

**20 Jahre Insituform**

STÄRKE IM GANZEN

Ausgabe 01/09 – Februar 2009



Flughafen Hamburg: 2,2 km in neun Tagen

**Seiten 2/3 - AKTUELLES**

Erneuerung oder grabenlose Kanalsanierung von Kanalnetzen: Pro und Contra  
7. Deutscher Schlauchlinertag am 21. April 2009 in Pforzheim

**Seiten 4/5 - NEUES VON DER BAUSTELLE**

Kanalsanierung auf dem Flughafen Hamburg - Just in time

**Seiten 6-10 - BLICKPUNKT TECHNİK**

Anmerkungen zu Spannungs- und Dehnungsnachweis bei Liningverfahren

**Seiten 10-11 - INTERNES**

Renovierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Rohren  
Gewinner des Rätsels vom Newsletter 04/2008

**Insituform®**

Rohrsanierungstechniken GmbH

## Erneuerung oder grabenlose Kanalsanierung von Kanalnetzen: Pro und Contra

**Vertreter jeder Sparte werden – ohne lange nachzudenken – die Vorteile ihrer Lösungsansätze konkret benennen und beweisen können. Und um es an dieser Stelle gleich vorweg zu nehmen, unser Standpunkt ist: Die Kanalneuverlegung zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit eines bestehenden Kanalnetzes hat genau so viele Vor- und Nachteile wie die grabenlose Kanalsanierung.**

**Problematisch wird es immer nur dann, wenn Alternativen nicht gegeneinander abgewogen werden, sondern unabhängig von den konkreten Gegebenheiten ein Lösungsweg als Allheilmittel gehandelt wird.**

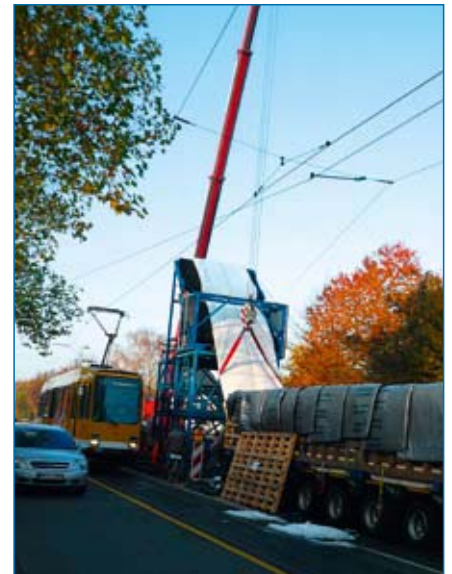
Dass dies nicht funktionieren kann, bewies die Vergangenheit immer wieder. Beispielsweise als der Sozialismus versprach, angemessenen Wohnraum in einem bestimmten Zeitraum zur Verfügung zu stellen: der großflächige Verfall bestehender Bausubstanz in den Innenstädten war die Folge der Bündelung aller personellen, finanziellen und technischen Ressourcen in den Neubau. Das Problem wurde nicht gelöst, sondern nur verlagert und teilweise irreparable Schäden sind das Erbe.

Wenn auch die Aufgabenstellung der „Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen“ eine ganz andere ist, so zeigt dieses Beispiel doch deutlich, dass der Entscheidung für oder gegen Erneuerung bzw. grabenlose Kanalsanierung eine ganzheitliche und projektbezogene Betrachtung vorausgehen sollte. Ganzheitlich steht nicht nur für technische und räumliche Einsatzgrenzen oder objektive Aspekte, wie Wirtschaftlichkeit oder Nutzungsdauer, sondern sollte auch die indirekten Parameter mit berücksichtigen.

Welche dieser Parameter stehen aber konkret z. B. für eine grabenlose Kanalsanierung und welche Auswirkungen haben diese? Da sind insbesondere die Aspekte zu nennen, welche für indirekte und nicht unerhebliche volkswirt-

schaftliche Kosteneinsparungen verantwortlich sind. Die Verkehrsbeeinträchtigungen werden auf ein Minimum reduziert und Staus weitestgehend vermieden. Damit reduzieren sich insbesondere in den Ballungsgebieten neben den Unfallgefahren und deren Folgeerscheinungen auch die Beeinträchtigungen der Anwohner und der Geschäftsbetriebe des Einzelhandels. Ebenfalls gehen die Lärm-, Staub- und Emissionsbelastungen durch CO<sub>2</sub>, wie z. B. durch die Verkürzung der Bauzeiten, den Wegfall von Oberflächenaufbrüchen oder den Aushub und Transport großer Bodenmassen deutlich zurück. Die Verringerung von Schäden an benachbarten Bauten oder teuren Straßenbelägen sowie der Wegfall von witterungsbedingten Ausfallzeiten gehören ferner in diese Kategorie. Und last but not least die ökologischen Vorteile: Schonung und Respektierung der Umwelt als natürlicher Lebensraum von Mensch, Flora und Fauna.

Bei ca. 20% der 468.000km öffentlicher Kanalisation liegt kurz- oder mittelfristig ein Sanierungsbedarf vor. Die dafür notwendigen Investitionen werden auf ca. 50-55 Mrd. Euro beziffert. Bei dieser Größenordnung indirekte Kosten mit ins Kalkül zu ziehen, ist gerade auch unter der sehr angespannten und unsicheren wirtschaftlichen Lage in 2009 ein Gebot der Vernunft und der Verantwortung.



*Vorteil grabenlose Kanalsanierung: Der Straßenbahnverkehr wird in Mühlheim nicht von den laufenden Sanierungsarbeiten behindert*

Die GSTT - Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Infrastruktur von Leitungen e. V. hat sich in einem Arbeitskreis sehr umfassend mit der „Ganzheitlichen Betrachtung von Erneuerungs-, Renovierungs- und Reparaturverfahren – Vergleich zu offener Bauweise“ auseinandergesetzt. Das Ergebnis wurde in der GSTT Information 1 vom November 2008 veröffentlicht und kann unter [www.gstt.de](http://www.gstt.de) angefordert werden.

### Impressum

#### Herausgeber:

Insituform® Rohrsanierungstechniken GmbH  
Sulzbacher Straße 47  
D-90552 Röthenbach / Pegnitz

#### Redaktion:

Ines Knaack,  
Holger Zinn, Detlef Mähler

#### Satz und Layout:

phocus creative lab, Nürnberg  
[www.phocus-creative.com](http://www.phocus-creative.com)

#### Fragen und Hinweise an:

Ines Knaack  
Tel: +49 (0) 911 / 9 57 73 - 27  
Fax: +49 (0) 911 / 9 57 73 - 33  
eMail: [knaack@insituform.de](mailto:knaack@insituform.de)

## 7. Deutscher Schlauchlinertag am 21. April 2009 in Pforzheim Umwelt und Politik fordern - Schlauchliner bieten: Ganzheitliche Lösungen vom Haus bis zur Kläranlage

Der Deutsche Schlauchlinertag hat sich als führende Fachveranstaltung rund um die Schlauchliningtechnologie etabliert und versteht sich als Forum, auf dem nicht nur aktuelles Know-how vermittelt wird, sondern auch sensible Aspekte dieses Kanalsanierungsverfahrens kritisch und ergebnisoffen diskutiert werden. Er wird von vielen Herstellern und Anwendern des deutschsprachigen Marktes unterstützt und bietet ein eigenes Forum für alle wirtschaftlichen, technischen, qualitätssichernden und umweltrelevanten Fragen. Die Schlauchliningtechnologie mit ihrer beispiellosen Verfahrens- und Materialbreite bietet Systemlösungen im besten Sinne, die mittlerweile buchstäblich vom Haus bis zur Kläranlage reichen.

### Der 7. Deutsche Schlauchlinertag zeigt mit seinem Programm Möglichkeiten auf:

09:00 - 09:10	<b>Begrüßung</b>	Dr.-Ing. Igor Borovsky, Technische Akademie Hannover
09:10 - 09:30	<b>Thematische Einleitung</b>	Dipl.-Ing. Franz Hoppe, Hamburg Wasser
09:30 - 10:00	<b>Schlauchliner bietet ganzheitliche Lösungen vom Haus bis zur Kläranlage</b>	Dipl.-Ing. Otto Schaaf, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR
10:00 - 10:30	<b>Planung, Ausschreibung und Wertung von Angeboten bei Schlauchlinermaßnahmen</b>	Dipl.-Ing. Rico Nock, Vogel - Ingenieurbüro für EntwässerungsSystemErhaltung, Kappelrodeck
10:30 - 11:00	<b>Pause / Ausstellung</b>	
11:00 - 15:00	<b>Hauptprogramm</b>	<b>Diskussionsforum</b>
11:00 - 12:00	<b>Der rechtssichere Bauvertrag - Herausforderungen für Auftraggeber und Auftragnehmer</b> Dipl.-Ing. (FH) Mario Heinlein, Stadtentwässerung Nürnberg und Dipl.-Ing. Wolfgang Buchner, Hamburg Wasser	11:00 - 11:45 <b>Schlauchlining - ein Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele in Deutschland</b> Prof. Jens Hölterhoff Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin
12:00 - 12:30	<b>Liner sucht Qualität – die Bedeutung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) für die Materialprüfung: Erfahrungen aus der Prüfpraxis</b> Dipl.-Ing. Andreas Haacker, Siebert + Knipschild GmbH, Ingenieurbüro für Kunststofftechnik, Oststeinbeck	11:45 - 12:30 <b>Ausschreibung und Durchführung von Renovierungsmaßnahmen</b> Dipl.-Ing. Delia Ewert, Hamburg Wasser
12:30 - 14:00	<b>Mittagspause / Ausstellung</b>	
14:00 - 14:30	<b>Dichtheit von Kanalanschlussleitungen - Verantwortung der Kommunen</b> Dipl.-Ing. Albert Knodel, Ingenieurbüro Albert Knodel GmbH, Bad Kreuznach	14:00 - 15:00 <b>Ein Überblick zur Technologie moderner Schlauchliner - Qualität und technischer Fortschritt haben ihren Preis</b> Prof. Dr. Reinhard Lorenz, Fachbereich Chemieingenieurwesen, Fachhochschule Münster
14:30 - 15:00	<b>Herausforderungen für Schlauchliner-Systeme - aktuelle Entwicklungen und Trends</b> Dr.-Ing. Bert Bosseler, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen	
15:00 - 15:30	<b>Kaffeepause / Ausstellung</b>	
15:30 - 16:00	<b>Erfahrungen mit dem Schlauchliningverfahren am Beispiel der Stadt Pforzheim</b>	Dipl.-Ing. Michael Leich, Eigenbetrieb Stadtentwässerung Pforzheim
16:00 - 16:30	<b>GFK-Liner in Herford: Einfache Planung, unvorhergesehene Probleme in der Bauausführung und ihre schnelle Lösung vor Ort</b>	Dipl.-Ing. Birgit Mucke, IAB Immobilien- und Abwasser-Betrieb, Sparte Abwasser, Herford
16:30 - 17:00	<b>Erfahrungen bei der Sanierung privater Abwasserleitungen am Beispiel der Stadt Solingen</b>	Dipl.-Ing. Manfred Müller, Entsorgungsbetriebe Solingen
ca. 17:15	<b>Ende der Veranstaltung</b>	

Neben aller Theorie wird es auf dem 7. Deutschen Schlauchlinertag auch „Technik zum Anfassen“ geben. Bei der parallel stattfindenden fachbezogenen Ausstellung werden viele Produkte rund um die Sanierungstechnologie gezeigt. Die Sponsoren des Schlauchlinertages – zu denen Insituform seit Anbeginn zählt – wie auch eine Vielzahl anderer Unternehmen aus der Sanierungsbranche werden die Gelegenheit nutzen, den Fachbesuchern ihre Dienstleistungen und Produkte zu präsentieren. Wer also als Netzbetreiber oder als planender Ingenieur bei den aktuellen Möglichkeiten und Anforderungen der Kanalsanierung mit Schlauchlining auf dem Laufenden sein will, dem wird der Besuch auf dem 7. Deutschen Schlauchlinertag in Pforzheim empfohlen. Weitere Information unter: [www.deutscher-schlauchlinertag.de](http://www.deutscher-schlauchlinertag.de)

## Kanalсанierung auf dem Flughafen Hamburg Just in time

**Kanalnetze von Großflughäfen sind von ihrer Ausdehnung her durchaus mit denen von kleinen Kommunen vergleichbar. Wenn es jedoch an die Sanierung geht, dann nehmen Flughäfen eine klare Sonderstellung ein. Beispiel: Flughafen Hamburg.**

Als ältester Flughafen Deutschlands feierte der Airport in Hamburg Fuhlsbüttel im Jahr 2001 seinen 90. Geburtstag. Damit verfügt Hamburg über den ältesten internationalen Verkehrsflughafen, der sich seit den frühen Anfängen immer noch am ursprünglichen Standort befindet. Die Geschichte des Flughafens ist bis heute durch ständiges Wachstum und einen permanenten Ausbau geprägt. Ende 2008 beispielsweise wurde der S-Bahn-Anschluss fertig gestellt und die neue Airport Plaza eingeweiht, mit über 12,8 Millionen Passagieren wurde ein neuer Rekord aufgestellt.



Im Bereich der Vorfelder kam das klassische Insituform-Verfahren mit Warmwasserhärtung zum Einsatz.

### 65 Kilometer Kanäle

Bei der Real Estate Maintenance Hamburg GmbH, Civil Engineering, kurz RMH-CE, ist ein vierköpfiges Team im Rahmen der Tiefbau- und Flächenunterhaltung für die Betriebsflächen im Start- und Landebahnssystem zuständig. Die RMH ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft des Flughafens Hamburg. Dipl. Ing. Nils Petersen ist bei der RMH beschäftigt und hier unter anderem mitverantwortlich für das unterirdische Rohrleitungssystem.

Hierzu gehören auf dem 550 Hektar großen Gelände rund 65 km Schmutz-, Regen- sowie

Mischwasserkanäle aus unterschiedlichen Rohrmaterialien und in Nennweiten zwischen DN 150 und DN 1400. Die Start- und Landebahnen werden im Sommer über ein System von Regenrückhaltebecken direkt in ein offenes Fließgewässer, die Tarpenbek, als Vorfluter entwässert. Im Winter, wenn das Oberflächenwasser mit Enteisungsmittel belastet ist, wird das Regenwasser umgeleitet und gelangt über einen Sammler, wie das Schmutz- und Mischwasser aus den anderen Bereichen des Flughafens, den Gebäuden und den Vorfeldern, in das Sielsystem der Hamburger Stadtentwässerung.

In den fast hundert Jahren seines Bestehens ist nicht nur der Flughafen, sondern auch das Entwässerungssystem ständig gewachsen. Im Zuge der Erweiterungs- und Umbaumaßnahmen wurde das Kanalnetz permanent ausgebaut, erneuert, saniert und den veränderten Anforderungen angepasst. „Vor diesem Hintergrund befinden sich die Kanäle insgesamt betrachtet in einem guten Zustand“, resümiert Nils Petersen. „Da die Entwicklung aber weiter geht und der Flughafenbetreiber hohe Anforderungen an die zuverlässige Funktionstüchtigkeit des Entwässerungssystems stellt, wird uns

auch in Zukunft die Arbeit in diesem Bereich nicht ausgehen.“

### Seit acht Jahren Schlauchlining

Auf der Basis der Ergebnisse einer systematischen Zustandserfassung des Kanalnetzes wurde der Sanierungsbedarf ermittelt und eine Prioritätenliste erstellt, die nach und nach abgearbeitet wird. Die RMH arbeitet diesbezüglich auf der Basis von Rahmenverträgen.

Vor etwa acht Jahren sollte auf dem Hamburger Flughafen das erste Mal eine Leitung im Schlauchliningverfahren saniert werden. Den Auftrag erhielt die Hamburger Niederlassung der Firma Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH, die damals mit guter Arbeit die Basis für die bis heute andauernde Zusammenarbeit schuf. Aufgrund der positiven Erfahrungen fiel die Entscheidung, dieses Verfahren auch weiterhin einzusetzen und für die Sanierung des Kanalnetzes Rahmenverträge zu knüpfen.

### Sicherheit hat oberste Priorität

Jüngstes Projekt war die Sanierung von Kanälen in den Nennweiten DN 300 und DN 400 auf einer Länge von 2,2 Kilometern mit Schlauchliniern im Warmwasser- und im Dampfhärteverfahren innerhalb von 9 Tagen. „Das hört sich ja zunächst einmal gar nicht so spektakulär an“, meint Dipl.-Ing. Andreas Josef, zuständiger Bauleiter der Hamburger Niederlassung von Insituform. Doch das Arbeiten auf dem Flughafen gehorcht eigenen Gesetzen. Sicherheit und Flugbetrieb haben oberste Priorität, dem hat sich alles andere unterzuordnen.

Die Besonderheiten beginnen schon lange vor dem eigentlichen Arbeitsbeginn. Für Personal und Gerätschaften müssen die erforderlichen Genehmigungen erwirkt werden, um überhaupt



An einigen Stellen war es aus sicherheitstechnischen Gründen untersagt, ein Inversionsgerüst aufzustellen. Dort wurde mit einer Chip Unit und dem Dampfhärteverfahren gearbeitet.

auf das Flughafengelände zu gelangen. Die Sicherheitsvorschriften sind streng und werden gesetzeskonform gehandhabt. Jeder Mitarbeiter muss das Ergebnis einer umfangreichen polizeilichen Sicherheitsüberprüfung vorlegen, quasi ein erweitertes polizeiliches Führungszeugnis, das jährlich erneuert werden muss. Hinzu kommt eine Flugsicherheits-schulung, die jeder zu absolvieren hat. Um auf dem Gelände Fahrzeuge bewegen zu dürfen, müssen die Mitarbeiter eine flughafenspezifische Führerscheinprüfung ablegen.

Weder Mensch noch Material kommen auf das Gelände, ohne vorher gründlich vom Sicherheitspersonal bis zum Schlüsselbund und Kugelschreiber untersucht worden zu sein.

## Genau nach Plan

Drei Wochen vor Beginn der Sanierungsmaßnahme wurden die für die Arbeiten notwendigen Sperrungen der Flughafenareale und der genaue Zeitplan von Nils Petersen mit dem Flugbetrieb und der Deutschen Flugsicherung abgestimmt und in den entsprechenden Veröffentlichungen für den Flugverkehr deutschlandweit angekündigt.

„Wir haben von Herrn Petersen den detaillierten Ablaufplan bekommen, den es unter allen Umständen exakt einzuhalten galt“, so Andreas

Josef. „Und dabei reden wir nicht über Tage, sondern über Stunden!“ Tages- oder Nachtzeiten spielten keine Rolle, entscheidend waren die Belange des Flugbetriebes. So konnte immer dann, wenn Start- und Landebahnen betroffen waren, nur nachts gearbeitet werden. „An einigen Stellen war es aus sicherheitstechnischen Gründen untersagt, ein Inversionsgerüst aufzustellen. Dort haben wir dann mit einer Chip Unit und dem Dampfhärteverfahren gearbeitet“, erklärt Josef. Bei den Arbeiten ist absolute Zuverlässigkeit gefordert. Nicht nur die Zeitpläne sind auf die Minute einzuhalten. Auch die für die Arbeiten abgesperrten Zonen gilt es strikt zu respektieren. Und unter Umständen muss flexibel reagiert werden, wenn der Flugbetrieb es plötzlich erfordert, eine Baustelle kurzfristig zu unterbrechen und das Flugfeld zu räumen.

## Qualität muss stimmen

Sanierungsfirmen, die auf dem Flughafen arbeiten wollen, müssen zunächst einmal in der Lage sein, in technischer Hinsicht die Anforderungen zu erfüllen, die ein historisch bedingt relativ inhomogenes Kanalnetz an die Sanierungsmethoden stellt. „Uns kommt auch in dieser Hinsicht unsere Flexibilität und unser breites Portfolio zugute“, betont Andreas Josef. „Wir haben hier neben dem klassischen

Schlauchlining in den Varianten Warmwasser- und Dampfhärtung in unterschiedlichen Durchmessern auch schon unsere ferngesteuerte Anschlussanierung FAS eingesetzt und mit unserem 100%igen Tochterunternehmen, der Kanal- und Umwelttechnik GmbH (KUT) zusammen Schachtbauwerke saniert.“

Und auch die Qualität muss stimmen: Sowohl was die Instandhaltungsstrategie als auch was die Ausgestaltung der Rahmenverträge angeht, orientiert sich der Flughafen in Person von Nils Petersen an der Praxis der Hamburger Stadtentwässerung HSE. In jüngster Zeit benutzt er das Anforderungsprofil für Schlauchlining der Arbeitsgruppe Süddeutscher Kommunen. „Wir haben dieses Anforderungsprofil in einigen Details den spezifischen Anforderungen des Flughafens angepasst und nutzen in vollem Umfang das detaillierte Qualitätsmanagement mit den darin aufgeführten Materialprüfungen.“

Die Ausführungszeit für die aktuellen 2,2 Kilometer Schlauchlining war auf neun Tage beschränkt, und das war kein Zufall. „Anschließend begannen nämlich die Herbstferien und dann ist auf dem Flughafen besonders viel Verkehr“, erklärt Nils Petersen. Und der soll in Hamburg reibungslos laufen - genauso reibungslos wie die Sanierungsbaustellen zuvor. — A. zu Eulenburg

## Anmerkungen zu Spannungs- und Dehnungsnachweis bei Liningverfahren

**Der folgende Beitrag hat die Beurteilung der Tragfähigkeit von Linern (sowohl Close-Fit-Liner als auch Liner mit Ringraumverdümmung) zum Gegenstand. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf dem Zusammenhang zwischen Dehnungs- und Spannungsnachweis sowie auf dem Tragfähigkeitsnachweis unter Verwendung der Ringsteifigkeit. Der Verformungsnachweis wird hier nicht näher betrachtet, da es sich dabei um keinen Tragfähigkeits- sondern um einen Gebrauchstauglichkeitsnachweis handelt. Zudem gibt die ATV M 127 Teil 2 [1] nur einen Anhaltswert, jedoch keinen Grenzwert der zulässigen**

**Durchmesseränderung an. Dieser ( $\Delta d_v = 10\%$ , inkl. Imperfektionen) kann in begründeten Fällen (konsolidierte Verhältnisse) durchaus überschritten werden. Auf die statische Modellbildung, d. h. die Einstufung des vorhandenen Kanals, die Berücksichtigung von Imperfektionen, den Ansatz von Material- und Lastparametern sowie den iterativen Lösungsweg wird hier nicht im Detail eingegangen, da sie in der Literatur bereits ausführlich beschrieben sind.**

### Spannungs- / Dehnungsnachweis

Als Tragfähigkeitsnachweise sind bei Linern gem. ATV M 127 Teil 2 [1] der Spannungs- bzw. Dehnungsnachweis sowie der Stabilitätsnachweis zu führen. Der Spannungsnachweis wird durch Vergleich der unter Gebrauchslast berechneten Beanspruchung  $\max. \sigma_z$  bzw.  $\max. \sigma_D$  mit der Festigkeit  $\sigma_R$ , der Dehnungsnachweis durch die Gegenüberstellung von Randfaserdehnung  $\max. \epsilon$  und Bruchdehnung  $\epsilon_R$  geführt. In dem ATV-Merkblatt M 127 Teil 2 [1] wie auch in [3] wird davon ausgegangen, dass Spannungs- und Dehnungswerte über das Hooke'sche Gesetz miteinander verknüpft sind (siehe Gleichung 1).

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (1)$$

$\sigma$  = Spannung

$E$  = Elastizitätsmodul

$\epsilon$  = Dehnung

Die Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Beziehung ist linear-elastisches Materialverhalten in dem für die konkrete Problemstellung relevanten Spannungs- / Dehnungsbereich. Die ausreichende Tragfähigkeit ist dann nachgewiesen, wenn die vorhandene Sicherheit  $\text{vorh. } \gamma = \sigma / \sigma_R$  bzw.  $\text{vorh. } \gamma = \epsilon / \epsilon_R$  größer oder gleich 2,0 beträgt. Für die Einwirkung von Erd- und Verkehrslasten (Altrhozustand III) wird in

[1] zwar ein Wert von  $\text{erf. } \gamma = 1,5$  angegeben, die vorliegenden DIBt-Zulassungen fordern jedoch eine Sicherheit von 2,0 (in einigen Fällen auch höhere Werte). In der Folge wird einheitlich von einem erforderlichen Sicherheitsbeiwert von 2,0 ausgegangen. Die in dem Liner auftretenden Spannungen liefert die statische Berechnung an einem Stabwerks- oder auch Scheibenmodell. Die zugehörigen Dehnungen können bei Einhaltung der genannten Anwendungsvoraussetzung (linear-elastisches Materialverhalten) leicht durch Gleichung 1 ermittelt werden.

Im Folgenden soll insbesondere auf die Ermittlung der Grenzdehnung und den Dehnungsnachweis eingegangen werden: Nach Einführung der ATV-Merkblatt M 127, Teil 2 [1] im Januar 2000 wurde in der Regel allein der Spannungs- nicht aber der Dehnungsnachweis geführt. Dies änderte sich für den Werkstoff GfK durch einen Beitrag von Falter, Hoch, Wagner in der Korrespondenz Abwasser [3]. In diesem, im Jahr 2003 erschienen Artikel, wird an einem Beispiel die Grenzdehnungsermittlung auf der Grundlage der ATV-DVWK-A 127 [2] dargestellt. Die Randfaserdehnung  $\epsilon_R$  kann demnach gem. ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 127 [2] für Rohre aus GfK wie folgt berechnet werden:

$$\epsilon_R = \pm 4 \cdot \frac{s}{d_m} \cdot \frac{\Delta d_{\text{Bruch}}}{d_m} \quad (2)$$

$\epsilon_R$  = Rechenwert der Randfaserdehnung

$s$  = Rohrwanddicke

$d_m$  = mittlerer Rohrdurchmesser

$\frac{\Delta d_{\text{Bruch}}}{d_m}$  = rel. Bruchverformung gem. prEN 1636

Der Rechenwert der relativen Bruchverformungen  $\Delta d_{\text{Bruch}}/d_m$  wie auch der Ringsteifigkeiten  $S_0$  kann aus **Tabelle 1** in Abhängigkeit

von der Nennsteifigkeit entnommen werden.

### Unterschiede zwischen Spannungs- und Dehnungsnachweis

Die Konsequenzen aus der Anwendung der in Tabelle 1 dokumentierten Kennwerte sollen im Folgenden diskutiert und an Beispielen verdeutlicht werden: Der Rechenwert  $S_0$  der Ringsteifigkeit ergibt sich gem. [2] zu

$$S_0 = \frac{E_R \cdot I}{d_m^3} = 8 \cdot \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} = 8 \cdot S_R \quad (3)$$

D. h., neben den reinen Geometrie Kennwerten  $I$  (Trägheitsmoment) und  $d_m$  (mittlerer Linnerdurchmesser) ist er allein vom E-Modul des Linnermaterials abhängig. Aus den in Tabelle 1 aufgeführten Kurzzeit- und Langzeitkennwerten ergeben sich somit die Abminderungsfaktoren  $A_1 = 2,0$  für den E-Modul und  $A_2 = 1,66$  für die Bruchdehnung und somit auch für die Bruchspannung. Die Zusammenstellung von Materialkennwerten für einige der gebräuchlichsten GfK-Liner in **Tabelle 2** zeigt, dass diese Abminderungsfaktoren im Widerspruch zu den Angaben in DIBt-Zulassungen [4, 5] stehen.

Am Beispiel eines GfK-Schlauchliners DN 600 wurden für die aufgeführten Linertypen die erforderlichen Mindestwanddicken unter Ansatz eines Grundwasserstandes von 3,0m über Sohle, sowie der Mindestimperfektionen gem. [1] ermittelt. Dabei wurden alternativ die Abminderungsfaktoren gem. DIBt-Zulassungen und gem. Tabelle 1 berücksichtigt. Der Vergleich ergab bei Berücksichtigung der ATV-Werte eine Wanddickenerhöhung um 2,76 % (Saertex-M-Liner), um 13 % (Saertex-S-Liner) bzw. um 9,8 % (iMPREG-Liner) gegenüber der Nachweiserfüllung unter Zugrundelegung der DIBt-Zulassungen. Die Anwendung der Tabelle 1

Nennsteifigkeit	Rechenwerte der Ringsteifigkeit $S_0$ [N/m <sup>2</sup> ]		Rechenwerte der relativen Bruchverformung $\Delta d_{\text{Bruch}}/d_m$ [%]	
	kurzzeitig	langzeitig	kurzzeitig	langzeitig
SN 1250	1250	625	30	18
SN 2500	2500	1250	30	15
SN 5000	5000	2500	20	12
SN 10000	10000	5000	15	9

Tab. 1: Ringsteifigkeit und rel. Bruchverformung in Abhängigkeit von der Nennsteifigkeit

Saertex-M-Liner: A = 1,80 [4]	$E_k = 7000 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_k = 200 \text{ N/mm}^2$
	$E_L = 3800 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_L = 110 \text{ N/mm}^2$
	erf. $s_L = 6,15 \text{ mm}$ (DIBt)	
	erf. $s_L = 6,32 \text{ mm}$ (ATV)	
Saertex-S-Liner: A = 1,35 [4]	$E_k = 12000 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_k = 350 \text{ N/mm}^2$
	$E_L = 8800 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_L = 255 \text{ N/mm}^2$
	erf. $s_L = 4,6 \text{ mm}$ (DIBt)	
	erf. $s_L = 5,2 \text{ mm}$ (ATV)	
iMPREG-Liner: A = 1,50 [5]	$E_k = 9500 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_k = 180 \text{ N/mm}^2$
	$E_L = 6300 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_L = 120 \text{ N/mm}^2$
	erf. $s_L = 5,1 \text{ mm}$ (DIBt)	
	erf. $s_L = 5,6 \text{ mm}$ (ATV)	

Tab. 2: Abminderungsfaktoren im Widerspruch zu den Angaben in DIBt-Zulassungen für einige der gebräuchlichsten GfK-Liner

führt also im Vergleich zur Anwendung der DIBt-Zulassungen allein durch den Ansatz geringerer Langzeit-E-Moduli zu konservativen aber auch zu unwirtschaftlichen Ergebnissen.

Ein zweiter, wesentlicher Unterschied zwischen Spannungs- (DIBt) und Dehnungskriterium (ATV) liegt in der Definition der Grenzwerte. Die in Tabelle 1 aufgeführten relativen Bruchverformungen sind offensichtlich aus den Prüfnormen für geschleuderte wie auch gewickelte GfK-Rohre entnommen [6, 7, 8]. Dabei wird das Kriterium B, kein Versagen durch Delamination oder Faserbruch, zugrunde gelegt. Es handelt sich gem. [6, 7 und 8] um Mindestwerte, die im Kurzzeit-Scheiteldruckversuch erreicht werden müssen. In der praktischen Umsetzung bedeutet dies, dass die Versuche lediglich bis zu dem entsprechenden Verformungskriterium, nicht jedoch bis zu dem Versagenskriterium gefahren werden. Die Vertikalverformung von 25 % kann z. B. an einem Rohr der Steifigkeitsklasse SN 2500 gemessen werden, das Erreichen des definierten Grenzwertes B kann jedoch unabhängig davon erst bei einer deutlich höheren Deformation erfolgen. Letzteres betrifft in erster Linie hoch-

ste Materialien. Im Gegensatz zu den Dehnungsgrenzwerten liegen den Spannungsgrenzwerten der DIBt-Zulassungen in Dreipunktbiegeversuchen ermittelte Bruchwerte zugrunde. Die Auswirkungen werden am Beispiel eines Saertex-S-Liners verdeutlicht:

- Bruchspannung gem. [2]:
- Linertyp: Saertex-S-Liner, DN 600,  $s_L = 8,88 \text{ mm}$
- Gl. 3: SN 2500
- Tab. 1:  $\Delta d_{\text{Bruch}}/d_m = 15 \%$
- Gl. 2:  $\epsilon_R = 0,9 \%$
- Gl. 1:  $\sigma_{BR} = 54 \text{ N/mm}^2$
- Bruchspannung gem. [4]:
- $\sigma_{BR} = 255 \text{ N/mm}^2$

Die Anwendung der DIBt Zulassung [4] ergibt somit den 4,72-fachen langzeitigen Bruchspannungskennwert im Vergleich zur ATV-DVVK A127 [2]. Diese Diskrepanz kann insbesondere dann zu einem deutlichen Unterschied in der erforderlichen Rohrwanddicke und somit ggf. zu einer unwirtschaftlichen Bemessung führen, wenn der Spannungsnachweis für die Linertragfähigkeit maßgebend ist.

## Statische Dimensionierung unter Verwendung der Ringsteifigkeit

In der jüngsten Vergangenheit wird zunehmend die Auslegung von Linern (Close-Fit-Verfahren wie auch verdämmte Verfahren) auf der Grundlage einzuhaltender Mindestringsteifigkeiten gefordert. Im Folgenden wird aufgezeigt, dass diese Vorgehensweise nur für einen begrenzten Bereich von Linergeometrien und Beanspruchungstypen zutreffend ist.

Bei Altrohrzustand I und II ergibt sich die kritische Beullast aus Gl. 4.

$$\text{krit. } p = \alpha_D \cdot \kappa_{v,s} \cdot S_R = 2,62 \cdot \left(\frac{r_L}{s_L}\right)^{0,8} \cdot \kappa_{v,s} \cdot \frac{E_L}{12} \cdot \left(\frac{s_L}{r_L}\right)^3 \quad (4)$$

Es können somit relativ leicht Tabellen aufgestellt werden, die die erforderliche Ringsteifigkeit in Abhängigkeit vom Grundwasserstand darstellen. Da die Kennwerte  $\alpha_D$  und  $\kappa_{v,s}$  jedoch nichtlinear von  $r_L/s_L$  abhängen, handelt es sich hierbei um eine auf Vergleichsberechnungen basierende Näherung, die jedoch die exakte Lösung recht gut beschreibt. Die Anwendbarkeit beschränkt sich auf Kreisprofile, da für andere Querschnittsgeometrien keine Ringsteifigkeit definiert ist. Ferner ist eine derartige Vorgehensweise auf die Altrohrzustände I und II begrenzt, da in diesen Fällen allein die Wasser- außendruckbelastung betrachtet wird. Weitere Deformationen des Rohrquerschnitts, z. B. durch Zwang, sind ausgeschlossen. Unter den genannten Voraussetzungen wird der Stabilitätsnachweis (entweder elastisches Durchschlagen oder aber die Überschreitung der Materialfestigkeit bei  $\gamma$ -facher Last) bemessungsmaßgebend. Eine Vergrößerung der Linersteifigkeit bewirkt somit auch eine Erhöhung der Tragfähigkeit. Die Vorstellung, dass dies grundsätzlich so ist, die sich in der Forderung nach einer Mindestringsteifigkeit, z. B. in DIBt-Zulassungen niederschlägt, ist jedoch nicht zutreffend, wie die Betrachtung des einfachen Beispiels eines Balkens auf zwei Stützen mit Einzellast in der Feldmitte zeigt. Es wird von einer Zwangsverformung, resultierend aus einer Einzellast in Feldmitte ausgegangen. Unter Voraussetzung eines Rechteckquerschnittes werden für gleiche Durchbiegungen

und gleiche Materialeigenschaften die auftretenden Spannungen und Dehnungen berechnet:

Die Durchbiegung in Feldmitte (Bild 1) des Trägers ergibt sich für zwei unterschiedliche Trägersteifigkeiten zu

$$w_{1, \text{Mitte}} = \frac{F_1 \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_1^3} \quad \text{bzw.} \quad w_{2, \text{Mitte}} = \frac{F_2 \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_2^3}$$

mit

$$I_1 = \frac{b \cdot h_1^3}{12} \quad \text{bzw.} \quad I_2 = \frac{b \cdot h_2^3}{12}$$

und

$$w_{1, \text{Mitte}} = w_{2, \text{Mitte}}$$

daraus folgt  $\frac{F_1}{h_1^3} = \frac{F_2}{h_2^3}$ .

Die maximalen Momente in Feldmitte resultieren zu

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l}{4} \quad \text{bzw.} \quad M_2 = \frac{F_2 \cdot l}{4}$$

mit

$$M_1 = \sigma_1 \cdot W_1 \quad \text{bzw.} \quad M_2 = \sigma_2 \cdot W_2$$

und

$$W_1 = \frac{b \cdot h_1^2}{6} \quad \text{bzw.} \quad W_2 = \frac{b \cdot h_2^2}{6}$$

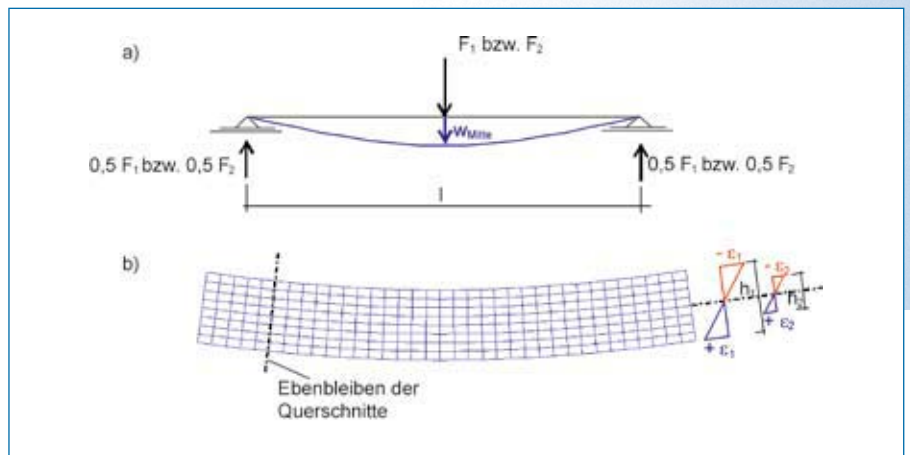
daraus folgt

$$\sigma_1 = \sigma_2 \cdot \frac{h_1}{h_2}$$

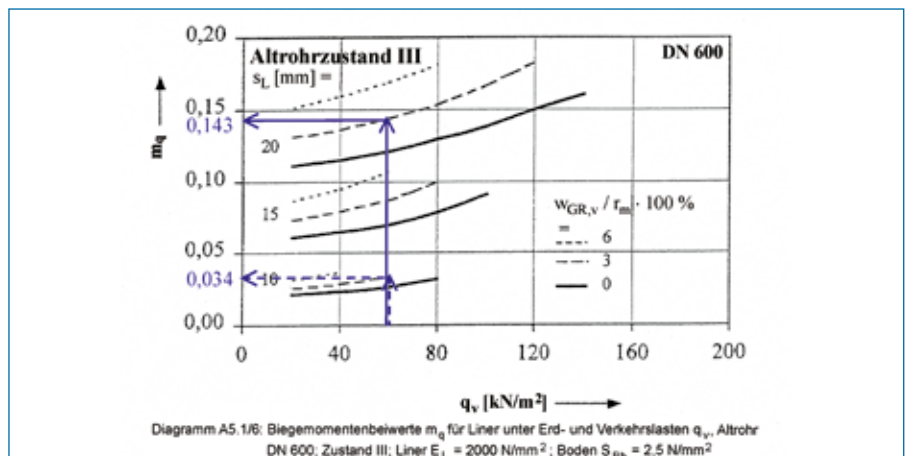
Durch Anwendung des Hooke'schen Gesetzes ergibt sich die analoge Beziehung für die Dehnungen:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \cdot \frac{h_1}{h_2}$$

D. h., dass bei dem hier betrachteten Beispiel die Spannungen und die Dehnungen unter Voraussetzung der Gültigkeit des Hooke'schen Gesetzes, geometrischer Linearität (kleine Deformationen) sowie des Ebenbleibens der Querschnitte am verformten Balken (Bernoulli-Hypothese) linear mit dem Verhältnis der Trägerhöhe zu- oder abnehmen. Eine Verdopplung der Steifigkeit bewirkt also eine Halbierung der Sicherheit gegen Spannungsversagen. Derartige Zwangsbeanspruchungen, bei denen Steifigkeitserhöhungen zur Abminderung der Tragfähigkeit führen, liegen vor, wenn trotz Altrohzzustand II mit nachträglichen lokalen Deformationen zu rechnen ist, wenn die Bildung von Setzungsmulden z. B. durch nachträgliche Vergrößerung der Überdeckungshöhe oder



**Bild 1:** a) Belastung und Biegelinie eines Trägers auf zwei Stützen unter Einzellast; b) Verformungen in Trägermitte, Dehnungen in Trägermitte



**Bild 2:** Momentenbeiwerte in Abhängigkeit von der Vertikallast (entnommen aus [1])

höhere Verkehrslasten eintreten kann, wenn Temperaturbeanspruchungen auftreten und insbesondere wenn Altrohzzustand III vorliegt. Vor allem, dass es sich auch bei der Beanspruchung des Liners durch Erd- und Verkehrslasten (Altrohzzustand III) in erster Linie um eine solche Zwangsverformung handelt, ist weitgehend nicht bekannt.

**Bild 2**, entnommen aus dem ATV M127 Teil 2 [1], zeigt den Zusammenhang zwischen Momentenbeiwert und Vertikalbelastung am Beispiel eines Liners DN 600. Es werden die beiden Linerwanddicken  $s_L = 10 \text{ mm}$  und  $s_L = 20 \text{ mm}$  unter Einwirkung einer Last  $q_v = 60 \text{ kN/m}^2$  verglichen:

$$s_L = 10 \text{ mm: } m_q = 0,034$$

$$M_q = m_q \cdot q_v \cdot r_L^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_q &= \frac{M_q}{W} = \frac{m_q \cdot q_v \cdot r_L^2 \cdot 6}{s_L^2} \\ &= \frac{0,034 \cdot 0,06 \cdot 295^2 \cdot 6}{10^2} = 10,65 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$s_L = 20 \text{ mm: } m_q = 0,143$$

$$\begin{aligned} \sigma_q &= \frac{M_q}{W} = \frac{m_q \cdot q_v \cdot r_L^2 \cdot 6}{s_L^2} \\ &= \frac{0,143 \cdot 0,06 \cdot 290^2 \cdot 6}{20^2} = 10,82 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Trotz Verdopplung der Wanddicke ergibt die Berechnung nach [1] nahezu identische Spannungen (die Beanspruchungen aus Druckkräften wurden vernachlässigt, da sie unerheblich sind) und nicht, wie erwartet, eine Halbierung der Beanspruchungen. Schon diese ATV-Berechnung unter Voraussetzung eines materiell linearen Baugrundverhaltens zeigt



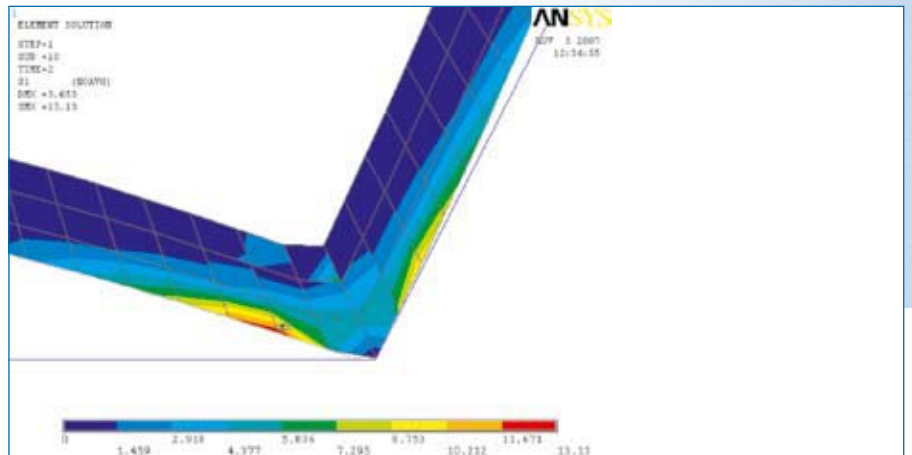
**Bild 3:** Querschnittsdeformationen der vorhandenen Rohrleitung vor der Sanierung, BV Waiblingen

somit bereits einen erheblichen Anteil an Zwangsbeanspruchungen. In den Unterlagen [9] und [10] wurde sowohl experimentell als auch analytisch nachgewiesen, dass bei Berücksichtigung der tatsächlichen materiellen Nichtlinearität des Bodens (Steifigkeit nimmt mit dem Erddruck zu) nahezu allein Zwangskräfte in dem Liner auftreten. Analog zu dem Beispiel des Biegebalkens ergibt hier eine Wanddickenverdopplung auch eine Verdopplung der Materialbeanspruchung.

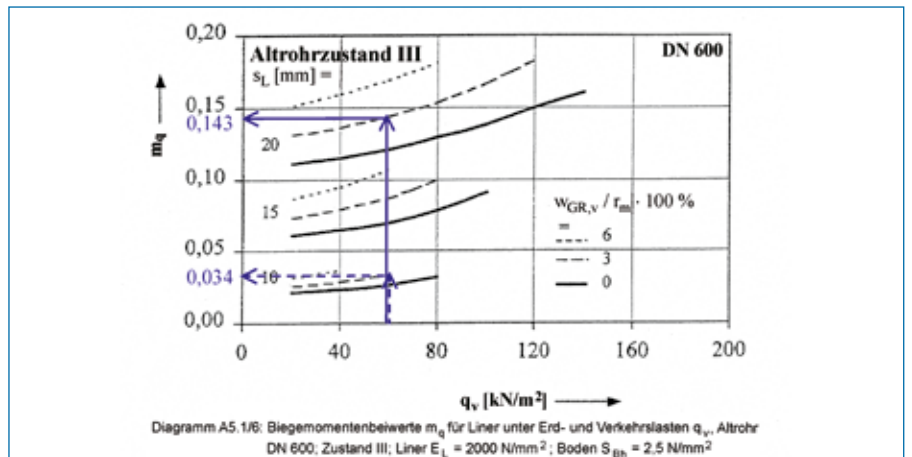
An den folgenden zwei Beispielen soll schließlich aufgezeigt werden, inwiefern die Querschnittsgeometrie ein Ausschlusskriterium für eine statische Nachweisführung unter Verwendung eines Ersatzkreises und somit einer Ersatzringsteifigkeit darstellt.

### Beispiel 1

In der Stadt Waiblingen, Ortsteil Beinstein erfolgte die Nutzungsänderung eines Regenwasserkanals DN 250, um mehrere Gebäude durch eine Mischwasserentsorgung zu erschließen. Hierzu wurde vom zuständigen Tiefbauamt der Plan entwickelt, vorhandene, geschlitzte Kunststoffrohre (mit Fuß) mit Hilfe eines Schlauchliners zu renovieren und somit abzudichten. Aufwändige Grabarbeiten in offener Bauweise konnten somit entfallen. Die vorhandene Rohrleitung wurde auf der Grundlage einer TV-Befahrung in Altrohrzustand I gem. ATV-Merkblatt M 127 Teil 2 [1] eingestuft. D. h., da kein Grundwasser ansteht, erfolgte die



**Bild 4:** 1. Hauptspannung  $[N/mm^2]$  im Eckbereich unter Einwirkung der doppelten Gebrauchslast, BV Waiblingen



**Bild 5:** 1. Hauptspannung  $[N/mm^2]$  im Scheitel und im Eckbereich unter Einwirkung der doppelten Gebrauchslast, BV Bamberg

statische Dimensionierung des Schlauchliners allein für die langzeitige Einwirkung des Mindestaußenwasserdruckes von 1,5 m über Sohle. **Bild 3** zeigt an einigen Stellen die Deformation der Sohle nach oben, so dass vermutet wurde, dass an diesen Stellen auch ein Einbeulen des Liners auftreten könne. Da es sich hier wegen der horizontalen Sohlgestaltung um ein Sonderprofil handelt, ist keine Berechnung mit Hilfe der in [1] angegebenen Beziehungen möglich. Eine Berechnung mit Hilfe eines Ersatzkreises scheidet aus dem gleichen Grund aus. Wegen des scharfkantigen Überganges zwischen Sohle und Gewölbe liegt der Verdacht nahe, dass in erster Linie die Materialbeanspruchungen für die Bemessung maßgebend werden. Die statische Berechnung erfolgte mit Hilfe eines ebenen FE-Modells, das die tatsächliche Altrohrgeometrie, auch die Sohlaufwölbung, berücksichtigt. Auf eine Ausrundung im

Eckbereich zwischen Sohle und Gewölbe wurde verzichtet, da der Schlauch bei den geplanten SDR-Werten erfahrungsgemäß auch in diesen Bereichen anliegt. Der Liner wurde mit Hilfe von Scheibenelementen diskretisiert, ferner wurde die Lineroberfläche druckstarr gebettet. Da es sich um ein Stabilitätsproblem handelt, erfolgte eine geometrisch nichtlineare Berechnung, in deren Rahmen die Belastung iterativ bis zur doppelten Gebrauchslast gesteigert wurde. **Bild 4** bestätigt die Vermutung, dass die lokalen Spannungsspitzen im Eckbereich für die Bemessung maßgebend werden und dass somit die hier durchgeführte, exakte Berechnung angebracht ist.

### Beispiel 2

Eine ähnliche Problemstellung trat in der Stadt Bamberg auf, als ein Eiprofil 1100/1650 wegen einer geplanten Baumaßnahme in der Höhe

auf 1350 mm reduziert werden musste. Diese Profilverkleinerung wurde durch Abtrag des entsprechenden Scheitelbereiches und Anordnung einer Stahlbetonplatte realisiert. Nach Fertigstellung der Baumaßnahme wurden leichte Rissbildungen sowie Undichtigkeiten und Inkrustationen festgestellt, worauf der Einbau eines Schlauchliners, bemessen für Altrohrzustand II durchgeführt wurde. Die Abbildung des statischen Systems erfolgte analog zum ersten Beispiel mit Hilfe eines FE-Modells. **Bild 5** zeigt die 1. Hauptspannung unter Einwirkung der doppelten Gebrauchslast. Die maximalen Spannungen in der Mitte und an den Rändern des Scheitelbereichs zeigen, dass es sich hier nicht um ein Stabilitäts-, sondern um ein Biegeproblem handelt. Der ebene Scheitelbereich verhält sich ähnlich wie eine beidseits eingespannte Platte. Auch hier ist

somit die möglichst zutreffende Abbildung der tatsächlichen Geometrie erforderlich. Eine Bemessung mittels Ringsteifigkeit oder Ersatzkreis scheidet aus.

## Zusammenfassung

Die wesentlichen Differenzen zwischen den beiden von der ATV und dem DIBt erarbeiteten Bemessungsmodellen die Standsicherheitsnachweise von Liningmaßnahmen betreffend wurden aufgezeigt: So werden bei Altrohrzustand III unterschiedliche Sicherheitsbeiwerte gefordert (ATV: 1,5; DIBt: i.d.R. 2,0). Die beiden Bemessungskonzepte arbeiten mit verschiedenen Abminderungsfaktoren für die Berücksichtigung des Langzeitverhaltens. Schließlich führt ein Nachweis gegen Erreichen der Grenzdehnung gem. ATV zu erheblich niedrigeren Bruchspannungen als in den DIBt-

Zulassungen dokumentiert. Die aufgeführten Unterschiede können zu unwirtschaftlichen Lösungen führen. Die Vorgabe von Mindestringsteifigkeiten kann insbesondere bei Altrohrzustand III Lösungen auf der unsicheren Seite zur Folge haben, da hier eine Zwangsproblematik vorliegt. Schwierigkeiten können insbesondere dann auftreten, wenn in der Ausschreibung beide Nachweismodelle gefordert werden, da ihre Anwendung auf das gleiche Problem zu widersprüchlichen Ergebnissen führen kann.

## Gastautor:

**Dr.-Ing. Heinz Doll**

LGA Bautechnik GmbH, Nürnberg

Tel. +49 (0) 911 / 6554846

E-Mail: heinz.doll@lga.de

Quelle: 3R international 10/2008

## Literatur

- [1] ATV-Merkblatt M 127, Teil 2 „Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren“ (2000-01)
- [2] ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 127 „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen“ (2000-08)
- [3] Falter, B.; Hoch, A.; Wagner, V.: Hinweise und Kommentare Anwendung des Merkblattes ATV-DVWK-M 127-2 für die statische Berechnung von Linern; KA-Abwasser, Abfall 50 (2003) Nr. 4, S. 451-463
- [4] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-42.3-350 vom 11. September 2007
- [5] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-42.3-365 vom 07. Mai 2007
- [6] DIN 19565, Teil 1 „Rohre und Formstücke aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) für erdverlegte Abwasserkanäle und Leitungen; geschleudert, gefüllt“ (1989-03)
- [7] DIN 16869, Teil 2 „Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt, Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung“ (1995-12)
- [8] DIN 16868, Teil 2 „Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), Teil 2, gewickelt, gefüllt, Allgemeine Güteanforderungen“ (1994-11)
- [9] Doll, H.: Dimensionierung von Kunststofflinern, Close-Fit-Verfahren. Mitteilungen des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau, Universität Hannover, Heft 59, 2001
- [10] Achmus, M.; Doll, H.: Zur Berücksichtigung der Bodensteifigkeit bei der Bemessung von Linern und biegeweichen Rohren; Bautechnik 80 (2003) Nr. 12

## Renovierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Rohren

**Als Ergebnis der Integration der 100%-igen Tochtergesellschaft Kanal- und Umwelttechnik GmbH in die Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH (IRT) zum Jahreswechsel werden jetzt auch folgende Leistungen über das flächendeckende IRT - Niederlassungsnetz angeboten und ausgeführt:**

- Renovierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Rohren
- Schacht- und Bauwerkssanierung mit kunststoffmodifizierten Mörteln
- Beschichtung von Abwasserkanälen und Schachtbauwerken mit kunststoffmodifizierten Mörteln
- Schacht- und Bauwerkssanierung mit GFK
- Sanierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Montageplatten
- Instandsetzung durch Rissanierung
- Oberflächenbeschichtung mit keramischen Elementen

Mit diesem Newsletter beginnt die Vorstellung verschiedener Verfahren der Schacht- und Großprofilisanierung. Der Entscheidung für oder gegen ein Verfahren liegen immer ganz individuelle und projektbezogene technische, wirtschaftliche und ökologische Auswahlkriterien zu Grunde. Denn: „Wir beraten – Sie entscheiden!“

Bei der Renovierung mit vorgefertigten Rohren aus GFK in Abwasserkanälen erfolgt der Einbau nach dem In-Line-Verfahren. Ziel ist es, Abwasserkanäle statisch aufzuwerten/zu sanieren, den einwandfreien Transport von Abwasser

durch dichte Kanäle sicher zu stellen und die Umwelt dadurch nachhaltig zu schützen.

## Das Material:

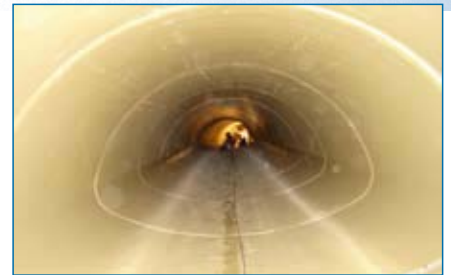
GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) besteht aus Kunstharz, Quarzsand und Glasfasern. Die Rohre werden im Wickel- oder Schleuderverfahren hergestellt. Dabei nutzt man die sehr große Zugfestigkeit der Glasfasern in Verbindung mit der ausgezeichneten Druckfestigkeit des Quarzsandes und der hohen chemischen Resistenz des Kunstharzes aus, um einen Verbundwerkstoff herzustellen, der sich



Freiberg Münzbachsammler: Aufnahme der GFK-Rohre mittels Transportwagen zur Platzierung im Kanal



Oben: Köln: Auftriebssicherung der eingebauten vorgefertigten Rohre  
Unten: Komplettierungsarbeiten im sanierten Kanal



auf viele Anforderungen hin anpassen lässt. GFK zählt zu den duroplastischen Werkstoffen. Durch das Herstellungsverfahren ist es möglich, Durchmesser bis DN3000 herzustellen. Den statischen Anforderungen entsprechend werden die Standard-Rohrsteifigkeiten SN5.000 und SN10.000 angeboten. Weitere und höhere Steifigkeitsklassen sind auf Anfrage möglich. Chemischen Anforderungen wird durch die Verwendung verschiedener Reaktionsharze, mit unterschiedlicher Beständigkeit begegnet. So ist es möglich dem Kunden ein optimales System hinsichtlich Beständigkeit und Dauerhaftigkeit bei minimierten Kosten zu bieten.

#### Anwendungsbereiche:

Die Renovierung wird bei chemisch, mechanisch und/oder statisch hochbelasteten Systemen durchgeführt, wenn

- die Dichtheit eines Abwassersystems nicht mehr gewährleistet werden kann und/oder dessen
- Innenoberfläche durch Korrosion oder Abrasion verschlissen ist.
- Bei Sonderprofilen (Maul-, Drachen-, Ei-Profile).

#### Voraussetzungen und Randbedingungen:

Als vorbereitende Maßnahme wird der entsprechende Kanalabschnitt vermessen (Profil, Länge, Anzahl/Winkel d. Bögen). Es wird eine Kalibrierung mit einer Schablone oder im digitalen Laserverfahren durchgeführt, um zu prüfen, ob der geplante GFK-Rohrquerschnitt im Altkanal einbaubar ist

#### Durchführung:

Die GFK-Rohre werden mit einem Transportwagen, je nach Projekt auch kraftbetrieben, bewegt und am Einbauort platziert. Durch ein bewährtes Muffe-Spitzende-System mit Lippendichtung wird eine dauerhafte Abdichtung erzielt. Die Konstruktion der Muffen erlaubt geringe Winkelabweichungen, so dass leichte Bögen im Kanalverlauf ohne Laminierarbeiten kompensiert werden können. Seitenzuläufe werden vor Baubeginn eingemessen, nach dem Rohreinbau aufgeschnitten und mit Handlaminat fachgerecht angebunden. Der Ringraum zwischen GFK-Rohr und Altkanal wird mit einem Hohlraumverfüllbaustoff verfüllt.

Die GFK-Rohre werden durch Auftriebssicherungen und teilweise Wasserfüllung vor Auftrieb während der Hohlraumverfüllung gesichert. Die Verdämmung erfolgt auf Basis einer statischen Berechnung.

#### Besonderheiten:

Anschlüsse zu Schachtbauwerken werden in Handlaminat oder durch Abmauern hergestellt. Wir bieten Ihnen zusätzlich auch komplette GFK-Schachtauskleidungen mit Kunststoff- oder Edeldahlleitern und Fallschutzschienen an.

#### Ergebnis:

Ergebnis der Arbeiten ist ein statisch tragfähiges, dichtes Abwassersystem mit einer Nutzungsdauer von 50-80 Jahren und den sich daraus ergebenden geringeren Abschreibungskosten pro Jahr.

## Rätsel Newsletter 04/2008

Als die drei Gewinner eines iPod nanos wurden unter den zahlreichen Einsendungen ermittelt:

Herzlichen Glückwunsch!

1. Herr Bert Kalich, Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung Bautzen
2. Herr Markus Stumpf, HWB Concept GmbH
3. Herr Klaus Köster, Stadt Plettenberg

## Wir bieten folgende Leistungen:

- Schlauchlining mit Wärmehärtung, DN 100-2000
- Schlauchlining mit UV-Härtung, DN 150-1200
- Schlauchlining für Hausanschlusskanäle und Grundleitungen
- Ferngesteuerte Anschlussanierung
- Hutprofiltechnik
- Schlauchlining für Fallrohre und Lüftungskanäle
- Schlauchlining für den Druckrohrleitungsbereich
- Robotertechnik
- Schacht- und Bauwerkssanierung mit kunststoffmodifizierten Mörteln
- Beschichtung von Abwasserkanälen und Schachtbauwerken mit kunststoffmodifizierten Mörteln
- Schacht- und Bauwerkssanierung mit GFK
- Renovierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Rohren
- Sanierung von Abwasserkanälen mit vorgefertigten Montageplatten
- Instandsetzung durch Rissanierung
- Oberflächenbeschichtung mit keramischen Elementen

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.insituform.de](http://www.insituform.de)



- [1] **NL Northeim** – Dipl. - Ing. Holger Zinn, Niederlassungsleiter – Prokurist  
 [2] **NL Münster** – Dipl. - Ing. Dirk Wormuth, Niederlassungsleiter  
 [3] **NL Köln/Bonn** – Dipl. - Ing. Jan Benad, Niederlassungsleiter  
 [4] **NL Stuttgart** – Dipl. - Ing. Niklas Ernst, Niederlassungsleiter

- [5] **NL Hamburg** – Jens Roslawski, Niederlassungsleiter  
 [6] **NL Berlin** – Dipl. - Ing. Detlef Mähler, Niederlassungsleiter - Prokurist  
 [7] **IRT Kompetenzzentrum** – Dipl. - Ing. Volker Schmitt, Betriebsleiter  
 [8] **NL München** – Dipl. - Ing. Oliver Götze, Niederlassungsleiter

### Kompetenzzentrum

Fraunhofer Straße 2  
 D-98716 Geschwenda  
 Tel +49 (0) 36205 / 9 32 - 0  
 Fax +49 (0) 36205 / 9 32 - 31  
[produktion@insituform.de](mailto:produktion@insituform.de)

### ZNL Ilmenau

Fraunhoferstraße 2  
 D-98716 Geschwenda  
 Tel +49 (0) 36205 / 932 - 28  
 Fax +49 (0) 36205 / 932 - 32  
[ilmenau@insituform.de](mailto:ilmenau@insituform.de)

### NL Northeim

Scharnhorstplatz 7  
 D-37154 Northeim  
 Tel +49 (0) 5551 / 97 42 - 0  
 Fax +49 (0) 5551 / 25 38  
[northeim@insituform.de](mailto:northeim@insituform.de)

### NL Stuttgart

Heidenheimer Straße 5  
 D-71229 Leonberg  
 Tel +49 (0) 7152 / 30 02 - 30  
 Fax +49 (0) 7152 / 30 02 - 55  
[stuttgart@insituform.de](mailto:stuttgart@insituform.de)

### NL Hamburg

Porgesring 25  
 D-22113 Hamburg  
 Tel +49 (0) 40 / 73 60 53 - 0  
 Fax +49 (0) 40 / 7 32 14 98  
[hamburg@insituform.de](mailto:hamburg@insituform.de)

### ZNL Dresden

Radeburger Straße 172  
 D-01109 Dresden  
 Tel +49 (0) 351 / 79 59 76 - 0  
 Fax +49 (0) 351 / 79 59 76 - 15  
[dresden@insituform.de](mailto:dresden@insituform.de)

### ZNL Frankfurt

Häuser Hohle 13  
 D-63628 Bad Soden-Salmünster  
 Tel +49 (0) 6056 / 9 83 96 - 0  
 Fax +49 (0) 6056 / 9 83 96 - 20  
[frankfurt@insituform.de](mailto:frankfurt@insituform.de)

### NL München

Lohweg 33  
 D-85375 Neufahrn  
 Tel +49 (0) 8165 / 95 82 - 0  
 Fax +49 (0) 8165 / 95 82 - 22  
[muenchen@insituform.de](mailto:muenchen@insituform.de)

### NL Berlin

Potsdamer Straße 48  
 D-14513 Teltow  
 Tel +49 (0) 3328 / 39 82 - 0  
 Fax +49 (0) 3328 / 39 82 - 34  
[berlin@insituform.de](mailto:berlin@insituform.de)

### NL Münster

Münsterstraße 44  
 D-48308 Senden  
 Tel +49 (0) 2597 / 9 39 16 - 0  
 Fax +49 (0) 2597 / 9 39 16 - 22  
[muenster@insituform.de](mailto:muenster@insituform.de)

### NL Köln/Bonn

Godesberger Straße 12  
 D-53842 Troisdorf  
 Tel +49 (0) 2241 / 94 76 - 0  
 Fax +49 (0) 2241 / 94 76 - 25  
[koeln-bonn@insituform.de](mailto:koeln-bonn@insituform.de)

### ZNL Nürnberg

Sulzbacher Straße 47  
 D-90552 Röthenbach / Pegnitz  
 Tel +49 (0) 911 / 9 57 73 - 12  
 Fax +49 (0) 911 / 9 57 73 - 55  
[nuernberg@insituform.de](mailto:nuernberg@insituform.de)

## Kontakt Hauptverwaltung

[info@insituform.de](mailto:info@insituform.de)

Insituform® Rohrsanierungstechniken GmbH — Sulzbacher Straße 47 — D-90552 Röthenbach / Pegnitz — Tel +49 (0) 911 / 9 57 73 - 0 — Fax +49 (0) 911 / 9 57 73 - 33