

Prüfbericht P05397

Gelsenkirchen, 28. April 2014

Auftraggeber: FAST Opticom AG
Niederlassung Deutschland
Margaretenstraße 15
93047 Regensburg

Prüfauftrag Nr.: P05397

**Einbaus eines Saertex S-Liners
in eine Haltung mit bereits verlegtem Glasfaserkabel**

Dieser Bericht besteht aus 20 Seiten.

Der Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung der
IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH vervielfältigt werden.



Dipl.-Ing. Dieter Homann
(Leiter der Prüfstelle)

1. Veranlassung und Vorgehensweise

Die FAST Opticom AG plant, baut und betreibt unterirdische Netze aus Glasfaserkabeln, die in Abwasserkanälen und –leitungen eingebaut werden, ohne die vorhandene Bausubstanz zu beeinträchtigen. Die Glasfaserkabel sind in ca. 15 mm dicken Stahl-Schutzrohren verlegt, die mit Stahlspannbändern im Scheitelbereich der Abwasserkanäle gehalten werden. In den Abwasserschächten werden die Schutzrohre über Spanneinrichtungen (Schachtanker) befestigt, die zusätzlich eine Umlenkvorrichtung enthalten, um die Glasfaserkabel in einem geeigneten Biegeradius auf die Schachtwand zu führen. Da alle erforderlichen Montageelemente für die Installation der Glasfaserkabel in den Abwasserkanälen und -schächten verbleiben, stellt sich die Frage nach der Sanierungsfähigkeit der Abwasserkanäle nach dem Einbau eines Glasfasernetzwerks.

Um zu überprüfen, ob der Einbau eines Schlauchliners durch bereits montierte Glasfaserkabel in einem Abwasserkanal beeinträchtigt wird oder ob es während der Schlauchlinersanierung zu einer nachteiligen Beanspruchung der Glasfaserkabel kommt, beauftragte die FAST Opticom AG das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH, den Einbau eines SAERTEX S-Liners in einer oberirdisch verlegten Versuchsstrecke zu begutachten und zu dokumentieren. Insbesondere sollte durch entsprechende Messtechnik kontrolliert werden, ob die kurzzeitig auftretenden, hohen Temperaturen während einer Schlauchliner-Aushärtung zu Schäden an den Glasfaserkabeln führen. Die Versuche wurden am 11. Februar 2014 auf dem Betriebsgelände der SAERTEX-Multicom GmbH durchgeführt.

2. Versuchsstrecke und Messkonzept

Für die Versuche wurde eine Versuchsstrecke DN300 aufgebaut, die in zwei Abschnitte unterteilt ist. Der vordere Teil, in dem ein Glasfaserkabel verlegt worden ist, besteht aus zwei Betonrohren von jeweils 2,5 m Länge und einem Beton-Gelenkstück von ca. 1,0 m Länge (Bild 1). Daran anschließend folgt in einem Abstand von ca. 0,5 m ein zweiter Teil der Versuchsstrecke von gleicher Länge aber ohne Glasfaserkabel, der im Wesentlichen dazu dient, eine ausreichende Haltungslänge für die Installation eines Schlauchliners zu erhalten. Die Gesamtlänge der Versuchsstrecke beträgt ca. 11 m.



Bild 1: Versuchsstrecke aus Betonrohren mit installiertem Glasfaserkabel

Die Bilder 2 bis 7 zeigen die montierten Stahl-Schutzrohre und das Glasfaserkabel in der Versuchsstrecke. Bei dem Glasfaserkabel handelt es sich nach Informationen der FAST Opticom AG um ein Breitband Kabel (LTMC: Loose Tube Mini Cable) mit sechs Faserbündeln von jeweils 12 Fasern, das im Kern durch eine sogenannte „Seele“ verstärkt ist, um Längszugkräfte aufnehmen zu können (Bild 7). Die Vermessung des Glasfaserkabels ergab einen Außendurchmesser von ca. 8 mm. Weitere Informationen zu dem Glasfaserkabel können dem Datenblatt im Anhang entnommen werden.



Bild 2: Befestigung der Schutzrohre am Rohrende mit Spanneinrichtung (Schachtanker)



Bild 3: Blick in die Versuchsstrecke mit Spannbändern für die Schutzrohre



Bild 4: Befestigung der Schutzrohre im Schacht mit Spanneinrichtung (Schachtanker)

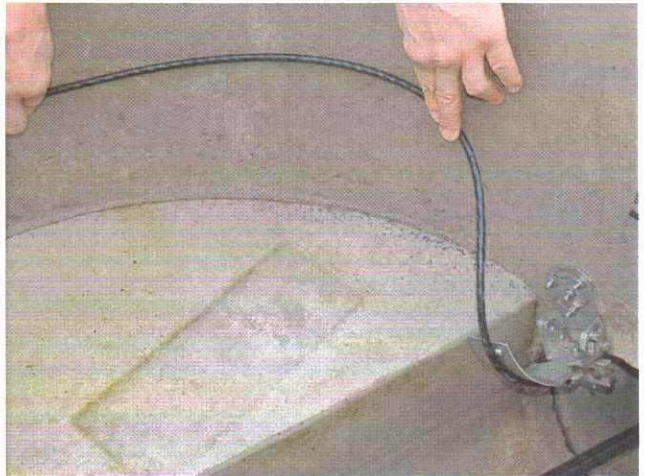


Bild 5: Führung des Glasfaserkabels im Schacht



Bild 6: Verwendetes Glasfaserkabel im Schutzrohr



Bild 7: Querschnitt des Glasfaserkabels

Insgesamt wurden zwei Schutzrohre installiert (s.a. Bild 6). Im ersten Rohr wurde das Glasfaserkabel verlegt. Das zweite Rohr diente als Referenz für die Temperaturmessung. Hier wurden zwei Temperaturfühler unterschiedlicher Länge eingebaut, um in zwei unterschiedlichen Entfernungen zum Schacht die Temperatur in dem Schutzrohr zu erfassen (Bild 8 und Bild 9). Ein Messpunkt befand sich in der Nähe des Schachtes, von dem aus die Lichterkette für die Aushärtung des Schlauchliners startete, und ein weiterer Messpunkt lag ca. 3,5 m vom Schacht entfernt. Hintergrund ist, dass die Lichterkette eine Länge von ca. 2 m besitzt und für die Aushärtung zunächst im Anfangsbereich der Haltung, also unmittelbar am Schacht, steht, bis alle Lampen gezündet sind. Erst danach wird sie mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit durch die Versuchsstrecke gezogen. Durch die Anordnung der Messpunkte war es also möglich, sowohl die Temperaturentwicklung im Bereich der stehenden Lichterkette (am Schacht), als auch während des Durchfahrens der Lichterkette (3,5 m vor dem Schacht) zu erfassen.



Bild 8: Aufzeichnung der Temperatur im Schutzrohr mit zwei Temperatur-Messfühlern (grün) unterschiedlicher Länge

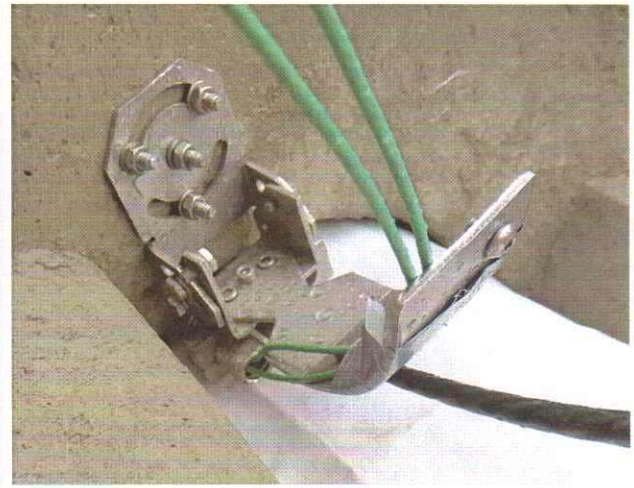


Bild 9: Temperatur-Messfühler im zweiten, leeren Schutzrohr

3. Einbau des SAERTEX S-Liners

Das Verfahren für den Einbau eines Schlauchliners lässt sich in drei wesentliche Schritte unterteilen:

- Einziehen des Schlauchliners
- Aufstellen des Schlauches mit Druckluft
- Aushärtung mit einer Lichterkette aus UV-Strahlern.

Nachfolgend werden diese Schritte für den Einbau des SAERTEX S-Liners (Premium-Version) in die Versuchsstrecke mit bereits verlegtem Glasfaserkabel dargestellt. Der SAERTEX S-Liner besteht aus einem Glasfaser-Gelegekomplex als Trägermaterial und ungesättigtem Polyesterharz. Er besitzt eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vom Deutschen Institut für Bautechnik (Z-42.3-350). Die sogenannte Premium-Ausführung verfügt im Gegensatz zu den anderen SAERTEX-Linern über eine im Schlauchliner verbleibende PA/PE-Beschichtung.

Einziehen des Schlauchliners

Der noch nicht ausgehärtete Schlauchliner darf bei der Handhabung auf der Baustelle und insbesondere während des Einziehens in den Abwasserkanal, das in der Regel mit Seilwinden ausgeführt wird, nicht beschädigt werden. Außerdem darf das noch flüssige Harz nicht mit anstehendem Grundwasser in Kontakt kommen. Daher ist der Schlauchliner an der Außenseite mit einer Verpackungsfolie umgeben, die zudem vor UV-Lichtbestrahlung von außen schützt. Während des gesamten Einbauprozesses ist es von erheblicher Bedeutung, dass diese Außenfolie nicht unkontrolliert beschädigt wird.

Vor diesem Hintergrund wurde das Einziehen des SAERTEX S-Liner Premium in die Versuchsstrecke genau beobachtet und kontrolliert, ob die installierten Stahl-Schutzrohre in der Versuchsstrecke sowie die Spannelemente im Schacht und am Rohrende zu einer Beschädigung der äußeren Folie führen können. Die nachfolgenden Bilder dokumentieren die Vorgehensweise beim Einziehen des Schlauchliners. Aufgrund der Anordnung der Stahlschutzrohre zwischen Kämpfer und Scheitel (Position ca. 10:00 Uhr) liegt der Schlauchliner in der Versuchsstrecke während des Einziehvorgangs unterhalb der Schutzrohre (Bild 11). Eine Beschädigung der Außenfolie kann somit ausgeschlossen werden. Lediglich im Schacht müssen die Sanierer während des Einziehens darauf achten, dass der Schlauchliner nicht über die Spanneinrichtung gezogen wird (Bild 12 und Bild 13). Während des Einziehens des Schlauchliners in die Versuchsstrecke konnte

allerdings keine Beeinträchtigung der Arbeitsabläufe durch die Spanneinrichtung festgestellt werden.



Bild 10: Abstand der Schutzrohre zur Rohrwand

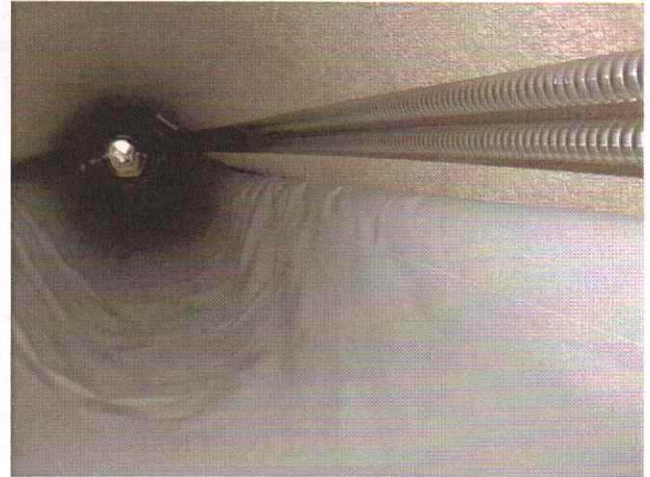


Bild 11: Lage der Schutzrohre oberhalb des eingezogenen Schlauchliners



Bild 12: Lage der Spanneinrichtung mit Umlenkung im Schacht beim Einziehen des Liners

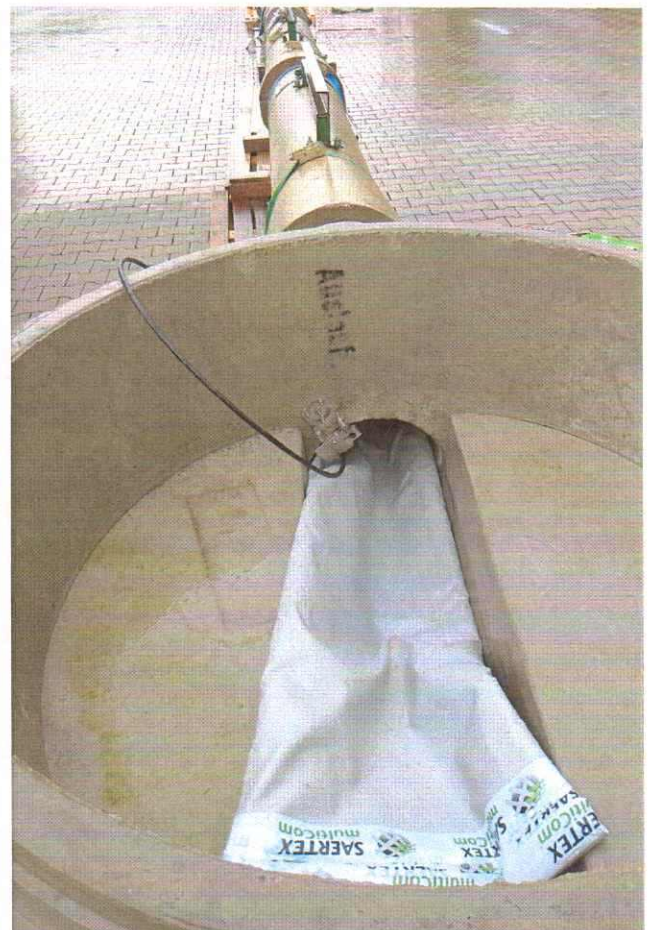


Bild 13: Eingezogener Schlauchliner

Aufstellen des Schlauchliners

Für das Aufstellen des Schlauchliners werden zunächst beide Enden mit Drucktöpfen abgedichtet (Bild 14 und Bild 15). Anschließend wird durch langsames Befüllen mit Luft ein Druck von 700 mbar (für DN300) im Schlauchliner aufgebaut, so dass er schließlich dicht an der Rohrwandung anliegt. Die Schutzrohre sowie deren Spanneinrichtungen im Schacht (Schachtanker) und am Rohrende drücken sich dabei in den noch weichen Schlauchliner, so dass er an diesen Stellen nach der Aushärtung nicht die Form eines Kreises besitzt. Eine Beeinträchtigung des Aufstellvorganges oder eine Beschädigung der Außenfolie durch das Anpressen an die Spanneinrichtungen konnte nicht festgestellt werden (Bild 16 und Bild 17).



Bild 14: Einbau des Drucktopfes am Liner-Ende im Schacht

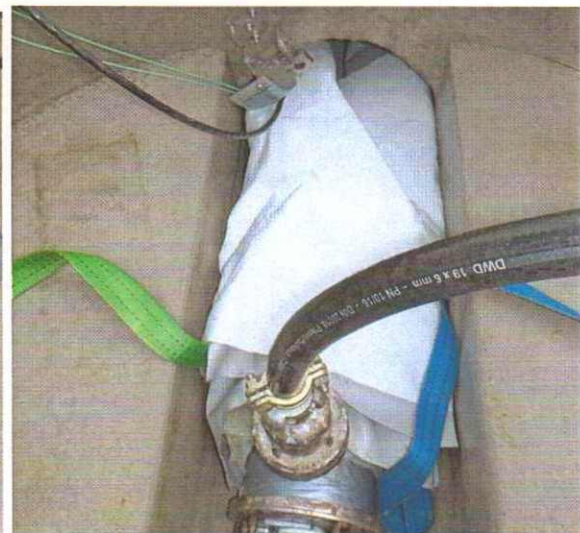


Bild 15: Liner vorbereitet für das Aufstellen mit Druckluft



Bild 16: Aufgestellter Schlauchliner im Bereich der Spanneinrichtung am Rohrende



Bild 17: Spanneinrichtung am Schlauchliner während des Aufstellens

Aushärtung mit UV-Licht

Für die Aushärtung muss der Lampenzug mit UV-Strahlern in die Versuchsstrecke eingebracht werden. Hierfür wird kurzzeitig der Drucktopf an einem Ende entfernt (Bild 18). Anschließend wird der Druck im Schlauchliner wieder aufgebaut und die Lichterkette bis zum Anfang der Versuchsstrecke vorgezogen. Für die Versuchsstrecke kam eine Lichterkette aus acht UV-Strahlern mit jeweils 600 Watt Leistung zum Einsatz (Bild 19).



Bild 18: Einbringen der Lichterkette



Bild 19: Lichterkette mit 8 x 600 Watt

Zu Beginn der Aushärtung steht der Lampenzug am Anfang der Versuchsstrecke (Schacht) während die UV-Strahler nacheinander, im Abstand von 30 Sekunden, gezündet werden. Anschließend wird er mit einer Geschwindigkeit von 0,9 m/min durch die Haltung gezogen. Bei der Aushärtung werden mit Hilfe von drei Sensoren auch die Temperaturen im Schlauchliner von der Lichtekette aus erfasst. Das vollständige Aushärte-Protokoll mit allen Daten ist im Anhang dargestellt. Die maximale Temperatur im Schlauchliner beträgt hiernach 106°C, allerdings am Ende der Versuchsstrecke, wo die Lichterkette bereits steht während die UV-Strahler nacheinander ausgeschaltet werden.



Bild 20: Aushärtung des Saertex-Liners

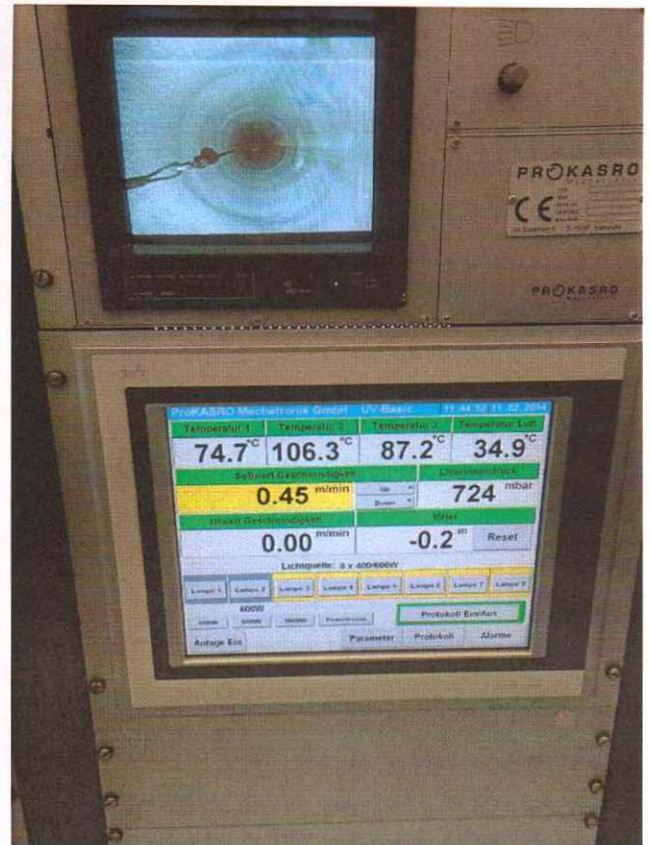


Bild 21: Kontrolle der Prozessparameter im Fahrzeug

4. Ergebnisse

Die Grafik in Bild 22 zeigt die während des Versuches aufgezeichneten Temperaturen an zwei Stellen im leeren Schutzrohr der Versuchsstrecke. Hier ist zu erkennen, dass die Temperaturen im Schutzrohr bis zu 62 °C betragen können. Die an diesen Stellen im Schlauchliner mit Hilfe der Sensoren auf der Lichterkette gemessenen Temperaturen betragen bis zu 65 °C.

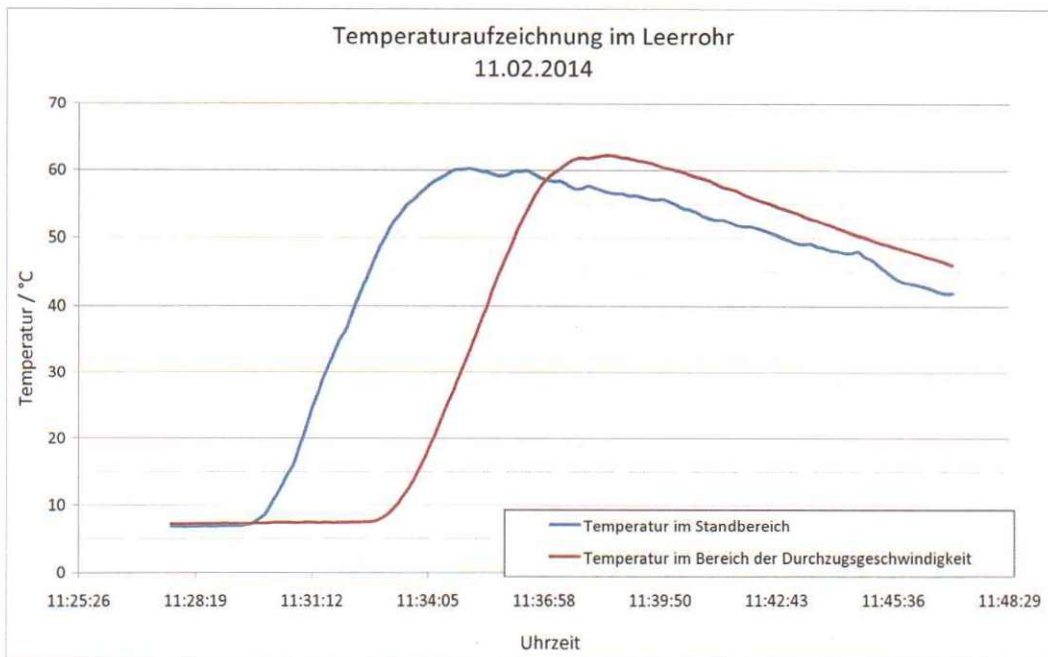


Bild 22: Grafische Darstellung der Temperaturverläufe im leeren Schutzrohr an zwei Messpunkten.

Die im Versuch bei der Aushärtung eines Schlauchliners gemessenen Temperaturen in dem leeren Stahl-Schutzrohr liegen somit unterhalb der maximal erlaubten Betriebstemperatur für das Glasfaserkabel von 70 °C (s.a. Datenblatt im Anhang). Bei längeren Standzeiten der Lichterkette muss allerdings davon ausgegangen werden, dass diese Temperatur überschritten werden kann.

Im Anschluss an die Installation des SAERTEX S-Liners in die Versuchsstrecke wurde eine Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610, Verfahren LD, durchgeführt. Der Schlauchliner hat die Prüfung mit einem gemessenen Druckabfall von 1 mbar bestanden. Der maximal zulässige Druckabfall beträgt 15 mbar. Eine Beeinträchtigung der Dichtheit eines Schlauchliners durch bereits verlegte Glasfaserkabel im Abwasserkanal ist somit nicht zu erwarten. Im Anhang ist das Protokoll der Dichtheitsprüfung abgebildet.

Ein Blick in den ausgehärteten Schlauchliner der Versuchsstrecke zeigt, dass sich die Spannbänder und insbesondere die Befestigungspunkte der Stahl-Schutzrohre deutlich in seiner Oberflächenstruktur abzeichnen (Bild 24). Die Geometrie des Schlauchliners weicht im Bereich der Schutzrohre vom Kreisprofil ab, was bei einer statischen Berechnung des Schlauchliners berücksichtigt werden muss. (Bild 23). Die Vorverformung entspricht hier mit ca. 16 bis 20 mm Tiefe in etwa der Dicke der Schutzrohre und besitzt eine Breite von 110 bis 150 mm. Der Abdruck der Spannbänder im Schlauchliner ist dagegen lediglich 5 mm tief (Bild 26). Der Wandaufbau zeigt zwei kleine Hohlräume, die vermutlich durch Verschiebungen zwischen den Glaslagen entstanden sind (Bild 25). Die Verbunddicke unterhalb der Schutzrohre (Bild 25) ist mit 4,6 mm bis 5,5 mm etwas dünner als im übrigen Schlauchliner mit rund 6 mm.



Bild 23: Saertex Liner in der Versuchsstrecke mit Schutzrohren



Bild 24: Blick in den ausgehärteten Saertex Liner

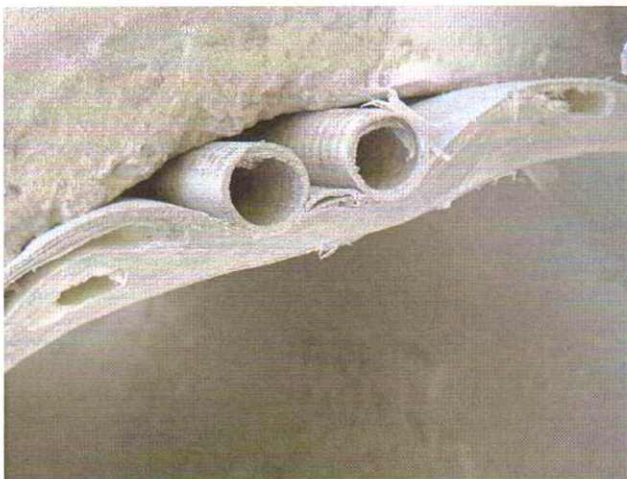


Bild 25: Wandaufbau des Schlauchliners im Bereich der Schutzrohre

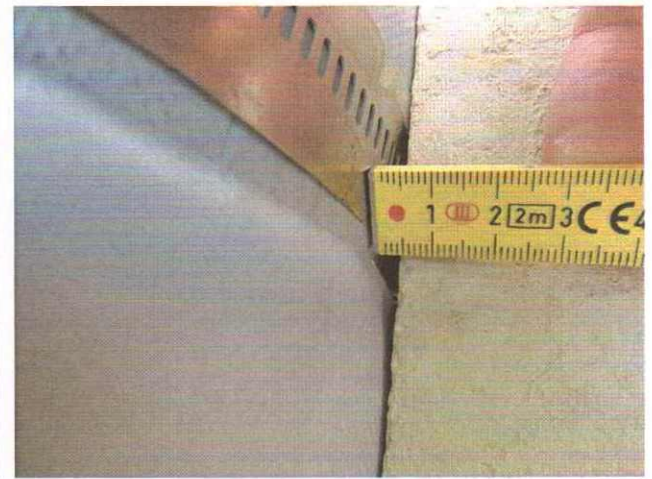


Bild 26: Abdruck der Spannringe ca. 5 mm tief

Die Vorverformung des Schlauchliners an der Schachteinbindung ist deutlich ausgeprägter als innerhalb der Versuchsstrecke, da die Spanneinrichtung (Schachtanker) der Schutzrohre tiefer einragt (Bild 27 bis Bild 28). Für die dichte Anbindung des Schlauchliners an den Schacht kommen daher insbesondere Verpressverfahren in Betracht, bei denen der vorhandene Ringspalt sowie die Vorverformung am Ende der Haltung mit einem Kunstharz vollständig ausgefüllt werden. Da ein Schachtanker innerhalb der Haltung nicht erforderlich ist, fallen die Vorverformungen dort erheblich kleiner aus (vgl. Bild 25 und Bild 26).

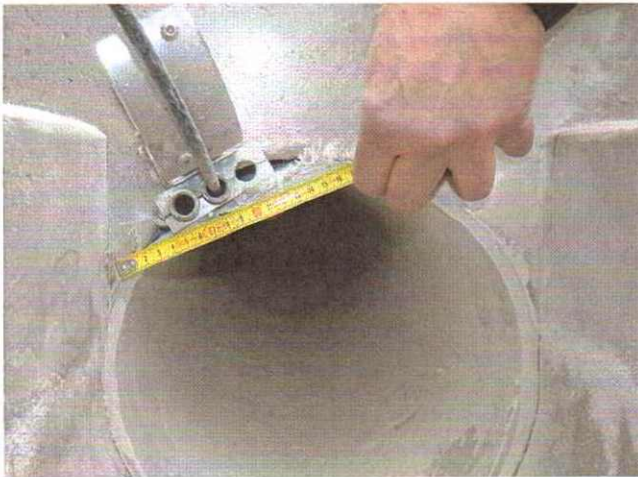


Bild 27: Breite der Vorverformung im Liner durch die Spanneinrichtung ca. 16 cm

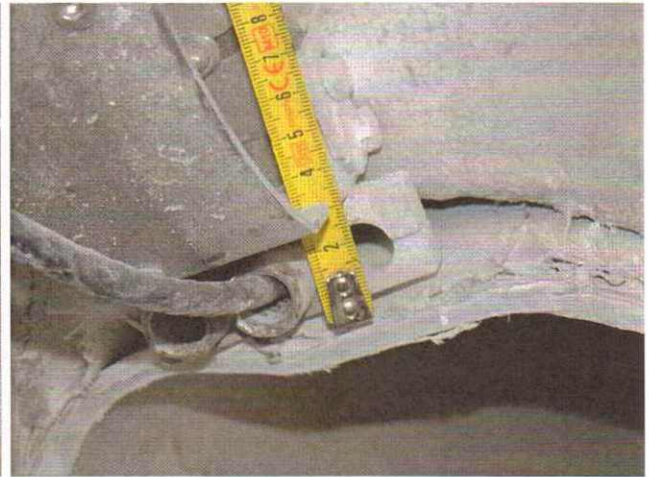


Bild 28: Höhe der Vorverformung im Liner durch die Spanneinrichtung ca. 3 cm

5. Fazit

Nach der Installation eines Glasfaserkabels in einem oberirdisch verlegten Abwasserkanal aus Betonrohren kann eine Kanalsanierung mit dem Saertex S-Liner Premium ohne Beeinträchtigung der Verfahrensabläufe durchgeführt werden. Die für eine Verlegung von Glasfaserkabeln in Abwasserkanälen montierten Spannringe und Schutzrohre sowie die im Schacht angebrachten Spanneinrichtungen (Schachtanker) sind so angeordnet, dass während des Einziehens, Aufstellens und Aushärtens des Schlauchliners keine äußerlich erkennbaren Schäden an dem Schlauchliner auftreten. Ebenso kam es nicht zu einer Beschädigung der Montageelemente für die Glasfaserkabel infolge der Schlauchlinersanierung mit einem Saertex S-Liner Premium. Die Schutzrohre der Glasfaserkabel im Betonrohr führen allerdings zu einer örtlich begrenzten Vorverformung im Schlauchliner, die bei einer statischen Berechnung sowie bei der Auswahl des Verfahrens für die Schachtanbindung berücksichtigt werden muss. Außerdem empfiehlt es sich, den Wandaufbau des Schlauchliners im Bereich dieser Vorverformung zu überprüfen.

Mit Blick auf den Kanalbetrieb nach Einbau eines Saertex S-Liners kann davon ausgegangen werden, dass dieser durch zuvor verlegte Glasfaserkabel der FAST Opticom AG nicht beeinträchtigt wird, da die wesentlichen Vorverformungen im Scheitelbereich des Abflussquerschnitts liegen.

Die während der Schlauchliner-Aushärtung mit UV-Strahlern aufgetretenen thermischen Belastungen des Glasfaserkabels in der Versuchshaltung wurden messtechnisch an zwei Stellen erfasst und liegen dort unterhalb der maximal zulässigen Betriebstemperatur der Glasfaserkabel von 70° C. Eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Glasfaserkabel infolge des Linereinbaus ist somit nicht zu erwarten. Längere Standzeiten der UV-Lichterketten mit gezündeten UV-Strahlern sollten allerdings vermieden werden.

Anhang

Aushärteprotokoll

Uhrzeit [hh:mm:ss]	Meter [m]	Geschw [m/min]	Temp 1 [°C]	Temp 2 [°C]	Temp 3 [°C]	Druck [mbar]	Status UV-Lampen									
							1	2	3	4	5	6	7	8		
10:41:15	0,0	0,00	7,2	13,2	8,4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:42:15	0,0	0,00	7,1	13,0	8,3	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:43:15	0,0	0,00	7,0	13,0	8,3	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:44:15	0,0	0,00	7,0	13,0	8,2	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45:15	0,0	0,00	7,0	13,0	8,1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:46:15	0,0	0,00	7,0	12,9	8,1	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:47:15	0,0	0,00	7,0	13,0	8,1	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:48:15	0,0	0,00	7,0	12,9	8,1	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:49:15	0,0	0,00	7,1	13,0	8,1	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:50:15	0,0	0,00	7,1	13,0	8,1	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:51:15	0,3	-0,03	7,1	13,0	8,0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:52:15	0,0	0,00	7,1	13,0	8,0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:53:15	0,0	0,00	7,2	13,1	8,1	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:54:15	0,0	0,00	7,2	13,0	8,0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:55:16	0,0	0,00	7,3	13,1	8,1	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:56:16	0,0	0,00	7,3	13,1	8,0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:57:16	0,0	0,00	7,4	13,1	8,0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:58:16	0,0	0,00	7,4	13,1	8,0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:59:16	0,0	0,00	7,5	13,2	8,0	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00:16	0,0	0,00	7,6	13,3	8,0	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:01:16	0,0	0,00	7,6	13,3	8,0	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:02:16	0,0	0,00	7,7	13,4	8,0	199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:03:16	0,0	0,00	7,9	13,4	8,1	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:04:16	0,0	0,00	8,1	13,7	8,2	273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:05:16	0,0	0,00	8,3	13,8	8,3	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:06:16	0,0	0,00	8,5	13,8	8,3	277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:07:16	0,0	0,00	8,6	13,9	8,3	309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:08:16	0,0	0,00	9,0	14,3	8,5	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:09:16	0,0	0,00	9,3	14,5	8,7	379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:10:16	0,0	0,00	9,6	14,6	8,8	409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:11:16	0,0	0,00	10,0	14,8	9,0	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:12:16	0,0	0,00	10,3	15,1	9,1	482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:13:16	0,0	0,00	10,8	15,4	9,4	485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:14:16	0,0	0,00	11,2	15,9	9,5	579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:15:16	0,0	0,00	11,7	16,2	9,8	592	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:16:16	0,0	0,00	12,2	16,5	10,0	631	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:17:16	0,0	0,00	12,8	17,0	10,3	671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:18:16	0,0	0,00	13,5	17,5	10,7	689	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:19:16	0,0	0,00	14,1	18,0	11,0	709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:20:16	0,0	0,00	14,8	18,4	11,3	712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:21:16	-2,8	-21,65	15,5	18,8	11,6	713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:22:16	-9,1	0,00	14,1	17,0	10,5	441	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:23:16	-9,1	0,00	13,6	16,5	9,9	443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:24:16	-9,1	0,00	13,1	16,0	9,2	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:25:16	-9,2	0,00	12,6	15,5	8,7	469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:26:16	-9,1	0,00	12,3	15,5	8,5	549	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:27:17	-9,1	0,00	12,1	15,4	8,3	676	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:28:17	-9,1	0,00	11,8	15,8	8,1	690	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:29:17	-9,1	0,00	11,4	14,6	9,3	696	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11:30:17	-9,1	0,00	11,1	14,9	23,2	705	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
11:31:17	-9,1	0,00	10,9	29,0	34,1	714	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
11:32:17	-9,0	0,38	12,9	47,1	40,5	718	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:33:17	-8,5	0,80	19,8	53,6	39,3	726	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:34:17	-7,6	0,93	17,6	61,2	43,9	726	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:35:17	-6,7	0,92	18,8	62,4	46,8	724	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

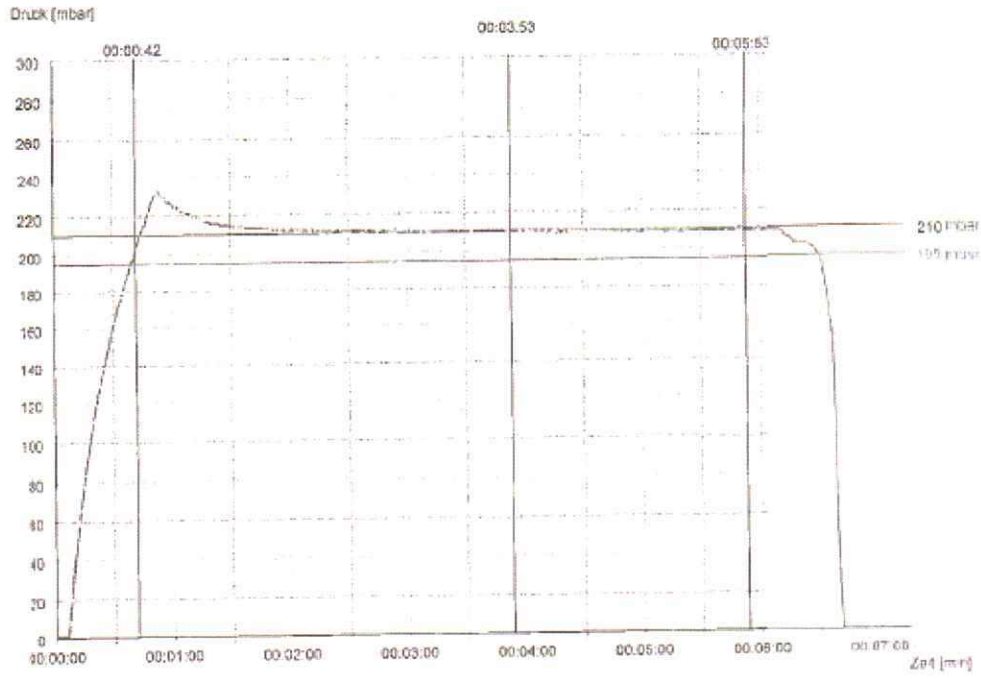
Fortsetzung: Aushärteprotokoll

Uhrzeit [hh:mm:ss]	Meter [m]	Geschw [m/min]	Temp 1 [°C]	Temp 2 [°C]	Temp 3 [°C]	Druck [mbar]	Status UV-Lampen								
							1	2	3	4	5	6	7	8	
11:36:17	-5,8	0,91	20,6	65,3	49,1	724	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:37:17	-4,9	0,91	22,5	67,8	54,8	730	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:38:17	-4,0	0,90	24,8	69,8	58,9	726	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:39:17	-3,1	0,90	28,2	72,5	67,7	722	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:40:17	-2,2	0,91	29,6	74,0	69,4	715	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:41:17	-1,3	0,91	32,7	75,6	70,9	723	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:42:17	-0,5	0,51	37,7	81,0	72,2	723	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:43:17	-0,2	0,00	49,6	93,2	80,6	723	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:44:17	-0,2	0,00	66,9	104,4	85,7	717	0	1	1	1	1	1	1	1	1
11:45:17	-0,2	0,00	78,7	106,1	87,4	727	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11:46:17	-0,2	0,00	84,0	103,2	86,8	730	0	0	0	0	0	1	1	1	1
11:47:17	-0,2	0,00	86,1	96,7	86,1	732	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Protokoll der Dichtheitsprüfung

easyBAR Licence : #047339		SPERING micro-systems Krefelder Strasse 22 - 26 52146 Würselen Tel.: +49 (0)2405 42440 Fax: +49 (0)2405 424422		SPERING micro-systems	
Auftrags Nr.: 1542	Straße: Testliner 1542	Kanalart: KS Schmutzwasserkanal	Auftraggeber: Saertx Multicom	Wetter: sonnig	
Projekt: MultiCorn	Ort: Saerbeck	Material: GFK Glasfaserverstärkter Ku	Geräteführer: Bennis Kafer	Datum: 11.02.2014	
Haltung: 5	Schicht 1: 1	Profil: Kreisprofil DN 300	Anwesend: Roman Kröbker	Uhrzeit: 12:25:12	
Gesamtlänge: 12 m	Schicht 2: 2	Zustand Material: trocken	Anwesend:	Seite: 1/1	

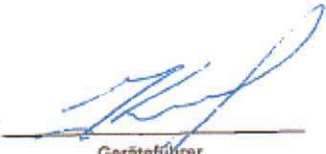
Dichtigkeitsprüfung



Prüfobjekt:	5	Prüfzeit:	00:02:00
Prüflänge:	12 m	Beruhigungszeit:	00:03:10
Prüfvorschrift:	DIN EN 1610 LD	Prüfdruck:	210 mbar
Prüfverfahren:	Luftprüfung Überdruck	Minimaldruck:	195 mbar
		Gem. Druckabfall:	1 mbar

Bemerkung:

Prüfergebnis: Prüfung bestanden

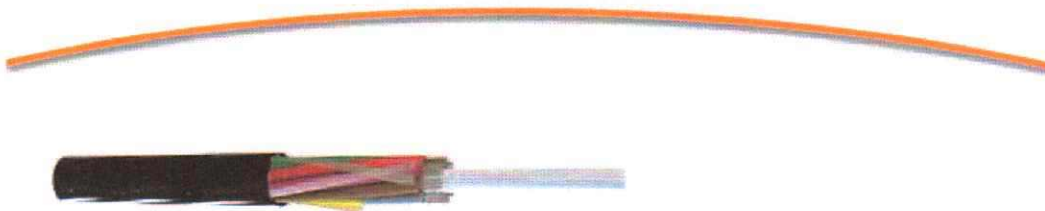


Geräteführer
 Bauleiter
Auftraggeber:

Datenblatt zum eingesetzten Glasfaserkabel

Breitband

LTMC



LTMC - Loose Tube Mini Cable Minikabel, verseilt, metallfrei, längswasserdicht, mit reduziertem Außendurchmesser, geeignet für Access- oder FTTx-Applikationen. Installation: Einblasen in Mikrorohr. VDE-Kabel-Kurzzeichen: A-DQ(ZN)2Y.

Merkmale	Ausprägung	Einheit
Produktgruppe	LWL-Kabel	
Serie	LWL-Kabel Single mode	
Typ	LTMC	
Normierung	IEC 60794-5-10	
Prüfverfahren	IEC 60794-1-2	
Anwendung	Außen	
Kabel metallfrei	Ja	
Einblasbar	Ja	
Zugentlastung	Ja	
UV-beständig	Ja	
Halogenfrei nach EN 50267-2-2	Ja	
Kabel längswasserdicht	Ja	
Typ Rohr	Hohlader, gel gefüllt	
Faserart	Singlemode	
Fasernorm	ITU-T G.657.A1	
Abmantelmethode	1 Reißfaden	
Mantel-Material	HDPE	
Mantel-Farbe	Schwarz	
Halogenfrei	Gemäß IEC 60754-1	
UV-Schutz	ISO 4892/2	
Längswasserdichtausführung	Super Absorbing Polymer	
Installationstemperatur	-10 / 50	°C
Betriebstemperaturbereich	-40 / 70	°C
Transporttemperatur	-40 / 70	°C
Dämpfung @ 1310 nm	0.35	dB/km
Dämpfung @ 1550 nm	0.22	dB/km
Dämpfung @ 1625 nm	0.25	dB/km
Aufbaudaten und Farbfolge	Siehe Beilage	

Artikel-Numm	Beschreibung	Außendurchme ca. (mm)	Nettogewicht (kg/km)	Biegeradius nach Verlegung (mm)	Biegeradius während Verlegung (mm)	Zugkraft kurzzeitig (Tm) (N)	Zugkraft Langzeitig (Tl) (N)
74832	12x SM G.657.A1 (1x12)	6,0	26	90	120	1000	150
74816	24x SM G.657.A1 (2x12)	6,0	27	90	120	1000	150
74813	36x SM G.657.A1 (3x12)	6,0	27	90	120	1000	150
74815	48x SM G.657.A1 (4x12)	6,0	28	90	120	1000	150
74814	72x SM G.657.A1 (6x12)	6,0	29	90	120	1000	150
74846	96x SM G.657.A1 (8x12)	6,4	40	100	130	1500	150



Datenblatt zum eingesetzten Glasfaserkabel - Fortsetzung

Breitband

LTMC



Artikel-Nr.	Beschreibung	Außendurchr. ca. (mm)	Nettogewicht (kg/km)	Biegeradius nach Verlegung (mm)	Biegeradius während Verlegung (mm)	Zugkraft kurzzeitig (Tm) (N)	Zugkraft Langzeitig (Tl) (N)
74812	96x SM G.657.A1 (8x12)	7,0	43	105	140	1500	150
74858	144x SM G.657.A1 (12x12)	9,2	69	140	185	1500	300
74834	144x SM G.657.A1 (6x24)	7,9	50	120	160	1500	500
74836	192x SM G.657.A1 (8x24)	9,3	70	140	185	2000	500