

820 Meter Schlauchlining in Soest

Zur „Allerheiligen-Kirmes“ fertig geworden

Von Dipl.-Ing. Olaf Eschenbach, Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH, NL Münster

Im Rahmen der Erneuerung der Straßenoberfläche in der Fußgängerzone der Stadt Soest in der Brüderstraße wurde die notwendige Sanierung der Abwasserkanäle im gleichen Zug mit abgewickelt. Gegenstand der Sanierung waren ca. 820,0 lfd Meter. Regen- und Schmutzwasserkanal, die als Trennsystem verlegt worden sind. So konnte die „Allerheiligen-Kirmes“ 2001 unbeschadet stattfinden.

Die Abwasserkanäle des Innenstadtbereiches weisen im starken Maße die nachstehenden Schadensbilder auf:

- Grundwassereintritt (Infiltration) Undichtigkeiten in den Muffen
- Korrosionserscheinungen und auch
- mechanische Schäden.

Das Abwasserwerk der Stadt Soest gab einer grabenlosen Sanierungstechnik gegenüber dem Neubau den Vorzug. Diese Entscheidung resultiert aus den wesentlich geringeren Baukosten und dem schnelleren Baufortschritt

gegenüber konventionellem Tiefbau. Des weiteren stellen sich Kanalerneuerungsarbeiten in Fußgängerzonen mit hohem Publikumsverkehr generell als Akzeptanzproblem bei den Benutzern, seien es Anlieger, Geschäftsleute oder Kunden, dar.

| Das Projekt

Im Zuge der Sanierung sind für die Dimensionen DN 200 bis DN 600 mm auf einer Länge von ca. 820,0 Metern. Insituform Schlauchliner

eingebaut worden. Auch ein Sonderprofil in den Dimensionen Ei 780/490 mm war Gegenstand der Sanierungsmaßnahme.

Bei der Sammlersanierung wurden die Hausanschlüsse mittels Hutprofiltechnik hinterwanderungsfrei angeschlossen, wobei hier die sehr hohe Abdichtung der Anschlüsse gegen Grundwasserinfiltration erwähnt sein soll. Im Nachlauf zur Sanierung mittels Schlauchliner sind im Stadtgebiet ca. 100 Hutprofile gesetzt worden.

| Allgemeines

Die Bezeichnung „örtlich hergestellte und erhärtende Rohre“ kommt aus dem angelsächsischen Bereich, wo das erste dieser Verfahren Anfang der 70-er Jahre erfunden und als CIPP (Cured-in-Place-Pipe) definiert worden ist. Die Bezeichnung ist sicher präziser als die im deutschen Sprachgebrauch eingebürgerte „Schlauchlinierverfahren“, aber außer in der Fachliteratur nicht gebräuchlich. Die Schlauchlinierverfahren sind die inzwischen weltweit am weitesten verbreiteten Sanierungs- bzw. Renovierungsverfahren. Sie zeichnen sich durch nahezu universelle Einsatzmöglichkeiten im Freispiegelbereich mit einem breiten Spektrum aus, seien es die Dimensionen (DN 80 - > DN 2000), Querschnitte (kreis- und nicht - kreisrunde) und Medien (kommunale und industrielle Abwasser).

Das älteste Schlauchlinierverfahren ist das Insituform-Verfahren mit inzwischen mehr als 30 Jahren Anwendung. Weltweit ist dieses Verfahren Marktführer sämtlicher grabenloser Sanierungstechniken. Das Insituform-Verfahren ist als bisher einziges Verfahren in der Lage, eine Komplettlösung anzubieten, die neben der Sanierung der Sammler auch Fallrohre, Grundleitungen und Anschlusskanäle sowie die Einbeziehung von Schächten beinhaltet. Aus diesem Grunde soll Schlauchre-



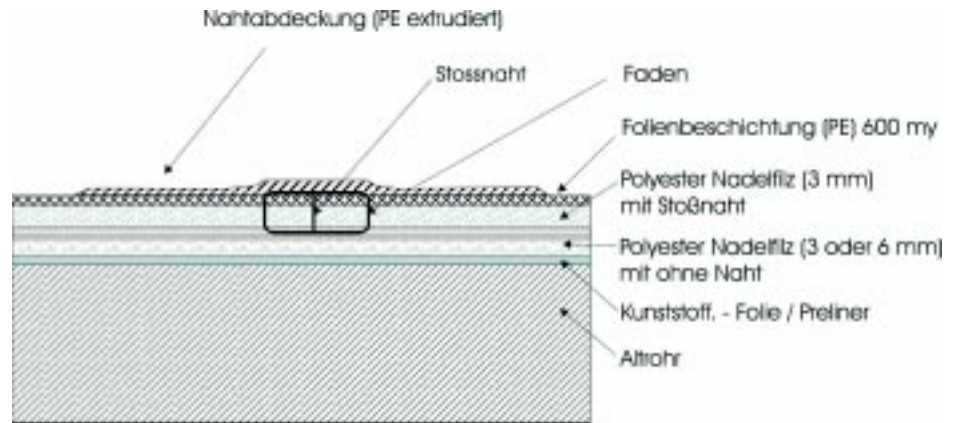
lining hier exemplarisch anhand dieses Verfahrens erläutert werden.

| Materialien (Schläuche, Harze)

Als Schlauchträger werden entweder (im Freispiegelbereich) Polyester - Nadelfilz (z.B. Insituform KSR) oder Glasfaser bzw. (für Druckleitungen) ein Komposit Nadelfilz - Glasfaser oder Polyestergerewebe - Nadelfilz (z.B. Insituform DLS) verwendet. Die Faserschläuche können bei der Fertigung in 1,5 oder 3,0 mm - Schritten von einer Wanddicke $s = 4,5 \text{ mm}$ bis $> 48 \text{ mm}$ aufgebaut werden. Die äußere Filzlage ist mit einer luft- und wasserdichten Folienbeschichtung, meist aus Polyethylen (PE) oder Polyurethan (PU), versehen, die nach dem Einbau (durch „Umstülpen“ bzw. Inversieren) im Sanierungsrohr innen liegt.

Die Folienbeschichtung dient als Einbauhilfe für die verschiedenen Verfahrensschritte wie Imprägnierung, Inversion und Aushärtung. Nach dem Einbau hat sie ihre Funktion erfüllt und ist nur noch als erste Schutzschicht gegen mechanischen Abrieb bzw. chemische Korrosion zu sehen. Eine Funktion für die Dichtheit oder die statische Tragfähigkeit hingegen haben solche Folienbeschichtungen mit einer Dicke von wenigen μ nicht!

Die Gf - Schläuche kommen mit teilweise erheblich dünneren Wanddicken als die Filzschläuche aus, müssen jedoch unbedingt aus korrosionsbeständigem Material (z.B. ECR) gefertigt sein, um –vor allem an den Schnittkanten (z.B. Anschlussbereiche, Schlauchanfang und –ende) eine Osmosebildung (Quellverhalten) zu vermeiden. Außerdem haben „dünn-



Schematische Darstellung eines Insituform Schlauchlineraufbaus

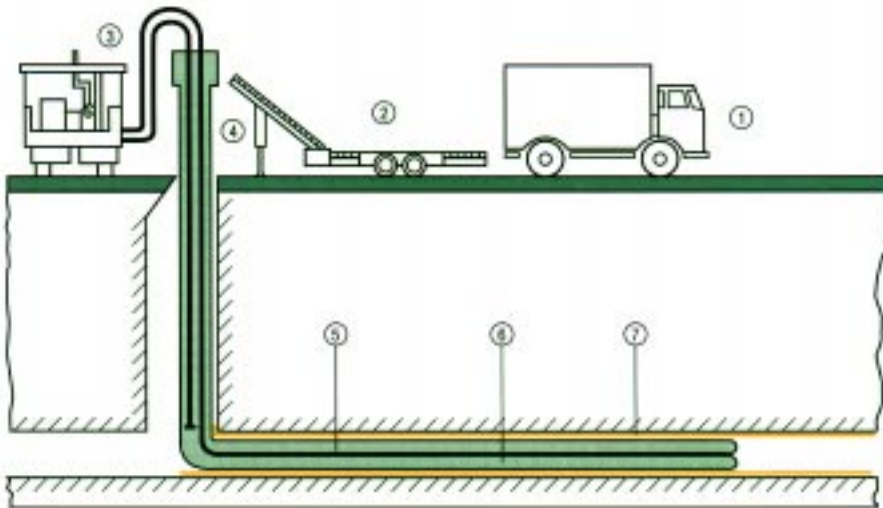
wandige“ Schläuche das Problem, die einschlägigen GFK - Normen einzuhalten, die u.a. eine Reinharz-Schicht (Gelcoat) von mindestens 0,5 mm vorschreiben. Zudem ist bei entsprechenden Betriebsversuchen zur Mechanischen Beständigkeit gegen Hochdruckreinigung (sog. „Hamburger Versuch“) bei „dünnwandigen“ Schlauchlinern Abrieb und ein Freiliegen der Glasfasern festgestellt worden. Als Standardharz wird bei den meisten Schlauchverfahren ein abwasserbeständiges UP-Harz auf der Basis von Isophtalsäure mit Formstoffeigenschaften gemäß DIN 16 949, Teil 2, Mindestanforderung Typ 1120, mit einer spezifizierten Rohstoffbasis gemäß DIN 18 820, Teil 1 (Isophtalsäure) eingesetzt. Bei Insituform wird der höherwertige Typ 1130 (Isophtal- oder Ortophtalsäure - Neopentylglykol) als Standardharz verwendet, der eine vollständige Aushärtung auch in feuchter Umgebung und eine breit gefächerte, chemische Resistenz

garantiert. Hierüber hinaus sind für spezielle Applikationen bezüglich thermischer oder chemischer Beständigkeit auch noch andere Harze wie Vinylester oder Epoxid sowie Härterssysteme (z.B. nicht - aromatische) verfügbar, die zum Teil speziell für die einzelnen Verfahren entwickelt bzw. modifiziert worden sind.

Als chemisches Reaktionssystem wird bei den UP - Harzen zum einen mit Peroxiden, d.h. der „klassischen“ Warmhärtung, gearbeitet, wobei sowohl sog. Kalthärte - (Reaktion bei Umgebungstemperatur) als auch Warmhärte - Systeme (Reaktion bei Erreichen einer definierten Temperatur) eingesetzt werden. Die Wärme wird hierbei entweder durch Aufheizen des zur Inversion verwendeten Wassers oder zugeführten Dampf erzeugt.

Die meisten Schlauchverfahren verzichten inzwischen auf eine, ohnehin wegen des feuchten Untergrunds und der zu erzielenden Reini-





- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 Kühlwagen | 4 Inversionsschicht |
| 2 Förderband | 5 Heisschlauch |
| 3 mobile Heizanlage mit Wassersäule | 6 Insituform-Retr |
| | 7 Preliner-(Folien-)Schlauch |

Schematische Darstellung Insituform Inversionsprozess mit Warmhärtung

gungsgrade (Stichwort: Kanalhaut) sehr zweifelhafte Haftung oder gar Verklebung mit der Wandung des Altrohres, sondern arbeiten neben der vorerwähnten Innenfolie auch mit einer Außenfolie, die fest aufkaschiert oder als separater Folienschlauch ausgebildet sein kann.

Seit Ende der 80er Jahre wird bei den Warmhärtung - Verfahren zur Verbesserung der Wasserdichtheit sowie zur Anhebung des Festigkeitswertes (versteifende Wirkung) mit inerten Zusatzstoffen gearbeitet. Hierdurch konnten erheblich höhere E - Module und damit eine spürbare Reduzierung der benötigten Wanddicken erzielt werden.

Da es sich heute im Gegensatz zu den Anfängen von Insituform vor nunmehr 30 Jahren um komplizierte chemische Zusammensetzungen handelt, an denen kontinuierlich im Rahmen unserer Produktpflege weitergearbeitet wird, bedienen sich viele Anwender der Beratung durch entsprechende Experten der Kunststofftechnik. Es gehört jedoch auch eine ständige Materialkontrolle im Rahmen eines Qualitätssicherungs-Systems dazu.

| Techniken (Einbau- / Aushärte - Varianten)

Der Schlauchträger wird beim Insituform-Verfahren auf den Innendurchmesser der zu sa-

nierenden Rohrleitung mit einer nach statischer Berechnung festgelegten Wanddicke gefertigt. Da es sich um ein formschlüssiges Verfahren handelt, können solche Träger für jedes beliebige Profil, d.h. neben kreis- auch für nicht - kreisrunde Profile wie Ei-, Maul-, Hauben-, Rechteck- und sonstige im Abwasser-Netz anzutreffende Profile, gefertigt werden. Selbst haltungsweise Änderungen in der Wanddicke (bedingt durch unterschiedliche Schadensbilder) bzw. Dimensionswechsel spielen für Insituform keine Rolle.

Die Herstellung erfolgt zudem mit einer definierten Unter - Dimensionierung, welche bewirkt, dass bei starken Durchmessertoleranzen keine Faltenbildung erfolgt. Hierbei macht man sich die Dehnfähigkeit der Filzfaser (im Gegensatz zu anderen Geweben wie Glasfaser) zunutze. Träger aus anderen Materialien haben diese Möglichkeit nicht, was zu Hohlräumen zwischen Schlauchliner und Altrohr oder zu vermehrter Faltenbildung führen kann.

| Imprägnierungen

Der Imprägniervorgang ist eine äußerst wichtige Vorbereitung für eine gelungene Schlauchlining-Maßnahme. Hierbei muss durch entsprechende technische Verarbei-

tungsschritte sichergestellt sein, dass die im Schlauchträger befindliche Luft (Synthesefaseranteil: ca. 40 %) durch das Harzgemisch vollständig ersetzt wird. Hierzu wird mit Vakuum gearbeitet. Ein weiterer Aspekt ist die gleichmäßige Verteilung des Harzgemisches, wofür motorgetriebene Förderbänder und Walzenkombinationen mit definierten Walzenabständen eingesetzt werden. Die Walzenabstände müssen überschüssiges Harz verteilen, ohne einen „Mangeleffekt“ zu erzeugen. Das ganze muss unter kontrollierten Temperatur- und Verarbeitungsbedingungen erfolgen und der imprägnierte Schlauch muss für den Transport zur Baustelle sicher gelagert (z.B. Transportcontainer) werden.

- Stationäre Imprägnierung

Nach entsprechender Auswahl des geeigneten Harzes wird im verarbeitenden Lizenzbetrieb eine vordosierte Menge Harz gemischt, mit dem der Schlauch, der zuvor mit einem sog. „Kopf“ versehen worden ist, unter Einsatz von Vakuum imprägniert wird. Hierbei wird er über ein Förderband durch eine Rollenkombination mit definierten Abständen gefahren und anschließend in einem Eis - Container verpackt. Im gekühlten Zustand bleibt der Schlauch nun mehrere Tage verarbeitungsfähig und kann, sorgfältig verpackt, problemlos über mehrere hundert Kilometer transportiert werden. Auch Verkehrsbehinderungen oder Verspätungen in den Bauvorbereitungen können ihm so nichts anhaben.

- Mobile Imprägnierung

Seit einigen Jahren verfügt Insituform zudem über eine mobile Imprägnieranlage, d.h. einem Sattelzug, in dem ein kompletter Imprägnierbetrieb untergebracht ist:

- Harztanks (temperiert)
- Zwangsmischer
- Vakuumanlage
- Imprägnierband (mit Dosierwalzen)
- Wiegevorrichtung

Durch diese technisch sehr aufwendige Ausstattung kann sowohl bei Harzsystemen mit kurzen „Topfzeiten“ (Verarbeitungszeit zwischen Mischen und Einbau) wie z.B. EP - Harzen als auch bei Schlauchlinern mit kleinen Dimensionen und verhältnismäßig kurzen Einbaulängen ein wirtschaftliches Arbeiten vor Ort unter Aufrechterhaltung der bei Insituform üblichen hohen technischen Standards gewährleistet werden.

| Einbau

Auf der Sanierungsbaustelle werden der Sanierungsabschnitt sowie eventuelle Zuläufe abgesperrt und mittels Hochdruckreinigung in einem für das Verfahren notwendigen Maße gereinigt. Feste Ablagerungen oder in den Rohrquerschnitt einragende Hindernisse wie Zuläufe werden mittels Roboter - Technik, z.B. dem KA-TE Roboter, abgefräst. Das Abwasser wird während der gesamten Sanierungsphase übergepumpt, umgeleitet oder mittels Saug-/Spülwagen entsorgt.

Nach der Reinigung erfolgt eine letzte TV - Inspektion zur Dokumentation des Ist - Zustandes der Sanierungsstrecke - möglichst im Beisein des Bauherrn. Hierbei werden gleichzeitig vorhandene Anschlüsse in dem Sanierungsabschnitt eingemessen, damit sie nach erfolgter Sanierung wieder aufgefunden werden. Danach wird ein Folienschlauch eingebaut, der eine wechselseitige Wirkung hat: Er

verhindert einmal den Kontakt von Schmutz und Wasser mit dem noch nicht ausgehärteten Harz; zum anderen vermeidet er ein Austreten von Harz aus dem Kanalisationssystem und damit eine mögliche Kontamination von Erdreich und Grundwasser. Auch die Anschlussbereiche werden so vor sog. „Überschuss-Harz“ geschützt, was beim Öffnen unliebsame Überraschungen wie Harz-Pfropfen, vermeidet. Der Einbau des Folienschlauches erfolgt entweder durch Inversion (Druckluft) oder Einziehen mittels einer Seilverbindung. Der Einbau ist der nächste wichtige Arbeitsschritt für eine gelungene Schlauchlining-Maßnahme. Hierbei muss der harzimprägnierte Schlauch möglichst schonend in seine endgültige Lage im zu sanierenden Kanal gebracht und dort so aufgestellt werden, dass



Blick auf die Insituform CHIP-Unit in der Soester Altstadt

die Harzmischung möglichst gleichmäßig in Scheitel-, Kämpfer- und Sohlenbereich verteilt bleibt, um eine einheitliche Wanddicke des fertigen Rohres zu garantieren. Insituform ist nach über 30 Jahren Praxiserfahrung der Überzeugung, dass die optimale Einbautechnik das Umstülpen bzw. Inversieren eines Schlauchliners ist, da hierbei der Schlauchträger kontinuierlich in seiner endgültigen Lage durch den Überdruck fixiert bzw. an die Rohrwandung gepresst wird, wodurch sich seine Lage nicht mehr verändert und kein Harz ablaufen kann.

| Inversion (Wassersäule, Druckluft, Druckluft-Wasser)

Als letzte Vorbereitung wird ein mobiles Gerüst über dem Startschacht der Sanierungs-

strecke errichtet, um den für die Inversion erforderlichen hydrostatischen Druck zu erzeugen. Von der Arbeitsplattform des Gerüsts oder der CHIP-Unit (s.u.) aus erfolgt der eigentliche Einbau des Insituform-Schlauches, die sog. Inversion. Hierzu wird der Schlauchanfang umgestülpt und je nach Platzangebot oben auf dem Gerüst oder unten im Schacht bzw. an der CHIP-Unit an einem Kragen bzw. Rohrbogen befestigt.

Wo die Arbeitsfreiheit in der Höhe nicht gegeben ist (z.B. in Produktionshallen oder unter Brücken, Oberleitungen etc.), können anstelle des üblichen Inversionsgerüsts mit der hydrostatischen Wassersäule eigens entwickelte, zum Teil patentierte Drucksysteme wie die Insituform Inversionstrommel oder die CHIP-Unit (Controlled Head Inversion Process) ein-

gesetzt werden, um den notwendigen Überdruck für die Inversion zu erzeugen

Dann wird auf der Folie des Schlauchträgers im Inversionsrohr ein Überdruck erzeugt, unter dem sich der Schlauch nun kontinuierlich in die Sanierungsstrecke hinein stülpt. Hierbei wird er ohne weitere mechanische Beanspruchung sofort wieder gegen die Wandung der Rohrleitung gepresst

Bei der Inversionstrommel bzw. anderen Druckbehältern (z.B. Druckschläuchen) wird über einen Kompressor eine kontrollierte Beaufschlagung mit Druckluft erzeugt, mit welcher der Schlauchliner aus dem Druckbehälter heraus in die Sanierungsstrecke gestülpt wird.

Bei der CHIP-Unit erfolgt eine kombinierte Druckbeaufschlagung, d.h. der Insituform-Schlauch wird zwar mit Wasser invertiert, aber der eigentliche Überdruck wird mittels Druckluft auf der Wasseroberfläche erzeugt.

| Aushärtung

Am Ende des Insituform-Schlauches, dem sog. „Kopf“, befinden sich eine Schlaufe sowie ein kurzer Schlauch. Letzterer dient der Entlüftung von Luft und Styrol, das sich bei langen Schlauchlängen ansammeln kann. An der Schlaufe werden ein Steuerseil sowie - in Abhängigkeit der Dimension und des Leitungsverlaufes - ein bzw. mehrere kleindimensionierte, heißwasserbeständige Gewebeschläuche angebunden, die bei der Inversion durch die gesamten Sanierungsstrecke im Insituform-Schlauch innenliegend mitgezogen werden. Diese werden für den letzten Verfahrensschritt, die Aushärtung des Harzes bzw. Schlauches zum fertigen Rohr benötigt. Nach der Inversion werden ein oder mehrere Saugschläuche im Inversionsrohr abgesenkt und mit einer mobilen Heizanlage verbunden. Das Inversionswasser wird nun abgesaugt und durch die Kesselanlage sowie die eingezogenen Heizschläuche bis zum Ende der Sanierungsstrecke gepumpt. So entsteht ein geschlossener Kreislauf, mit dem das gesamte Wasser sehr schnell auf die vorbestimmte Reaktionstemperatur (Standard: 65 - 70 °C) gebracht wird. Wenn diese erreicht ist, wird die Temperatur noch einige Stunden aufrechterhalten, bis die Aushärtung (Tempern) abgeschlossen ist. Nun wird das Wasser im fertigen, neuen Insituform-Rohr stehen gelassen, bis es auf Um-

gebungstemperatur abkühlt ist - so werden unnötige Material - Spannungen vermieden und dem bei UP-Harzen typischen Volumenschwund entgegen gewirkt.

Bei der späteren Aushärtung mit Dampferstützung wird die Inversion unter kontrollierter Beaufschlagung mit Druckluft durchgeführt, wobei diese in Abhängigkeit der Dimension und Schlauchlänge sowie dem Leitungsverlauf erheblich höher als bei der hydrostatischen Wassersäule sein kann. Nachdem der Schlauchliner komplett eingebaut ist, erfolgt ein kontinuierlicher Austausch der Druckluft gegen Dampf aus einem Dampferzeuger. Hierbei kann durch entsprechende vorherige Einstellung der Harzrezeptur eine schnellere Reaktionszeit bzw. Aushärtung des Laminates erreicht werden, so dass eine Sanierung in weniger als 6 Stunden ausgeführt werden kann. Nach der Aushärtung wird für die Zeit der Abkühlung wieder ein Innendruck (Druckluft) aufgebaut, um auch hier den Volumenschwund entgegen zu wirken. Anfangs- und Endschacht müssen dann freigeschnitten werden. In den eventuell vorhandenen Zwischenschächten wird nur die obere Halbschale des Insituform-Rohres bis zum Bankett entfernt, so dass der Sohlenbereich mit ausgekleidet bleibt.

Damit ist die eigentliche Sanierung abgeschlossen, sofern keine Anschlüsse vorhanden sind. Diese müssen mit dem vorerwähnten Fräsröbter, dem Insitu-Cutter ausgefräst werden. Das Auffinden der Zuläufe wird neben dem genauen Vermessen durch eine leichte Ausbeulung, bedingt durch den hydrostatischen Überdruck, im Bereich des Zulaufes erleichtert. Die Cutter sind inzwischen in ausgekleideten Dimensionen von DN 150 bis DN 700 einsetzbar, in größeren Dimensionen erfolgt das Öffnen von Hand.

| Projektausführung

Die Sanierungsarbeiten mussten zeitgleich mit der Oberflächenerneuerung der Fußgängerzone durch eine Tief- und Straßenbaufirma abgewickelt werden, um den Fertigstellungstermin vor dem für die Stadt Soest wichtigen Fest der „Allerheiligenkirmes“ am 07. November 2001 sicherzustellen.

Für den Einbau der Schlauchliner war ein äußerst knappes Zeitfenster von nur zwei Kalenderwochen vorgesehen: Für die erste Woche wurden ausschließlich Schlauchliner mit

den Dimensionen DN 200 bis DN 350 mm mit einer Gesamtlänge von ca. 530,0 Meter eingebaut. Die Länge verteilte sich auf neun Einzelinversionen. Die Abwicklung der Arbeiten in der ersten Woche wurde durch eine zweite Inversionsanlage und zusätzliches Personal zum Einbau der Schlauchliner gewährleistet. Für die zweite Woche wurden die restlichen ca. 290,0 Meter in fünf Einzelinversionen eingebaut. Die Schläuche mit den Dimensionen DN 500 bis DN 600 mm und das Ei-Profil 780/490 mm wurden unter Zuhilfenahme eines mobilen, zusammenklappbaren hydraulischen Förderbandes eingebaut.

Durch die straffe Baustellenabwicklung sowie die enge Koordination aller beteiligten Firmen, wurde das Sanierungsziel innerhalb kürzester Zeit erreicht, wobei für eine Inversion zudem noch eine Buslinie, die ebenfalls die Fußgängerzone tangiert, kurzfristig umgeleitet werden musste.

Der Gesamtauftragswert dieser Maßnahme belief sich auf rund 225.000 €.

| Ergebnis

Auf Grund der guten Planung und Baustellenkoordination konnten unter Ausnutzung der entsprechenden maschinellen und personellen Ressourcen die Bauabläufe reibungslos und ohne gegenseitige Behinderungen und damit zur vollsten Zufriedenheit des Bauherrn abgewickelt werden. Dies wurde zudem durch die zuständigen Bauleiter in täglichen Besprechungen sichergestellt. Die Soester „Allerheiligen-Kirmes“ konnte also auch 2001 zur Freude aller Verantwortlichen und Besucher ohne Behinderungen bzw. Belästigungen stattfinden.

Das Insituform Schlauchlining besitzt selbstverständlich alle entsprechenden Zertifizierungen wie die RAL Gütezeichen des Güteschutz Kanalbau (SU7.01 und SU10.25) und die durch die Landesbauordnungen zwingend für Arbeiten an Entwässerungsleitungen auf nichtöffentlichen Grundstücken vorgeschriebene Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Berlin (Zulassung-Nr. Z-42.3-305). Zudem sind durch TÜV – zertifizierte Qualitätsmanagement- (DIN EN ISO 9002:2000) und Umweltmanagement- Systeme (DIN EN ISO 14000) die entsprechenden internen und externen Kontrollmechanismen für eine ordnungsgemäße Abwicklung sichergestellt. □