	2,1
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	2,3
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	2,5 / 2,0
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	1,8
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	2,5 / 1,0
Betriebssicherheit (20 %):	2,1
Abflussverhalten (50 %)	1,8
Querschnittsreduzierung (30 %)	3,0
Inspizierbarkeit (20 %)	1,6
Standsicherheit (20 %):	1,0
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	1,0
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	1,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 2,1 bewertet. Bei der Infiltrationsdichtheit I wurde die Note 2,3 (Testaufbau I 2,5; Testaufbau II 2,0) vergeben. Es traten fünf „optische Auffälligkeiten“ (3x Testaufbau I, 2x Testaufbau II) auf. Die Infiltrationsdichtheit II wurde mit der Note 1,8 (Testaufbau I 2,5; Testaufbau II 1,0) benotet. Bei dem Testaufbau I lagen drei „optische Auffälligkeiten“ vor. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,1) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 1,8, 3,0 und 1,6 benotet. Die Standsicherheit wurde insgesamt mit der Note 1,0 bewertet. Die beiden Kriterien „Standsicherheit-Kurzliner“ und „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde jeweils mit der Note 1,0 bewertet. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Bei der Qualitätssicherung wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 3x Dicht, 1x Undicht, 4x Nicht bewertbar¹ ▪ Haftzugfestigkeit: Nicht bewertbar² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Nein / Ja³ ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 3 Tage / 2 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 14 min / 24,7 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): 3.586,30 €

¹ Kein Druckaufbau möglich, da ein unplanmäßiger Schaden am Altrrohr vorlag.

² Aufgrund von Rissen im Altrrohr war die Haftzugfestigkeit nicht bewertbar.

³ Es wurde eine Reinigung mit einem Wasserschlauch (Hauswasserversorgung mit Netzdruck) durchgeführt.

7.4 BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG
Berolina Repair System
 Sanierungsfirma: Cassler-Kanal-Technik

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	GUT (2,5)
Systemprüfungen (85 %):	2,7
Dichtheit (60 %):	3,1
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	3,5
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 6,0
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	2,3
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	3,0 / 1,5
Betriebssicherheit (20 %):	1,9
Abflussverhalten (50 %)	2,0
Querschnittsreduzierung (30 %)	2,0
Inspizierbarkeit (20 %)	1,7
Standsicherheit (20 %):	2,3
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	1,5
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	4,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 3,1 bewertet. Bei der Infiltrationsdichtheit I wurde die Note 3,5 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 6,0) vergeben. Es traten zwei „optische Auffälligkeiten“ und eine Infiltration „Fließen“ (Schadensbild 7)³ auf. Die Infiltrationsdichtheit II wurde mit der Note 2,3 (Testaufbau I 3,0; Testaufbau II 1,5) benotet. Bei dem Testaufbau I lagen vier „optische Auffälligkeiten“ und bei dem Testaufbau II eine „optische Auffälligkeit“ vor. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 1,9) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,0, 2,0 und 1,7 benotet. Die Standsicherheit wurde insgesamt mit der Note 2,3 bewertet. Bei dem Kriterium „Standsicherheit-Kurzliner“ war am Schadensbild 6² ein „Lösen des Haftverbundes (Stellenweise)“ erkennbar (Note 1,5). Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 4,0 benotet, da eine Infiltration am Schadensbild 7³ vorlag. Bei der Qualitätssicherung wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 7x Dicht, 1x Undicht ▪ Haftzugfestigkeit: Mittelwert = 1,90 N/mm², kleinster Einzelwert = 0,75 N/mm² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Anrauen / Ja¹ ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 2 Tage / 2 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 24 min / 13,2 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): 800,00 €

¹ Es wurde eine Reinigung mit einem Wasserschlauch (Hauswasserversorgung mit Netzdruck) durchgeführt.

² Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Guss DN 150 → PVC DN 125

³ Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Steinzeug DN 150 → PVC DN 125

7.5 Cosmic Engineering GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
Cosmic Engineering GmbH
TopHat Kurzliner
 Sanierungsfirma: eigene Anwendungstechniker

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	GUT (2,5)
Systemprüfungen (85 %):	2,6
Dichtheit (60 %):	3,2
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	3,8
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	3,0 / 4,5
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	1,8
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	2,0 / 1,5
Betriebssicherheit (20 %):	2,5
Abflussverhalten (50 %)	2,6
Querschnittsreduzierung (30 %)	2,4
Inspizierbarkeit (20 %)	2,1
Standssicherheit (20 %):	1,0
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	1,0
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	1,0
Qualitätssicherung (15 %):	2,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 3,2 bewertet. Bei der Infiltrationsdichtheit I wurde die Note 3,8 (Testaufbau I 3,0; Testaufbau II 4,5) vergeben. Es traten fünf „optische Auffälligkeiten“ (4x Testaufbau I, 1x Testaufbau II) und zusätzlich bei dem Testaufbau II noch eine Infiltration „Tropfen“ auf. Die Infiltrationsdichtheit II wurde mit der Note 1,8 (Testaufbau I 2,0; Testaufbau II 1,5) benotet. Es traten drei „optische Auffälligkeiten“ (2x Testaufbau I, 1x Testaufbau II) auf. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,5) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,6, 2,4 und 2,1 benotet. Die Standssicherheit wurde insgesamt mit der Note 1,0 bewertet. Bei dem Kriterium „Standssicherheit-Kurzliner“ wurde ein statischer Nachweis eingereicht, der die im Versuch beobachtete eigene Standssicherheit belegte. Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 1,0 bewertet. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Bei der Qualitätssicherung wird die Note 2,0 vergeben. Eine DIBt-Zulassung liegt nicht vor.

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 8x Systembedingt nicht bewertbar¹ ▪ Haftzugfestigkeit: nicht bewertbar² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Anrauen / Ja³ ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 2 Tage / 2 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 331 min / 9,5 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): --,--⁴ €

¹ An allen acht Schadstellen wurde Feuchtigkeits- und Tropfenbildung beobachtet, die auch aus Restfeuchtigkeit im Ringraum zwischen Altrohr und Kurzliner (kein Haftverbund) resultieren kann.

² Planmäßig ist ein vollflächiger Verbund zwischen Kurzliner und Altrohr nicht vorgesehen.

³ Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.

7.6 MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.KG

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“

MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.KG

Konudur LM-Liner

Sanierungsfirma: Sanierungstechnik Dommel GmbH

TESTERGEBNIS

IKT - Gesamturteil:

GUT (2,5)

Systemprüfungen (85 %):

2,8

Dichtheit (60 %):

3,1

Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)

3,0

Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)

1,0 / 5,0

Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)

3,3

Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)

1,5 / 5,0

Betriebssicherheit (20 %):

2,1

Abflussverhalten (50 %)

1,9

Querschnittsreduzierung (30 %)

2,5

Inspizierbarkeit (20 %)

1,8

Standsicherheit (20 %):

2,6

Kurzliner-Standsicherheit (70 %)

2,0

Verhindern von Bodeneindrang (30 %)

4,0

Qualitätssicherung (15 %):

1,0



Gesamteindruck

Die **Dichtheit** wurde insgesamt mit der Note 3,1 bewertet. Bei der **Infiltrationsdichtheit I** wurde die Note 3,0 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 5,0) vergeben. Es trat eine Infiltration „Fließen“ am Schadensbild 7⁴ auf. Die **Infiltrationsdichtheit II** wurde mit der Note 3,3 (Testaufbau I 1,5; Testaufbau II 5,0) benotet. Bei dem Testaufbau I lag eine „optische Auffälligkeit“ und bei dem Testaufbau II eine Infiltration „Fließen“ vor.

Hinsichtlich der **Betriebssicherheit** wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,1) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 1,9, 2,5, und 1,8 benotet.

Die **Standsicherheit** wurde insgesamt mit der Note 2,6 bewertet. Bei dem Kriterium „Standsicherheit-Kurzliner“ war am Schadensbild 6³ ein „Lösen des Haftverbundes (Teilweise)“ erkennbar (Note 2,0). Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 4,0 benotet, da eine Infiltration „Fließen“ am Schadensbild 7⁴ vorlag.

Bei der **Qualitätssicherung** wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen

- Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 6x Dicht, 1x Undicht, 1x Nicht bewertbar¹
- Haftzugfestigkeit: Mittelwert = 0,46 N/mm², kleinster Einzelwert = 0,29 N/mm²
- Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Fräsen / Ja²
- Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 3 Tage / 2 Personen
- Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 202 min / 28,8 h
- Kosten (ohne MwSt.): 3.010,20 €

¹ Kein Druckaufbau möglich, da ein unplanmäßiger Schaden am Altröhr vorlag.

² Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.

³ Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Guss DN 150 → PVC DN 125

⁴ Schadhafter Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Steinzeug DN 150 → PVC DN 125

7.7 alocit Chemie GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“

alocit Chemie GmbH

Alocit Kurzlinersystem

Sanierungsfirma: Kanal Plus GmbH

TESTERGEBNIS

IKT - Gesamturteil: **BEFRIEDIGEND (2,7)**

Systemprüfungen (85 %):	3,0
Dichtheit (60 %):	3,5
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	3,8
Testaufbau I (50 %) / Testaufbau II (50 %)	2,0 / 5,5
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	3,0
Testaufbau I (50 %) / Testaufbau II (50 %)	1,0 / 5,0
Betriebssicherheit (20 %):	1,9
Abflussverhalten (50 %)	2,1
Querschnittsreduzierung (30 %)	1,6
Inspizierbarkeit (20 %)	1,9
Standsicherheit (20 %):	2,6
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	2,0
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	4,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck

Die **Dichtheit** wurde insgesamt mit der Note 3,5 bewertet. Bei der **Infiltrationsdichtheit I** wurde die Note 3,8 (Testaufbau I 2,0; Testaufbau II 5,5) vergeben. Es traten drei „optische Auffälligkeiten“ und eine Infiltration „Fließen“ (Schadensbild 5)⁴ auf. Die **Infiltrationsdichtheit II** wurde mit der Note 3,0 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 5,0) benotet. Bei dem Testaufbau II lag eine Infiltration „Fließen“ vor.

Hinsichtlich der **Betriebssicherheit** wurde ein gutes Ergebnis (Note 1,9) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,1, 1,6 und 1,9 benotet.

Die **Standsicherheit** wurde insgesamt mit der Note 2,6 bewertet. Bei dem Kriterium „Standsicherheit-Kurzliner“ war am Schadensbild 5⁴ ein „Lösen des Haftverbundes (Teilweise)“ erkennbar (Note 2,0). Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 4,0 benotet, da eine Infiltration am Schadensbild 5⁴ vorlag.

Bei der **Qualitätssicherung** wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen

- Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 2x Dicht, 1x Undicht, 5x Nicht bewertbar¹
- Haftzugfestigkeit: Nicht bewertbar²
- Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Nein / Ja³
- Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 3 Tage / 2 Personen
- Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 10 Minuten / 9,9 Stunden
- Kosten (ohne MwSt.): 6.526,40 €

¹ Kein Druckaufbau möglich, da ein unplanmäßiger Schaden am Altrohr vorlag.

² Aufgrund von Rissen im Altrohr war die Haftzugfestigkeit nicht bewertbar.

³ Es wurde eine Reinigung mit einem Wasserschlauch (Hauswasserversorgung mit Leitungsdruck) durchgeführt.

⁴ Schadhafter Werkstoffwechsel

7.8 I.S.T. Innovative Sewer Technologies GmbH

Warentest – Prüfzeugnis „Kurzliner für Hausanschlüsse“
I.S.T. Innovative Sewer Technologies GmbH
Spot Repair System
 Sanierungsfirma: eigene Anwendungstechniker

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil: BEFRIEDIGEND (2,9)	
Systemprüfungen (85 %):	3,2
Dichtheit (60 %):	3,6
Infiltrationsdichtheit I (IF I) (70 %)	3,5
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,0 / 6,0
Infiltrationsdichtheit II (IF II) (30 %)	3,8
Testaufbau I (50%) / Testaufbau II (50%)	1,5 / 6,0
Betriebssicherheit (20 %):	2,1
Abflussverhalten (50 %)	2,3
Querschnittsreduzierung (30 %)	2,1
Inspizierbarkeit (20 %)	1,7
Standsicherheit (20 %):	3,2
Kurzliner-Standsicherheit (70 %)	2,0
Verhindern von Bodeneindrang (30 %)	6,0
Qualitätssicherung (15 %):	1,0



Gesamteindruck
Die Dichtheit wurde insgesamt mit der Note 3,6 bewertet. Bei der Infiltrationsdichtheit I wurde die Note 3,5 (Testaufbau I 1,0; Testaufbau II 6,0) vergeben. Es trat eine Infiltration „Wasserschwall“ am Schadensbild 7³ auf. Die Infiltrationsdichtheit II wurde mit der Note 3,8 (Testaufbau I 1,5; Testaufbau II 6,0) benotet. Bei dem Testaufbau I lag eine „optische Auffälligkeit“ und bei dem Testaufbau II eine Infiltration „Wasserschwall“ vor. Hinsichtlich der Betriebssicherheit wurde ein gutes Ergebnis (Note 2,1) erzielt. Das „Abflussverhalten“, die „Querschnittsreduzierung“ und die „Inspizierbarkeit“ wurden mit 2,3, 2,1 und 1,7 benotet. Die Standsicherheit wurde insgesamt mit der Note 3,2 bewertet. Bei dem Kriterium „Standsicherheit-Kurzliner“ war am Schadensbild 7³ ein „Lösen des Haftverbundes (Teilweise)“ erkennbar (Note 2,0). Das „Verhindern von Bodeneindrang“ wurde mit der Note 6,0 benotet, da eine Infiltration „Wasserschwall“ am Schadensbild 7³ vorlag. Bei der Qualitätssicherung wurden sämtliche Kriterien erfüllt (Note 1,0).

Zusatzinformationen
▪ Innendruckprüfungen nach Freilegung der Leitung: 5x Dicht, 1x Undicht, 2x Nicht bewertbar¹ ▪ Haftzugfestigkeit: Mittelwert = 3,22 N/mm², kleinster Einzelwert = 2,80 N/mm² ▪ Vorbereitende Maßnahmen (Erstinspektion/ Untergrundvorbereitung/ Reinigung): Ja / Fräsen / Ja² ▪ Einsatztage vor Ort / Anzahl der Sanierer: 3 Tage / 2 Personen ▪ Zeitbedarf für Vorbereitung und Sanierung: 297 min / 23,3 h ▪ Kosten (ohne MwSt.): 4.689,50 €

¹ Kein Druckaufbau möglich, da ein unplanmäßiger Schaden am Altrohr vorlag.

² Es wurde eine Hochdruckreinigung durchgeführt.

³ Schadhafte Nennweiten-, Werkstoffwechsel; Steinzeug DN 150 → PVC DN 125

8 Fazit

Abdichtung von A-Schäden ist mit Kurzliner-Systemen in vielen Fällen möglich

Im IKT-Warentest zeigten die Anbieter, dass viele der im Bildreferenzkatalog NRW dargestellten schweren Schäden an Hausanschlüssen (sogenannte A-Schäden) zuverlässig mit Kurzlinern abgedichtet werden können. Dies betrifft die im Test näher untersuchten Schadensgruppen „Ausbrüche/ Risse“ sowie „Versätze/ Abwinkelungen“. Insbesondere die Sanierungsleistungen der Anbieter „Twinbond“ und „Trelleborg“ zeigten sich sowohl unter dauerhaftem Grundwasserstand und Betriebslasten als auch nach Simulation von Rückstauereignissen und wechselnden Grundwasserständen noch immer zuverlässig dicht gegenüber Außenwasserdruck (Prüfungen auf Infiltrationsdichtheit I + II). Diese Beobachtung wurde entsprechend mit der Note 1,0 bewertet.

Bei anderen Anbietern zeigten sich teilweise Auffälligkeiten in Form von „Feuchtigkeit/ Verfärbungen“ und/ oder Infiltrationen wie „Tropfen“, „Fließen“ oder in einem Fall auch „Wasserschwall“. Für die Gesamtheit aller Testkriterien wurden als Prüfurteil 2x „SEHR GUT“, 4x „GUT“ und 2x „BEFRIEDIGEND“ vergeben.

Nennweiten- und Werkstoffwechsel sind eine besondere Herausforderung

Im Test konnte zwar grundsätzlich festgestellt werden, dass auch die Schadensbilder mit Nennweiten- und Werkstoffwechsel mit einigen Verfahren abgedichtet werden konnten. Bei vier Anbietern zeigten sich jedoch deutliche Schwachstellen, die zu Infiltrationen an den sanierten Schadensbildern führten. In einem Fall war bereits direkt nach Einbau des Kurzliners eine als „Wasserschwall“ bewertete Infiltration unter Außenwasserdruck erkennbar. Nennweiten- und Werkstoffwechsel fordern offensichtlich eine besondere Ausführungsqualität und -sorgfalt.

Testaufbau I durchweg zuverlässig gegen Infiltration abgedichtet

Alle acht Anbieter zeigten für die vier Schadensbilder im Testaufbau I sehr gute bis befriedigende Ergebnisse. Im Einzelnen handelte es sich um die gemäß Bildreferenzkatalog NRW als A-Schaden klassifizierten Schadensbilder „Rissbildung“, „Rohrbruch“, „verschobene Rohrverbindung (radial)“ und „verschobene Rohrverbindung (im Winkel)“. Im gesamten Beobachtungszeitraum wurden hier keine Infiltrationen festgestellt. Bei etwa der Hälfte der Anbieter zeigten sich allerdings an einigen Sanierungsstellen optische Auffälligkeiten in Form von „Feuchtigkeit und/ oder Verfärbung“, wenn auch ohne abflusswirksame Tropfenbildung.

Betriebslasten und Rückstauereignisse ohne besonderen Einfluss

Im Test konnte festgestellt werden, dass die während der Betriebssimulation aufgetragenen Belastungsszenarien, wie Kanalreinigung, Rückstauereignisse und wechselnde Grundwasserstände, keinen nennenswerten Einfluss auf das Sanierungsergebnis hatten.

Eigene Standsicherheit des Kurzliners ist gewährleistet

Die Untersuchungen zur Standsicherheit der Kurzliner zeigten, dass diese grundsätzlich eine zuverlässige Haft- bzw. Tragwirkung aufweisen, d.h. kein zusätzliches Risiko darstellen (Lagesicherung). Bei den Produkten mit vollflächigem Verbund des Kurzliners zum Altrohr wurden kaum Auffälligkeiten beobachtet, d.h. keine „Rissbildung“, „übermäßige Verformung“, „Stabilitätsversagen“ oder großflächiges „Lösen des Haftverbundes“. Lediglich bei den Schadensbildern Werkstoffwechsel sowie Nennweiten- und Werkstoffwechsel zeigte sich bei fünf Produkten ein stellen- oder teilweises „Lösen des Haftverbundes“, allerdings ohne weitere Folgen. Beim Anbieter „Cosmic“ ist planmäßig kein vollflächiger Verbund zwischen Kurzliner und Altrohr vorgesehen, sondern nur ein Haftverbund im Anfangs- und Endbereich. Der Anbieter konnte aber einen statischen Nachweis vorlegen, der die im Versuch beobachtete eigene Standsicherheit des Kurzliners belegte.

Qualitätssicherung auf einem sehr hohen Niveau

Sieben von acht Anbietern konnten sämtliche Kriterien zum Schwerpunkt Qualitätssicherung, so u.a. hinsichtlich Verfahrenshandbuch, Schulungen, DIBt-Zulassung und Fremdüberwachung, erfüllen und erhielten die Note 1,0. Lediglich der Anbieter „Cosmic“ konnte ein Kriterium nicht nachweisen, es lag keine DIBt-Zulassung vor (damit Note 2,0).

Baustellenuntersuchungen bestätigten den Labortest

Die Plausibilitätskontrollen in situ zeigten keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Sanierungsausführung. Allerdings war erkennbar, dass sich die Sanierungsfirmen weitgehend auf die Angaben aus den Voruntersuchungen und Ausschreibungsunterlagen verlassen und auf Abweichungen auf der Baustelle kaum vorbereitet sind.

9 Anhang

Die Anhänge beinhalten Antwortschreiben der Firmen auf eine Einladung zur Teilnahme am IKT-Warentest „Kurzliner für Hausanschlüsse“.

Anhang I:

E-Mail der BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG (30.05.2016)

Anhang II A:

Schreiben der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG (13.06.2016)

Anhang II B:

Schreiben der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG (16.09.2016)

Anhang II C:

E-Mail der Sanierungstechnik Dommel GmbH (23.09.2016)

Anhang III:

Schreiben der RTi Germany GmbH (13.07.2016)

Anhang IV:

Schreiben der Fluvius GmbH (03.08.2016)

Anhang V:

E-Mail der resinnovation GmbH (20.07.2016)

Anhang VI:

E-Mail der pmt GmbH & Co. KG (02.08.2016)

Anhang VII:

Schreiben der F. Willich Isoliersysteme GmbH & Co. KG (10.08.2016)

Anhang I:

E-Mail der BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG (30.05.2016)

Sehr geehrter Herr Ulutas,

wie schon telefonisch besprochen, sehen wir uns momentan aus zeitlichen Gründen nicht in der Lage an Ihrem Warentest teil zu nehmen.

Wir bedauern dieses sehr. Die Gründe haben wir tel. schon dargelegt.

Mit freundlichen Grüßen

Hartmut Rüping

BKP Berolina Polyester GmbH % Co. KG

Anhang II A: Seite 1

Schreiben der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG (13.06.2016)





MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG Postfach 23 03 09 45071 Essen

Vorab per Email an: ulutas@ikt.de
 IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
 Herrn Dipl.-Ing. Serdar Ulutaş
 Exterbruch 1
 45886 Gelsenkirchen



MC-Bauchemie
 Müller GmbH & Co. KG

ombran

Am Kruppwald 1-8
 46238 Bottrop
 Tel. +49 (0) 20 41-101 130
 Fax: +49 (0) 20 41-101 197

www.mc-bauchemie.de
ombran@mc-bauchemie.de

13. Juni 2016
 Tel.: + 49 (0) 20 41-101-195
 Lohbeck

IKT Warentest Reparaturverfahren für Hausanschlussleitungen
hier: Teilnahme MC-Bauchemie

Sehr geehrter Herr Ulutaş,

vielen Dank für Ihre Anfrage zum oben genannten Thema. Sie baten uns, zu diesem Warentest ein Preisangebot über den Einbau von Kurzlinern abzugeben. Hierzu nehmen wir gerne wie folgt Stellung.

Im Rahmen unseres Ortstermins mit Ihnen und Herrn Liebscher konnten wir die Schadensbilder im Versuchsaufbau in Ihren Räumlichkeiten begutachten. Ihrerseits wurde die Frage nach der grundsätzlichen Sanierbarkeit dieser Schäden mit Kurzlinern bzw. mit den Systemen der MC-Bauchemie gestellt. Diese grundsätzliche Sanierbarkeit ist unserer Ansicht nach mit entsprechenden Vorarbeiten gegeben.

Immer wieder haben wir in den letzten Wochen jedoch das in diesem Warentest vorgesehene Prüfprogramm thematisiert. Auch bei unserem letzten Gespräch im Rahmen der IFAT 2016 in München konnten Sie noch keine konkreten Angaben hierzu machen. Das endgültige Programm stehe erst in einigen Wochen oder Monaten, in jedem Fall aber nach dem Einbau der Kurzliner fest. Auch die Gewichtung der Bewertungskriterien sei bisher keinesfalls absehbar.

Das Vorhandensein eines abschließenden Prüfprogramms stellt aus unserer Sicht eine grundlegende Voraussetzung für die Teilnahme dar. Es muss von Anfang an klar sein, welchen Herausforderungen sich unser(e) Reparaturverfahren stellen müssen.

Rechtsform: KG, Sitz: Essen, HR A 1052 Amtsgericht Essen, persönlich haftende Gesellschafter: Josef Verhoven, MC-Bauchemie Müller GmbH, HR B 888 Amtsgericht Essen, Geschäftsführer: Hilde Müller, Dr.-Ing. Claus-M. Müller, Dr. Ekkehard zur Mühlen. Bei Angeboten, Auftragsbestätigungen und Lieferungen gelten unsere Verkaufs-, Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

Anhang II A: Seite 2

Schreiben der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG (13.06.2016)



Seite 2 von 2 zum Schreiben vom 13.06.2016

Aus den vorgenannten Gründen werden wir mit keinem unserer Reparatursysteme an dem oben genannten Warentest teilnehmen. Wir bitten um Verständnis.

Unser Kurzlinersystem Konudur LM-Liner verfügt über eine aussagekräftige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung sowie umfangreiche Prüfzeugnisse zu den Materialkennwerten. Der Eignungsnachweis als Reparaturverfahren in nicht begehbaren Abwasserleitungen ist also erbracht.

Gerne stehen wir Ihnen für Rückfragen zur Verfügung und verbleiben

Mit freundlichem Gruß



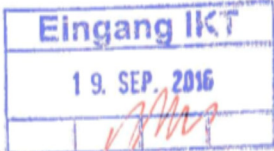
Christoph Lohbeck



Sven Meßmann

Anhang II B:

Schreiben der MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG (16.09.2016)



MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG Postfach 23 03 09 45071 Essen

Vorab per Email an: ulutas@ikt.de
 IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
 Herrn Dipl.-Ing. Serdar Ulutaş
 Exterbruch 1
 45886 Gelsenkirchen



MC-Bauchemie
Müller GmbH & Co. KG

ombran

Am Kruppwald 1-8
46238 Bottrop
Tel.: +49 (0) 20 41-101 130
Fax: +49 (0) 20 41-101 197

www.mc-bauchemie.de
ombran@mc-bauchemie.de

16. September 2016
 Tel.: + 49 (0) 20 41-101-195
 Lohbeck

IKT Warentest Reparaturverfahren für Hausanschlussleitungen
hier: Teilnahme MC-Bauchemie – Ergänzung zum Schreiben vom 13.06.2016

Sehr geehrter Herr Ulutaş,

vielen Dank für die Übermittlung des Prüfprogramms sowie Ihre Nachricht vom 25. Juli 2016.

Wie besprochen, nehmen wir mit dem Konudur LM-Liner am oben genannten Warentest teil. Bitte lassen Sie Herrn Benedikt Stentrup (Sanierungstechnik Dommel GmbH, Hamm) die entsprechenden Unterlagen zur Erstellung eines Preisangebotes zukommen.

Aufgrund der Erfahrungen aus den letzten Jahren und nach Rücksprache mit einigen Fachverarbeitungsunternehmen möchten wir jedoch schon jetzt Bedenken hinsichtlich der Stabilität des Altrohr-Boden-Systems anmelden.

Bei einer unzureichenden Verdichtung des umgebenden Erdreichs, welche hier im Warentest zu befürchten ist, kann es durch den systemtypischen Aufstelldruck der Kurzlinerpacker (bis zu 2,5 bar) zu einer weiter gehenden Schädigung des Altrohres kommen. Ein Fortschreiten von Rissen ist somit nicht ausgeschlossen. Sollte dieser Fall eintreten, so ist das gesamte betroffene Altrohr jeweils bis zur nächsten Muffe ebenfalls mit geeigneten Reparaturverfahren instand zu setzen. Das Risiko hierfür trägt der Auftraggeber.

Gerne stehen wir Ihnen für Rückfragen zur Verfügung und verbleiben



Christoph Lohbeck



Sven Meßmann

Rechtsform: KG, Sitz: Essen, HR A 1052 Amtsgericht Essen, persönlich haftende Gesellschafter: Josef Verhoven, MC-Bauchemie Müller GmbH, HR B 888 Amtsgericht Essen, Geschäftsführer: Hilde Müller, Dr.-Ing. Claus-M. Möller, Dr. Ekkehard zur Mühlen. Bei Angeboten, Auftragsbestätigungen und Lieferungen gelten unsere Verkaufs-, Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

Anhang II C:

E-Mail der Sanierungstechnik Dommel GmbH (23.09.2016)

Sehr geehrter Herr Ulutas,

wie gestern bei Ihnen im Haus besprochen, finden Sie nun anbei unser überarbeitetes Angebot, welches die Sanierung aller Schadstellen umfasst.

Wie gestern ebenfalls besprochen haben wir in technischer Hinsicht an zwei Punkten Bedenken was die 100prozentige Erreichung des Sanierungszieles angeht:

1. Verschädigung der „Altrohre“:

Bei den Schadensbildern 1., 2. und 8. wird das vorhandene Steinzeugrohr zur Simulation der Schäden durch Einschnitte und fehlende Scherben geschwächt.

Aus unserer vieljährigen Baustellenerfahrung kann es an diesen Schadstellen durch den Aufstell- und Anpressdruck des Versetzpackers zu einem Weiterreißen oder gar Bersten des Steinzeugrohres kommen. Wir gehen davon aus, dass es auch im Versuchsaufbau des Warentests zum Reißen oder Brechen der zu sanierenden Rohre kommen kann.

Wir weisen daher schon jetzt darauf hin, dass im Falle eines weiter reißen des Altrohres die dort installierten Kurzliner insbesondere im Hinblick auf die Kriterien Wanddicke und Dichtheit das Sanierungsziel nicht erreichen können (da sich das Kurzliner-Material dann überdehnt).

In der Baustellenpraxis melden wir hier i.d.R. Bedenken an und arbeiten nur auf Anweisung des Auftraggebers weiter bzw. wählen in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein anderes geeignetes Sanierungsverfahren (z.B. bogengängigen Schlauchliner auf gesamter Länge, Verspachteln mittels KA-TE-Roboter).

2. Begrenzte Zugänglichkeit:

Bei Schadensbild Nr. 5 soll ein Kurzliner DN100 in einem Abzweig gesetzt werden. Die Zugänglichkeit ist in dem Versuchsaufbau entweder von oben durch zwei Bögen oder durch den Anschlusskanal DN150 von unten vorgesehen. In der Baustellenpraxis haben wir hier gelegentlich Probleme, den Kurzliner-Packer mit aufgezogenem Laminat schadlos durch die Kombination von Bögen zu bugsieren. Wir werden die Sanierung im Rahmen des Tests angehen, können jedoch den Erfolg nicht zu 100% garantieren.

Alle weiteren Informationen und Eignungsnachweise können Sie meiner vorherigen Email (siehe unten) entnehmen.

Für die Ausführung der Arbeiten haben wir den 06. und 07. Oktober vorgesehen. Wegen der Details können wir ja vorab noch einmal telefonieren.

Mit freundlichen Grüßen

BENEDIKT STENTRUP

Geschäftsführer,
Diplom-Wirtschaftsingenieur (FH)



SANIERUNGSTECHNIK DOMMEL GMBH

Erlenfeldstraße 55 · 59075 Hamm · Fax 02381/98 764 - 25

Telefon 02381/98 764 - 21 · Mobil 0151/422 699 21

Email benedikt.stentrup@sanierungstechnik-dommel.de

www.sanierungstechnik-dommel.de

Sanierungstechnik DOMMEL GmbH

Geschäftsführer: Christoph Leyers, Benedikt Stentrup
HRB 2839, Amtsgericht Hamm

Anhang III:

Schreiben der RTi Germany GmbH (13.07.2016)



ROHRTECHNIK
INTERNATIONAL
PROVIDING SOLUTIONS

RTi Germany GmbH, Am Pferdemarkt 61 b, 30853 Langenhagen, Germany

Ihr Ansprechpartner:

Name: Rainer Hübner
Tel.: +49 (0) 511 725 358-
Fax: +49 (0) 511 725 358-29
Mobil: +49 (0) 172 5219663
E-Mail: Rainer.huebner@rti.eu
Web: www.rti.eu

IKT Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1

45886 Gelsenkirchen

Datum: 13.07.2016

BETREFF : IKT Warentest Reparaturverfahren KM -Kurzliner

Sehr geehrte Damen und Herren,

Vielen Dank für Ihre Anfrage. Leider wird das Produkt KM –Kurzliner nach den uns zur Zeit vorliegenden Unterlagen nicht mehr angewendet.
Wir können also an dem Test nicht teilnehmen.
Die Firma Norditube (ein Unternehmen der RTi International) entwickelt zur Zeit einen neuen Hausanschlussliner.
Wenn dieses Produkt im Herbst dieses Jahres zur Verfügung steht, würden wir gern die Möglichkeit von weiteren Tests in Anspruch nehmen.

Mit freundlichen Grüßen

Andreas Weidt
Techn. Direktor

RTi Germany GmbH
DE-30853 Langenhagen, Mühlenfeld 18
Geschäftsführer: Frank Rust
Amtsgericht Hannover: HRB 212027
USt-Id-Nr. DE 257 644 963

Commerzbank Lemgo
IBAN: DE84 4764 0051 0227 3076 00
SWIFT/BIC: COBADEFFXXX

Raiffeisenbank Augsburger Land West eG
IBAN: DE 87 7206 9274 0000 0652 26,
BIC: GENODEF1ZUS

Anhang IV:

Schreiben der Fluvius GmbH (03.08.2016)

Eingang IKT 05. AUG. 2016 <i>kom</i>	  
IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH Herrn Dipl.-Ing. Serdar Ulutas Exterbruch 1 D 45886 Gelsenkirchen	
03. August 2016	
Ihre Einladung zum Warentest „Reparaturverfahren für Hausanschlussleitungen“	
Sehr geehrter Herr Ulutas, vielen Dank für Ihre E-Mail vom 19. Juli 2016 und der damit verbundenen Einladung zum oben genannten „IKT-Warentest“. Urlaubsbedingt melden wir uns erst heute bei Ihnen. Leider müssen wir Ihnen eine Absage für die Teilnahme erteilen und wünschen Ihnen und denen am Warentest teilnehmenden Unternehmen viel Erfolg.	
Mit freundlichen Grüßen <i>Sebastian Schmitz</i> Sebastian Schmitz Geschäftsführer	
Fluvius GmbH · Schiessstraße 56 · 40549 Düsseldorf · Tel.: +49 (0) 211 - 69 16 82 - 0 · Fax: +49 (0) 211 - 69 16 82 - 19 E-Mail: info@fluvius.de · Internet: www.fluvius.de · Geschäftsführer / Managing Director: Sebastian Schmitz HRB 56749 · Amtsgericht Düsseldorf · Stadtparkasse Düsseldorf · Kto. 1 004 775 357 · BLZ 300 501 10 IBAN: DE 02 3005 0110 1004 7753 57 · Swift/BIC-Code: DUSSDE33XXX · Ust-IdNr.: DE 255521570	

Anhang V:

E-Mail der resinnovation GmbH (20.07.2016)

Sehr geehrter Herr Ulutas,

wir hatten das Privileg bei Ihnen im Hause die Haltungen mit den Schäden im Vorfeld zu besichtigen.

Daraufhin haben wir Ihnen mitgeteilt, dass bei den Schäden der Kurzliner generell und insbesondere der PARTLINER® nicht geeignet sind.

Unseres Erachtens kann ein guter Teil der Schäden mit Schlauchlinern wie z.B. Saertex Multiflex repariert bzw. renoviert werden.

Ein Blick in die DIBt Zulassung des PARTLINER genügt um den Einsatzbereich zu abzugrenzen.

Die von Ihnen konstruierten Schäden sind nicht darin enthalten.

Insofern möchte ich von einer Angebotserstellung absehen.

Mit freundlichen Grüßen

Mirko Heuser

resinnovation GmbH
Im Speyerer Tal 9
D-76761 Rülzheim

Mobil: +49 (174) 3435 918
Tel.: +49 (7272) 77011-0
Fax: +49 (7272) 77011-77
eMail: mirko.heuser@resinnovation.de
Web: www.resinnovation.de

PARTLINER, Sideline und Houseliner sind eingetragene Markenzeichen der resinnovation GmbH

resinnovation GmbH
Rechtsform: Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Sitz Rülzheim
Geschäftsführer: Mirko Heuser, Dino Heuser
Amtsgericht: Landau in der Pfalz HRB 30069

Anhang VI:

E-Mail der pmt GmbH & Co. KG (02.08.2016)

Sehr geehrter Herr Ulutas,

vielen Dank für Ihre Einladung zur Teilnahme am IKT-Warentest. Wir begrüßen Ihre Initiative zur weiteren Verbesserung der Qualität in unserer Branche sehr, auch für uns steht die Qualität unserer Produkte im Zentrum unseres Handelns. Aus diesem Grund haben wir uns bereits frühzeitig entschieden, unsere Produkte der anspruchsvollen und wiederkehrenden Zertifizierung des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) zu unterziehen. Diese Zertifizierungen sowie weitere Überprüfungen durch unabhängige Gutachter absolvieren wir seit vielen Jahren erfolgreich, gerade in diesem Jahr wurde unsere hohe Produktqualität in der DIBt-Zulassung erneut bestätigt. Vor dem Hintergrund unserer regelmäßigen Qualitätsüberprüfungen und der positiven Rückmeldungen daraus bitten wir um Ihr Verständnis, dass wir derzeit von weiteren Überprüfungen absehen möchten.

Mit freundlichen Grüßen / Best Regards

Jochen Stevens
Geschäftsführer / Director

pmt GmbH & Co. KG

tel. 0049.2166.62194.0
fax 0049.2166.62194.20

www.no-dig.de
info@pmtonline.de

Anhang VII:

Schreiben der F. Willich Isoliersysteme GmbH & Co. KG (10.08.2016)



F. Willich Isoliersysteme GmbH & Co. KG

Planetenfeldstr. 120, 44379 Dortmund

Steuer-Nr.: 075/1530/1105

USt.Id.: DE256648531

Telefon +49 (0)231 9640 400

Telefax: +49 (0)231 9640 232

Email: info@f-willich.de

F. Willich, Planetenfeldstr. 120, 44379 Dortmund

IKT Institut für unterirdische Infrastruktur GmbH
Herr Dipl. Ing. (FH) Serdar Ulutas
Exterbruch 1

45886 Gelsenkirchen

Ihre Durchwahl / Fax	Unser Zeichen	Durchwahl	Fax	Datum
+49 209 17806-32	fj/wh	+49 6825 9541 133	+49 6825 9541 133	10.08.2016
+49 209 17806-88		+49 172 3068870	+49 6825 9541 856	

Sehr geehrter Herr Ulutas,

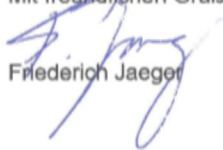
vielen Dank für Ihre Einladung zum IKT-Warentest "Reparaturverfahren für Hausanschlussleitungen".

Wie vorab telefonisch besprochen sind wir Entwickler und Produzent von verschiedenen Harzsystemen u.a. für die Kanalsanierung. Das Silikatharz WILLKAT® PL "Short Liner System" wird als Kurzlinerverfahren unter verschiedenen Fremdlabel auf dem Markt angeboten und eingesetzt. Unsere Kunden werden am IKT Warentest teilnehmen und von unserer Seite unterstützt werden.

Durch die zeitintensive Betreuung unserer Kunden während dem IKT Warentest ist es uns leider nicht möglich selbst am IKT Warentest teilzunehmen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung

Mit freundlichen Grüßen



Friederich Jaeger



Wolfgang Houy

Kommanditgesellschaft:
F. Willich Isoliersysteme GmbH & Co KG
Sitz: Dortmund
Amtsgericht: Dortmund
HRA 17697

Persönlich haftende Gesellschafterin:
F. Willich Isoliersysteme Verwaltungs GmbH
Sitz: Dortmund
Amtsgericht: Dortmund
HRB 25551

Geschäftsführer:
Friederich Jaeger
Harald Bode

Bankverbindung:
Volksbank, Dortmund
BLZ 44160014
Kto.-Nr. 6461144100
IBAN
DE31 441600146461144100
SWIFT GENODEM33DOR

10 Literatur

- [1] Bosseler, B.; Liebscher, M.; Ulutaş, S.; Busch, S.: Bericht zum Forschungsvorhaben „Vergleichende Untersuchung von Sanierungsverfahren für Hausanschlussleitungen, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, beauftragt vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen (Stand 08/2018, Projektabschluss voraussichtlich Dezember 2018).
- [2] DIN 1986-30: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 30: Instandhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Februar, 2012.
- [3] DIN EN 1610: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2015.
- [4] DWA-M 149-6: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 6: Druckprüfungen in Betrieb befindlicher Entwässerungssysteme mit Wasser oder Luft, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., August 2016.
- [5] DWA-M 139: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Dezember 2009.
- [6] Bosseler, B.; Ulutaş, S.; Liebscher, M.; Brandl, L.: Förderantrag zum Forschungsvorhaben „Wissenschaftliche Untersuchungen zur Aussagekraft von Dichtheitsprüfungen (Zustands- und Funktionsprüfungen) bei Hausanschlussleitungen“, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, beauftragt vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen (Projektabschluss voraussichtlich Dezember 2018).
- [7] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: NRW-Bildreferenzkatalog -Private Abwasserleitungen-; Redaktion: IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Düsseldorf 2014, Download unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/dichtheit/pdf/Bildreferenzkatalog_Private_Abwasserleitungen.pdf.
- [8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs- Richtlinie), Beuth Verlag, Berlin, Oktober 2001.