

CloseFit-Liner aus PE: Statische Berechnung für die Kanalsanierung

Abwassertechnik ■ Moderne CloseFit-Liner aus PE bieten mit dem Vorteil der Werksfertigung normativ abgesicherte Materialkennwerte als Grundlage für die Planung.

Bei einem Anschlussgrad von 97 Prozent bedeuten Kanalbau-maßnahmen in der Regel ein „Bauen im Bestand“. Im Einzelfall wird das jeweils wirtschaftlichste Verfahren aus Neubau, geschlossener Sanierung und Reparatur zur Substanzverbesser-

ung gewählt (Abb. 1). In Abhängigkeit vom Verfahren und den Betriebsbedingungen wird dann über die Abschreibungszeit eine gewöhnliche Nutzungsdauer kalkuliert. Je genauer die Eingangsparameter beschrieben werden können, desto besser wird die Pro-

gnose der Wirklichkeit entsprechen. CloseFit-Liner aus PE haben hier den Vorteil der Werksfertigung und bieten normativ abgesicherte Materialkennwerte. Die Betriebsdauer von CloseFit-Linern aus PE entspricht der Neuverlegung [1][2].



Quelle: DRINGER & SCHEDEL, ROHRSANIERUNG

Abb. 1 Compact Pipe – CloseFit-Verfahren mit PE

Die statische Nachweisführung erfolgt gemäß Merkblatt ATV-M 127-2. Für alle Altrohrzustände (I-III) ist der Ringspalt eine maßgebende Eingangsgröße. Im Regelwerk werden hier pauschal 2 Prozent vom mittleren Radius als planmäßiger Ringspalt angesetzt; Messungen haben jedoch maximal 1 Prozent ergeben.

Material

CloseFit-Liner aus PE werden auf modifizierten Produktionslinien für runde Rohre gefertigt. Für die Extrusion der Rohre wird der Rohstoff durch Erhitzen plastifiziert und über eine Schnecke durch ein Formwerkzeug gepresst und gezogen. Das zunächst runde Rohr wird nach einem ersten Köhlen auf ca. 70 °C in eine Falte gelegt. Bei dieser Verformung liegt der visko-elastische Zustand vor. An dieser Stelle werden Spannungen durch das Falten in die neue Form eingebracht. Bei einem weiteren Kühlvorgang wird das gefaltete Rohr auf Umgebungstemperatur gebracht und schließlich auf Trommeln gewickelt. Die dimensionsabhängigen Biegeadien können durch die Falte unberücksichtigt bleiben.

Direkt von der Trommel wird das Produkt in den Kanal über die bestehenden Schächte oder über Baugruben in die alte Rohrleitung eingezogen. Durch das Einbringen von gesättigtem Wasserdampf wird das Material wieder erwärmt. Dabei relaxieren die in der Produktion eingebauten Spannungen und der CloseFit-Liner wird drucklos entfaltet. Diese Eigenschaft des Thermoplastes „Polyethylen“ wird als Memory-Effekt bezeichnet. Der nun runde Liner wird im Anschluss unter Luftdruck kontrolliert abgekühlt und legt sich dabei CloseFit an die Altleitung an.

Zum Einsatz kommen Polyethylene in Druckrohrqualität. Das verwendete Material entspricht den Vorschriften der Grundnormen DIN 8074 und DIN 8075 [1][2]. Die dort beschriebenen Druckklassen sind direkt für CloseFit-Liner anwendbar.

Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung gliedert sich in die vier Bereiche Rohstoffqualität,

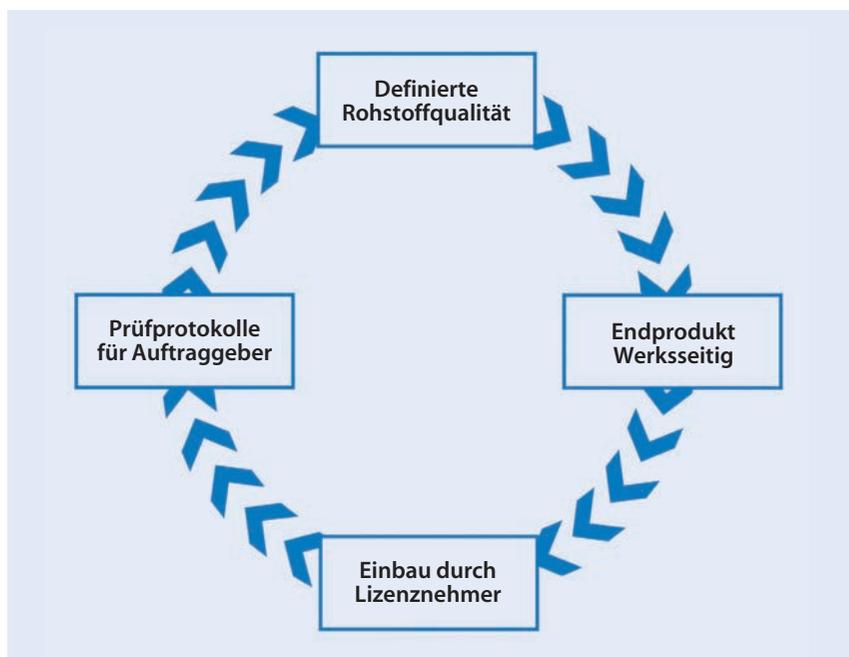


Abb. 2 Qualitätskreislauf bei Compact Pipe/CloseFit-Liner aus PE [12]

werkseitige Herstellung des Liners, Einbau durch lizenzierte Fachfirmen und Bauüberwachung/Abnahme durch das Ingenieurbüro bzw. den Auftraggeber (Abb. 2).

Die Eigenschaften des Rohstoffes beeinflussen maßgeblich die Qualität des Endproduktes. PE-Produzenten lassen ihre Produkte daher von neutraler Stelle überwachen. Dies wird als Fremdüberwachung bezeichnet. Zusätzlich wird jede Charge (Angelieferte Losgröße) im werkseitigen Labor auf wichtige Eigenschaften wie Dichte, OIT (Thermische Stabilität) oder Schmelzindexgruppe geprüft.

Aus dem geprüften Rohstoff wird nun zunächst ein rundes Rohr mit einem drei Prozent kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Altrohres gefertigt. Er weist für eine etwaige spätere Dehnung über den produzierten Außendurchmesser hinaus eine gegenüber der Norm erhöhte Wanddicke auf. Nach dem Falten und dem vollständigen Abkühlen wird der Memory-Effekt getestet. Dazu wird eine Rohrscheibe in einem Ofen erwärmt. Die Falte muss dabei nur durch die Erwärmung heraus selbstständig aufgehen. Erst nach Erreichen der geforderten Wanddicke sowie nach Bestehen des Memory-Effekt-Tests wird der Liner aufgetrommelt (Abb. 3).

Von jeder produzierten Charge (Losgröße) wird eine Probe entnommen. Diese wird im Labor zunächst nach den Installationsparametern gerundet und anschließend im Zeitstand-Innendruckversuch geprüft. Dabei werden die Rohrenden verschlossen und die Probe wird in einem 80 °C heißen Wasserbad unter Druck gesetzt. Der über die Zeit gemessene Druckabfall ist dabei der Indikator für die dem Produkt zugesicherte Qualität. Der bestandene Zeitstand-Innendruckversuch be- ▶

QUALITÄT IN DER SANIERUNG

close fit mit PE

Die Diskussion beginnen...

Kanalsanierung 26.09.2007 Heidelberg

Druckrohrsanierung 27.09.2007 Ingolstadt

RSV
Rohrleitungssanierungsverband e.V.

DIRINGER & SCHEIDEL
ROHRSANIERUNG

WAVIN

infos unter: www.compactpipe.de

Quelle: Wavin GmbH

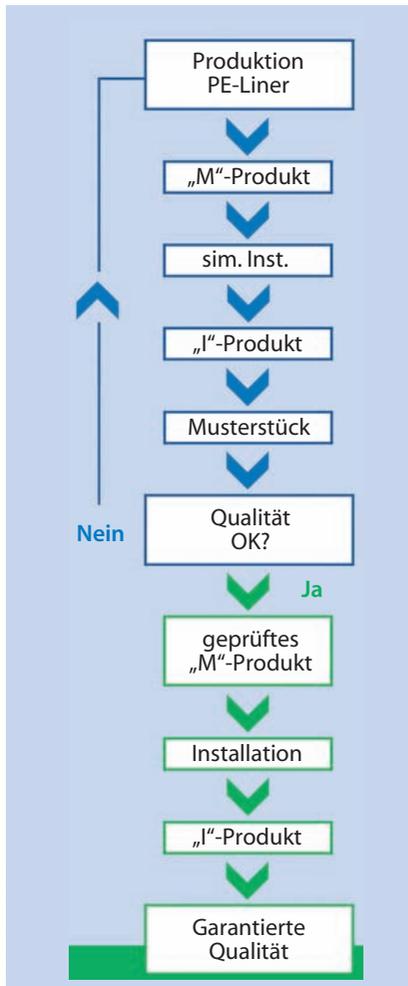


Abb. 3 Qualitätskette nach EN 13566-4

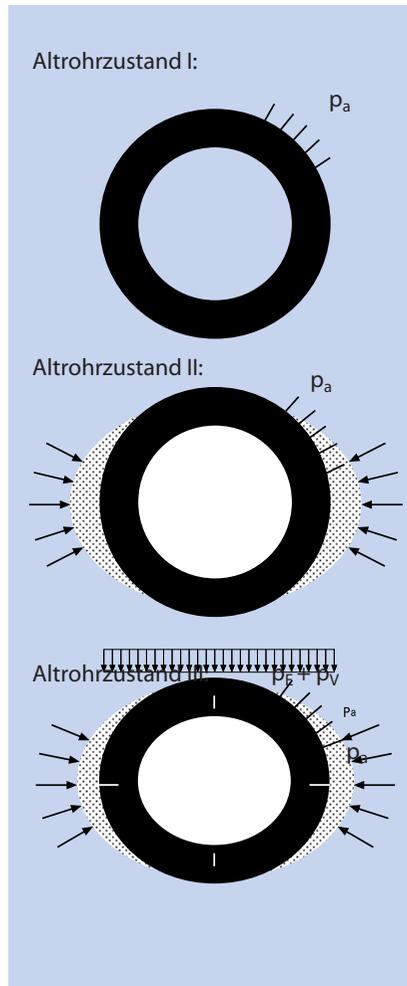


Abb. 4 Altrohrzustände I, II und III [9]

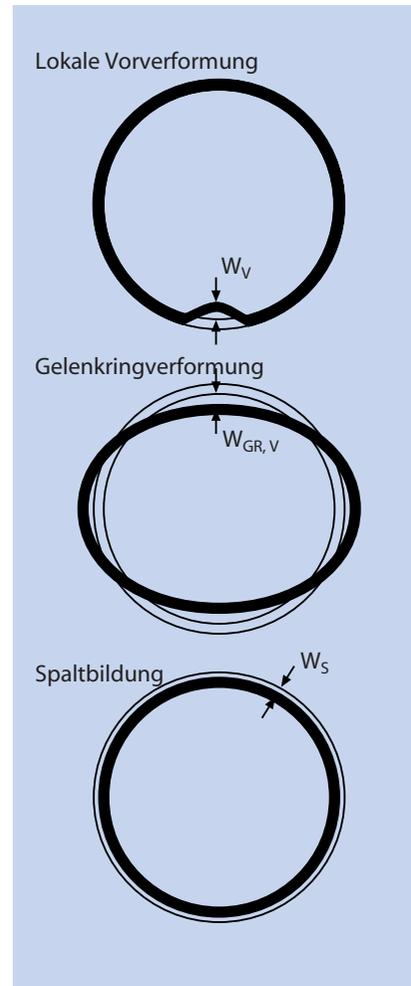


Abb. 5 Zu berücksichtigende Imperfektionsansätze des Liners je nach Altrohrzustand

stätigt die dem Produkt zugesicherte Lebensdauer analog zu neu verlegten PE-Rohren [1][2]. Entsprechende Prüferzeugnisse werden dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Auf Basis von definierten Parametern kann die gesamte Sanierungsplanung erfolgen. Die im Anschluss einer Sanierung sonst fällige Probenentnahme entfällt bei diesem Verfahren vollständig.

Der Einbau von PE-Linern wird nur von lizenzierten Fachunternehmen durchgeführt. Die Lizenz wird dabei vom jeweiligen Systeminhaber vergeben. Die Fachunternehmen werden regelmäßig geschult und damit immer auf dem aktuellen Stand der Installationstechnik gehalten. Die Fachunternehmen werden zusätzlich über den Güteschutz Kanalbau zertifiziert; dieser ist Partner der LGA Bautechnik GmbH, Institut für Statik. Ein Ausrüstungshandbuch spezifiziert das erforderliche Equipment.

Ein Verlegehandbuch beschreibt detailliert den gesamten Installationsprozess beginnend von den vorbereitenden Maßnahmen über die eigentliche Installation bis hin zur Einbaukontrolle.

Der Vorteil werkseitig gefertigter Produkte mit definierter Materialqualität vereinfacht die Bauüberwachung. Rein optisch lässt sich bereits nach dem Runden des PE-Liners die Qualität der Installation überprüfen („CloseFit“-Anliegen am Altrohr). Wichtig für die Bauüberwachung sind dann die konstruktiven Merkmale wie z. B. die Schachtabbindungen. Das Verfahren mit seinen konstruktiven Einzelheiten wird auch in den RSV-, DWA- und VSB-Unterlagen beschrieben [5][6][7]. Prüfprotokolle des Installationsprozesses sowie übliche Untersuchungen wie die TV-Inspektion dienen als Abnahmeprüfung.

Normen und Regelwerke

Produktnorm für drucklose Freispiegel-Abwasserkanäle aus PE sind die DIN 19537 Teile 1 und 2 bzw. die EN 12666 Teil 1 [3]. Diese Normen beschreiben die Werkstoffanforderungen, die geometrischen sowie die mechanischen Anforderungen an Rohre aus PE für den genannten Anwendungsbereich. Hervorzuheben sind aus dieser Norm vor allem die Werkstoffkennwerte. Die erweiterten Anforderungen an CloseFit-Liner aus PE sowie die zugehörigen Prüfverfahren werden in EN 13566-3 [4] genauestens beschrieben. Mit CloseFit-Linern aus PE sanierte Kanäle sind damit normativ gesehen auf dem Stand der Technik [8]. Als Grundlage der Planung gelten die gültigen Arbeitsblätter des RSV, der DWA sowie des VSB [5][6][7].

Nachweis der Standsicherheit

Für die statische Berechnung eines

quasi bündig anliegenden PE-HD Liner am Altrrohr gilt das DWA Merkblatt ATV-M 127-2 [9]. Entscheidenden Einfluss auf die Dimensionierung des Liners hat der Schädigungsgrad des vorhandenen Kanals. Gemäß [9] erfolgt eine Einstufung in die Altrrohrzustände I, II und III (Abb. 4).

Bei Altrrohrzustand I sind die vorhandenen Rohre aus statischer Sicht voll tragfähig. Altrrohrzustand II liegt vor, sofern sich Längsrisse in Verbindung mit geringfügigen Deformationen ausgebildet haben, Altrrohrzustand III liegt dagegen bei der Ausbildung von Längsrissen in Verbindung mit großen Deformationen vor. Bei den Altrrohrzuständen I und II erfolgt die Beanspruchung des Liners im Wesentlichen durch die Einwirkungen eines Außenwasserdruckes, bei Altrrohrzustand III darüber hinaus durch die Einwirkung von Erd- und Verkehrslasten.

In Abhängigkeit vom Altrrohrzustand sind gemäß [9] unterschiedliche geometrische Imperfektionen des Liners

im Rahmen der statischen Berechnung zu berücksichtigen (Abb. 5).

Bei Altrrohrzustand I erfolgt der Ansatz einer Spaltbildung zwischen Liner und Altrrohr (Schlauchverfahren 0,5 Prozent des mittleren Radius, CloseFit-Liner 2 Prozent des mittleren Radius), sowie einer lokalen Vorverformung von 2 Prozent des mittleren Linerradius. Sofern die Einstufung in Altrrohrzustand II erfolgt, wird die eingetretene Altrrohrdeformation in Form einer zusätzlichen Ovalität (3 Prozent des mittleren Linerradius) berücksichtigt.

Es werden Beispiele für den Altrrohrzustand II berechnet, die Einwirkungen und Imperfektionen wurden gemäß ATV-M 127-2 [9] gewählt. Die statische Nachweisführung erfolgt mit Hilfe ebener FE-Modelle (FE = Finite Elemente). Gemäß [9] wird ein mittels reiner Druckfedern starr gebetteter Liner unter Außendruckbelastung untersucht. Da der Stabilitätsnachweis hier wesentlich ist, erfolgt eine geometrisch nichtlineare Berechnung. Die

Nachweisführung erfolgt unter Berücksichtigung der maßgebenden Langzeitverhältnisse. Diese wurden gemäß [9] gewählt:

Langzeit-E-Modul	EL = 160 N/mm³
Langzeit-Festigkeit	14 N/mm³
Querdehnzahl	0,375
Profil/Wanddicke	SDR 26 (SDR = DA/Wanddicke gemäß [1])

Ergebnisse

Mit den Standard-Annahmen nach ATV-M 172-2 konnte der Nachweis für die Tragfähigkeit des Liners für den Altrrohrzustand II für jede Nennweite bis zu 3,5 Meter Grundwassersäule mit ausreichender Sicherheit geführt werden [11].

Messungen an eingebauten CloseFit-Linern haben allerdings gezeigt, dass die Annahmen nach ATV-M 127-2 hinsichtlich des Ringspalts zu konservativ gewählt wurden. Die gemessenen Ringspaltwerte liegen zwischen 0,3 und 0,8 Prozent [10]. Berechnungen ►



inspired by water

Tauchmotorpumpe mit hoher Beständigkeit

E6SX

NEU

Die neuen Tauchmotorpumpen mit radial und halbaxialen Laufrädern werden aus AISI 316 Stahl gefertigt. Sie sind in der Lage, sehr hohe Förderhöhen zu erreichen. Die Pumpen bestehen vollständig aus präzisionsgegossenem rostfreiem Stahl. Sie sind speziell für Brackwasser, ätzendes sowie sandführendes Wasser ausgelegt und meistern auch extremste Bedingungen. Dank eines exklusiven Know-how und einer ausgefeilten Technologie war es möglich, das Edelstahl AISI 316 Material zu verwenden und gleichzeitig, eine ökonomische, wettbewerbsfähige Lösung für beide Baureihen anzubieten. Erfahrung, Verpflichtung und Kreativität, wenn es um die Nutzung von Wasser in einem sorgfältig ausgewogenen Verhältnis zwischen den Bedürfnissen des Menschen und den Ressourcen unserer Umwelt geht.

Caprari Pumpen GmbH
Kleemanngasse 15
D-90765 Fürth
Telefon (0911) 610 93-0
www.caprari.com

caprari
pumping power

Kompetenz in der Kanalsanierung

wir bieten Ihnen

- Beurteilung der Standsicherheit bestehender Kanäle (Kreis-, Ei- und Sonderprofile)
- Klassifizierung des Kanalzustandes, Festlegung des Altrrohrzustandes
- Untersuchung der Tragwirkung des sanierten Systems Prüfung von statischen Berechnungen
- Fremdüberwachung ggf. in Zusammenarbeit mit den zuständigen Abteilungen der LGA
- Qualitätskontrolle zur Überprüfung des ausführenden Unternehmens, der Werkstoffe, des Einbaus und der Montage
- Beratung und Mitarbeit bei Planung und Ausschreibung (siehe auch Praxis-Leitfaden)



TÜVRheinland®
LGA

LGA Bautechnik GmbH
Institut für Statik
Sachverständige in ATV,
GSTT, DIBt
Tillystr. 2, 90431 Nürnberg
Tel. (0911) 6 55-48 46
Fax (0911) 6 55-48 51
heinz.doll@lga.de

www.lga.de

zeigen, dass bei Annahme dieser Ringspaltwerte deutlich höhere Sicherheiten (>20 Prozent) erzielt werden. Für das gewählte Beispiel erhält man, bei Ansatz des gemessenen Ringspaltes von 0,5 Prozent, einen Sicherheitsbeiwert von 3,3 (> 2), bei Ansatz eines Ringspaltes von 2,0 Prozent, gemäß ATV-Merkblatt A127 Teil 2 [9], erzielt man noch einen Sicherheitsbeiwert von 2,7 (Abb. 6).

Moderne CloseFit-Liner aus PE bieten mit dem Vorteil der Werksfertigung normativ abgesicherte Materialkennwerte als Grundlage für die Planung (Abb. 7). Die produzierten Liner werden wie Standard-PE-Rohre getestet. Zeitstand-Innendruckversuche belegen dabei, dass die Betriebsdauer von mit CloseFit-Linern aus PE sanierter Kanäle einer Neuverlegung ebenbürtig ist.

Literatur

- [1] DIN 8074 „Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD - Maße“
- [2] DIN 8075 „Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD- Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen“
- [3] DIN 19537 bzw. EN 12666 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polyethylen (PE) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem“
- [4] EN 13566-3 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – CloseFit-Lining“
- [5] ATV-M 143-11 „Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren ohne Ringraum (CloseFit-Lining)“
- [6] RSV Nr. 2 „Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Reliningverfahren ohne Ringraum“
- [7] VSB Nr. 13 „CloseFit-Liningtechnik,“
- [8] 3R Heft 10-2006 „CloseFit-Liner Stand der Technik aus normativer Sicht“ – F. Lipskoch
- [9] ATV M 127-2 „Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren“
- [10] LGA/Wavin „Ringspaltmessung bei Compact Pipe“; Dr. A. Hoch, F. Lipskoch
- [11] 3R Heft 12-2003 Standsicherheit von CloseFit-Linern System Compact Pipe; Dr. H. Doll, Dr. A. Hoch
- [12] Wavin Produkthandbuch Compact Pipe

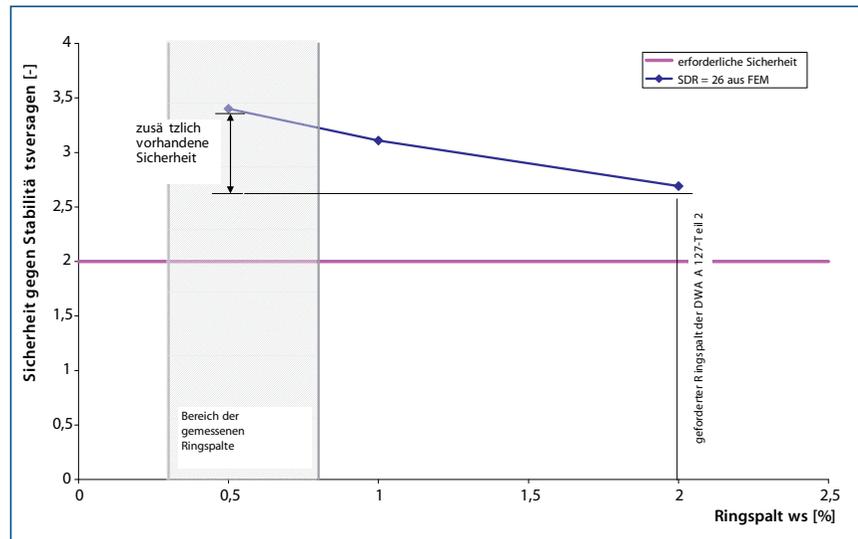


Abb. 6 Berechnungsbeispiel mit Variation des Ringspaltes



Abb. 7 Kanalsanierung mit Compact Pipe

Autoren:

Dr.-Ing. Albert Hoch
LGA Bautechnik GmbH
Institut für Statik
Tillystr. 2
90431 Nürnberg
Tel.: 0911 655-4840
Fax: 0911 655-4851

E-Mail: Albert.Hoch@lga.de
Internet: www.lga.de

Dipl.-Ing. Frederik Lipskoch
Wavin GmbH
Kunststoffrohrsysteme
Industriestr. 20
49767 Twist
Tel.: 05936-12374
Fax: 05936-12393

E-Mail: Frederik_Lipskoch@wavin.de
Internet: www.wavin.de

