

Fachverband der
Kunststoffrohr-Industrie



Kunststoffrohrsysteme für die kommunale Entwässerung

**aus Polyethylen
hoher Dichte**

PE-HD

KUNSTSTOFFROHRSYSTEME FÜR DIE KOMMUNALE ENTWÄSSERUNG AUS PE-HD

DER WERKSTOFF

Polyethylen ist ein thermoplastischer Kunststoff. Ausgangsstoff ist Ethylen, das aus Erdöl oder Erdgas gewonnen wird.

Unterschiedliche Polymerisationsverfahren liefern PE-Typen mit verschiedenen Eigenschaften. Für den Rohrleitungsbau ist nur das Polyethylen hoher Dichte (PE-HD; HD = High Density) bedeutsam, das im Niederdruckverfahren hergestellt wird.

Man unterscheidet PE-HD-Typen nach ihrer Langzeitfestigkeit. Für Abwasserkanäle wird überwiegend PE 80 eingesetzt. In den letzten Jahren ist mit PE 100 ein neuer Typ auf den Markt gekommen, der gegenüber dem PE 80 eine höhere Druckbelastung und Zähigkeit erreicht. PE 100 findet daher überwiegend im Druckbereich (z.B. Abwasserdruckleitungen) Anwendung.

Einziger bedeutsamer Zuschlagstoff für den Rohrbereich ist Ruß (Kohlenstoff), der die Witterungsbeständigkeit und schwarze Färbung bewirkt.

ROHRHERSTELLUNG

Rohre aus PE-HD werden mit Außendurchmessern von 10 mm bis 1600 mm und in Druckbereichen bis PN 40 im Extrusionsverfahren hergestellt.

In einem Extruder (Schneckenpresse, Bild 1) wird das PE-HD-Granulat bei einer Temperatur von 180°C bis 230°C plastifiziert und mit gleichmäßigem Druck durch das formgebende Werkzeug gepreßt. Die Schmelze durchläuft das Rohrwerkzeug unter hohem Druck und verläßt dieses als Rohr mit der geforderten Wanddicke.

In der anschließenden Kalibrierbüchse wird die noch heiße und weiche Rohrwandung mittels Vakuum auf den Außendurchmesser geformt und so weit abgekühlt, daß das Rohr formstabil ist. In der nachfolgenden Kühlstrecke wird das Rohr weiter stabilisiert und schrittweise abgekühlt.

In der Signiereinrichtung erhält das Rohr im Abstand von jeweils 1 m eine dauerhafte Kennzeichnung, u.a. mit Angabe des Schmelzindex – wichtig für die Verschweißbarkeit mit anderen Komponenten. Abschließend wird das Rohr auf Länge geschnitten.



Bild 1: Extrusionsanlage

FORMSTÜCKHERSTELLUNG

Die für das Rohrsystem benötigten Formstücke werden im Spritzgießverfahren oder in der Werkstatt manuell hergestellt.

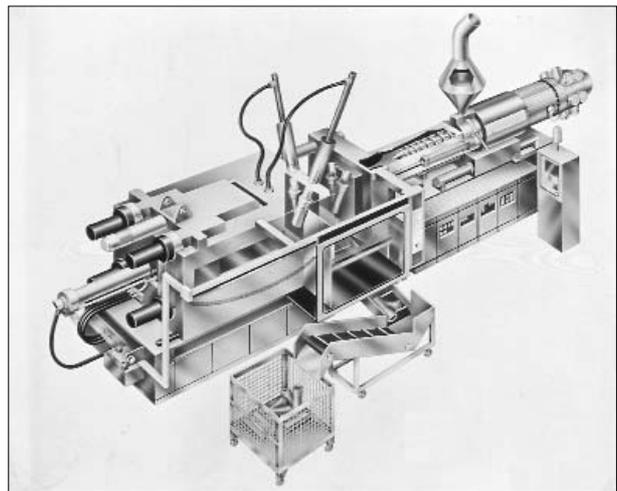


Bild 2: Spritzgießmaschine

Das Spritzgießen erfolgt in einer Spritzgießmaschine mit Werkzeug (Bild 2). Es wird nicht kontinuierlich, sondern in periodisch wiederkehrenden Zyklen gearbeitet.

Orientierungswerte physikalischer Eigenschaften des Werkstoffes PE-HD		
Eigenschaft	Wert	Prüfmethode
Dichte	0,95 [g/cm ³]	DIN 53479
Streckspannung	23 [N/mm ²]	DIN 53455
Zugfestigkeit	23-29 [N/mm ²]	DIN 53455
Dehnung bei Streckspannung	15 [%]	DIN 53455
M Reißdehnung	800 [%]	DIN 53455
Grenzbiegespannung	30 [N/mm ²]	DIN 53452
Elastizitätsmodul	900 [N/mm ²]	DIN 53457
Kerbschlagzähigkeit ¹⁾	ohne Bruch	DIN 53453
Schlagzähigkeit ¹⁾	ohne Bruch	DIN 53454
Wärmeformbeständigkeit		
nach Vicat; Verf. B	65 [°C]	DIN 53461
Linearer Ausdehnungskoeffizient	2 [10 ⁻⁴ K ⁻¹]	DIN 52328
T Wärmeleitfähigkeit	0,42 [W/m·k]	DIN 52612
Max. Betriebstemperatur		
• konstant	60 [°C]	
• kurzzeitig	80 [°C]	
Spezifischer Durchgangswiderstand		
E	> 10 ¹⁷ [Ω·cm]	DIN 53482
Oberflächenwiderstand	> 10 ¹² [Ω]	DIN 53482
Rel. Dielektrizitätskonstante E _r	2,35	DIN 53483

M = Mechanische T = Thermische E = Elektrische Eigenschaften. ¹⁾ Angaben für 23°C; 50 % Luftfeuchte.

Ähnlich wie beim Extruder wird das Granulat aus PE-HD plastifiziert und in das Werkzeug gepreßt. Die noch weiche Masse wird unter hohem Druck in dem gekühlten Werkzeug gehalten, bis sie formstabil ist. Nach ausreichender Abkühlung öffnet sich das Werkzeug, und das Formstück wird ausgestoßen.

Bei der manuellen Herstellung werden aus Rohren Bögen gedrückt oder segmentgeschweißt. Auch andere Formstücke können aus Rohren, Platten und Stäben hergestellt werden.

EIGENSCHAFTEN DER ROHRSYSTEME

- Starke Verlegeleistung durch Lieferlängen von 6 m, 12 m, 20 m und mehr bei niedrigem Gewicht
- Hohe Dichtheit des Rohrsystems durch Verschweißung
- Sehr gute Chemikalienbeständigkeit, auch gegen biogene Schwefelsäure, Streuströme, Säuren und Basen im Boden (kein zusätzlicher Schutz erforderlich)
- Niedriger Reibungskoeffizient, gute Fließeigenschaften, hohe Abriebfestigkeit
- Keine Inkrustationen und Wurzeleinwüchse
- Keine Risse oder Scherben, selbst bei statischer Überlastung oder bei Bodensenkungen
- Schlagunempfindlichkeit auch bei Frost
- Resistenz gegen Beschädigung durch Nagetiere
- Anwendung von Reinigungsverfahren wie Molchen und Hochdruckreinigen möglich
- Lange Haltbarkeit und Lebensdauer.

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

PE-HD gehört aufgrund seines chemischen Aufbaus aus Kohlenstoff und Wasserstoff zu den problemlosesten Materialien. Der größte Teil der für die Rohstoffherstellung benötigten Energie ist im Material gebunden und kann z.B. beim Recycling nach Ende der Nutzungsdauer zurückgewonnen werden. Der Energiebedarf für die Verarbeitung zu Rohren und Formstücken ist durch niedrige Werte gekennzeichnet. Von Vorteil ist auch das geringe Gewicht der Rohre, das den Energieaufwand für Transporte und den Einsatz von Baustellengerät reduziert.

Die Herstellung und Verarbeitung von PE-HD-Rohren ist emissionsarm; vorgegebene Grenzwerte werden dabei deutlich unterschritten. Die Wiederverarbeitung sortenreiner Abfälle ist unkompliziert und geübte Praxis. Die hohe Dichtheit der Abwassersysteme aus PE-HD bietet beste Gewähr für den Schutz des Grundwassers. Umweltfreundliche Materialeigenschaften ersparen umweltbelastende Maßnahmen, wie z.B. des Korrosionsschutzes.

GÜTESICHERUNG

PE-HD-Rohre und -Formstücke unterliegen Qualitätsvorschriften. Sie sind durch DIN-Normen und

Güterichtlinien der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V. (GKR) festgelegt. Letztere beinhalten Anforderungen und Prüfungsverfahren (Art, Umfang, Häufigkeit). Jede dieser Qualitätsrichtlinien durchläuft das RAL-Anerkennungsverfahren.

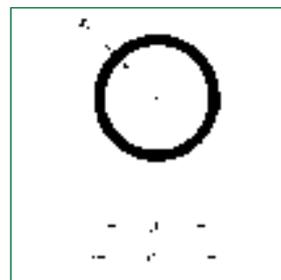
Die Einhaltung der genannten Qualitätsvorschriften wird über die werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung durch die GKR sichergestellt. Gütegesicherte PE-HD-Rohre und -Formstücke sind dann mit dem RAL-Gütezeichen Kunststoffrohre  gekennzeichnet. Ihre Hersteller sind im jährlich neu aufgelegten Verzeichnis der Gütezeicheninhaber aufgeführt (Bezug: GKR).

PE-HD-Rohre für die Abwasserentsorgung im Grundstücksbereich sind Bauprodukte im Sinne der Bauordnungen der Länder, für die ein Übereinstimmungsnachweis erbracht werden muß. Das dafür notwendige Übereinstimmungszertifikat wird von der Zertifizierungsstelle der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V. ausgestellt.

KANALROHRE AUS PE-HD

Kanalrohre aus PE-HD basieren auf dem Konstruktionsprinzip der Vollwand-Rohrsysteme:

- Rohre nach DIN 19537 gemäß nachstehender Tabelle:



Nennweite DN	SN 1*		SN 2*		SN 8*	
	Außendurchmesser d_1 [mm]	Wanddicke s_1 [mm]	Außendurchmesser d_1 [mm]	Wanddicke s_1 [mm]	Außendurchmesser d_1 [mm]	Wanddicke s_1 [mm]
100	110	3,5	110	4,3	125	7,1
125	125/140	3,9/4,4	125/140	4,9/5,4	140	8,0
150	160	5,0	160	6,2	180	10,2
200	200/225	6,2/7,0	225	8,7	225	12,8
250	250/280	7,8/8,7	280	10,8	280	15,9
300	315	9,8	355	13,7	355	20,1
400	450	14,0	450	17,4	450	25,5
500	560	17,4	560	21,6	560	31,7
600	630	19,6	630	24,3	630	35,7
700	710	22,1	710	27,4	710	40,2
800	800	24,9	800	30,8	800	45,3
900	900	28,0	900	34,7	-	-
1000	1000	31,1	1000	38,5	-	-
1200	1200	37,3	1200	46,2	-	-
*SN = Nennringsteifigkeit in [kNm ²]						
Baulängen [mm]:	5000, 6000, 12000					
Verbindungen:	Heizelementstumpfschweißverbindung, Heizwendelschweißverbindung, Steckmuffenverbindung, Flanschverbindung					
Farbe:	schwarz					

- Zweischichtrohre; coextrudierte Rohre mit heller Innenoberfläche und UV-beständigem Außenmantel. Diese Rohre erfüllen in besonderer Weise die Forderung nach exakter Aufnahme des IST-Zustandes des Kanalnetzes im Rahmen der vorgeschriebenen Inspektionen mit TV-Kamera. Im übrigen entsprechen die Eigenschaften dieser Rohre denen gemäß DIN 19537.

FORMSTÜCKE

Ein umfassendes Formstück-Sortiment im Durchmesserbereich d 110-1200 steht für die Rohrprogramme zur Verfügung (s. nachstehende Übersicht). Die genauen Konstruktionsmerkmale und Abmessungen sind der DIN 19537 und den Unterlagen der Hersteller zu entnehmen.

Formstücke für Vollwandrohre aus PE-HD nach DIN 19537	
Bögen	15°, 30°, 45°, 87,5°
Abzweige	45°, 87,5°
Reduktion	
Doppelmuffe	ausgeführt als Heizwendelschweißmuffe
Schachtfutter	

Für den Übergang auf Guß-, Steinzeug-, Beton- und andere Rohrsysteme stehen entsprechende Formstücke zur Verfügung.

ROHRVERBINDUNGEN

Kanalrohre aus PE-HD werden durch längskraftschlüssige Schweißverbindungen oder mechanische Systeme verbunden.

Schweißverbindungen sind unlösbare Verbindungen und in der Lage, alle Axialkräfte aufzunehmen und zu übertragen.

Man unterscheidet:

- **Heizelementstumpfschweißen** (Bild 3). Hierzu werden keine zusätzlichen Formstücke benötigt. Die Verschweißung erfolgt durch Erwärmung der Rohrstirnflächen und axialen Schweißdruck. Es entsteht ein Schweißwulst, der sich nach beiden Seiten (Rohrrinnen- und -außenseite) ausbildet. Die Verschweißung wird nach der DVS-Richtlinie 2207 Teil 1 ausgeführt. Der Schweißprozess selbst kann zu einem großen Teil durch die Schweißmaschine automatisch gesteuert, und die Schweißdaten können elektronisch dokumentiert werden. Anwendungsbereiche: d 110-1200.
- **Heizwendelschweißen** (Bild 4). Hierzu wird als spezielles Formstück ein Heizwendelschweißmuffe benötigt. In der Innenseite ist eine Heizleiterwendel integriert, die

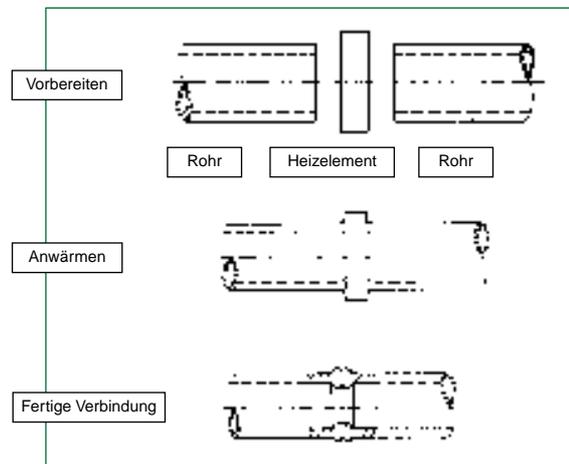


Bild 3: Prinzip des Heizelementstumpfschweißens

durch Erwärmung die Rohraußenfläche und die Formstückinnenfläche plastifiziert. Die geschmolzenen Zonen verbinden sich unter eigenerzeugtem Fügedruck miteinander und stellen nach der Abkühlung eine homogene Verbindung her. Die Positionierung der Verbindungsteile erfolgt vor dem Schweißvorgang. Die Verschweißung wird nach der DVS-Richtlinie 2207 Teil 1 bzw. GW 330 ausgeführt. In einem Barcode auf dem Schweißformstück sind alle erforderlichen Schweißparameter enthalten. Die Schweißung selbst wird durch das handliche Schweißgerät gesteuert. Anwendungsbereich: d 110-630.

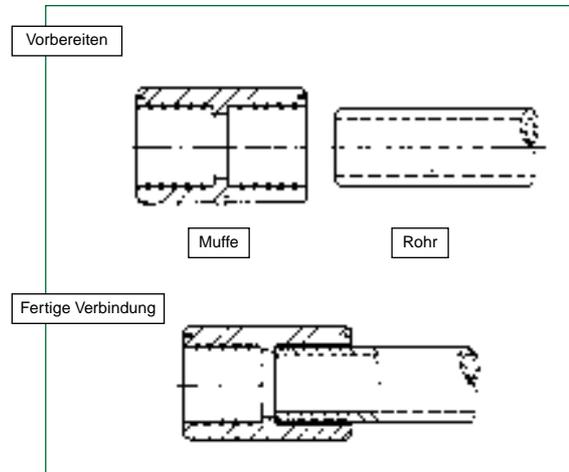


Bild 4: Prinzip des Heizwendelschweißens

SCHÄCHTE

Schächte aus PE-HD werden in Anlehnung an DIN 19549 aus standardisierten Halbzeugen objektspezifisch gefertigt. Den Anforderungen entsprechend können sie entweder vollständig aus PE-HD bestehen oder in Mischbauweise mit Fertigteilen aus Beton komplettiert werden. Schächte aus PE-HD sind leicht und zeichnen sich durch einen sehr hohen Vorfertigungsgrad aus. Auf der Baustelle erfordern sie nur geringe Einbauzeiten. Nichtbesteigbare Schächte werden vorwiegend zur Übergabe in die öffentliche Kanalisation eingesetzt.

In den Haltungen werden besteigbare Schächte (d 800 bis d 3500) mit Berme und Gerinne bevorzugt (Bild 5). Schächte aus PE-HD sind beständig gegenüber wäßrigen Lösungen von Salzen, Säuren, Alkalien, Kohlenwasserstoffen und Lösungsmitteln. Sie sind – wie die Rohre – geeignet für Hochdruckreiniger, Absaugschläuche und die Videoinspektion. Sie sind wurzelfest und wasserdicht. Sie können deshalb auch in Wasserschutzgebieten eingesetzt werden.

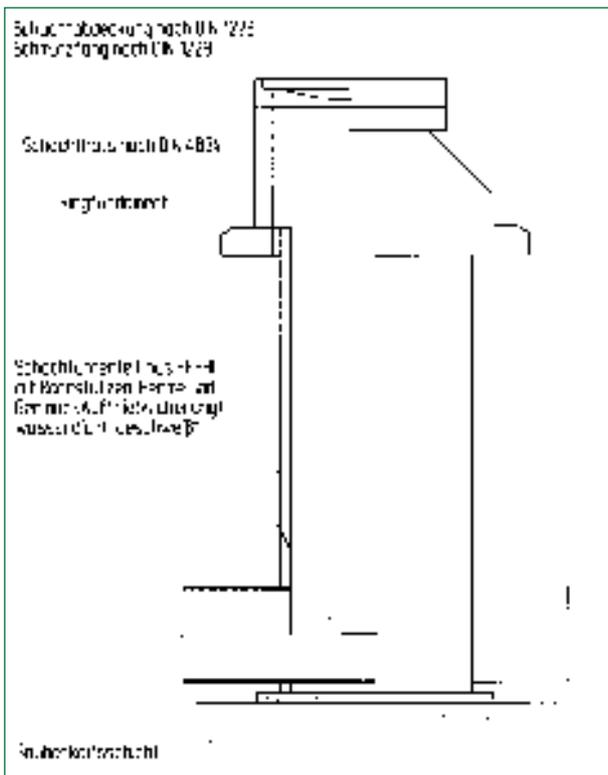


Bild 5: Inspektionsschacht

DRUCKROHRSYSTEME

In der Druckentwässerung werden neben Rohren aus PE 80 auch solche aus PE 100 eingesetzt, die bei gleicher SDR-Stufe^{*)} mit einem höheren Betriebsdruck betrieben werden können.

Für Druckrohrleitungen aus PE-HD im Durchmesserbereich von 32 mm bis 1600 mm steht ein komplettes Sortiment an Formstücken mit einem Nenndruck von bis zu 16 bar zur Verfügung. Sie sind auch für die Vakuum-Entwässerung geeignet.

^{*)} SDR (Standard Dimension Ratio)
= Außendurchmesser / Wanddickenverhältnis

ABWASSERLEITUNGEN AUS PE-HD IN TRINK- WASSERSCHUTZGEBIETEN

Abwasserkanäle und -leitungen aus PE-HD erfüllen die Anforderungen des Arbeitsblattes A 142 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV). Sie können doppelwandig mit integrierten Festpunkten oder auch

festpunktlos eingesetzt werden. Alternativ ist es möglich, die Kanäle und Leitungen als einwandige Systeme zu verlegen. Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme können dazu Rohre aus PE-HD mit großer Wanddicke verwendet werden.

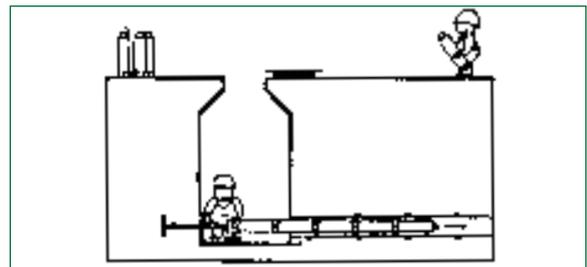
SANIERUNG

Kunststoffrohre aus PE-HD und die daraus entwickelten Systeme nehmen einen bedeutenden Platz in der Sanierung bestehender Abwasserleitungen ein.

Das verbreitetste Verfahren ist das Relining durch Einziehen eines neuen Rohres in die zu sanierende Leitung:

- **Kurzrohrrelining**

Die Sanierung erfolgt durch PE-HD-Kurzrohre in Längen von 0,7 m bis 1,0 m, die mit einer längskraftschlüssigen Steckverbindung verbunden werden. Der Einbau erfolgt durch die Revisionssschächte, d.h. es ist ein Verfahren ohne jegliche Tiefbauarbeiten.



- **Langrohrrelining**

Bei diesem Verfahren werden PE-HD-Rohre in Längen von 2,0 m bis 6,0 m eingezo-gen. Hierbei ist eine der Rohrlänge entsprechende Einziehbaugrube erforderlich. Die Rohrverbindung erfolgt durch eine Steckrohrverbindung oder durch Heizelementstumpfschweißung innerhalb der Baugrube. Die Rohre werden durch eine Seilwinde in die Haltung eingezo-gen.

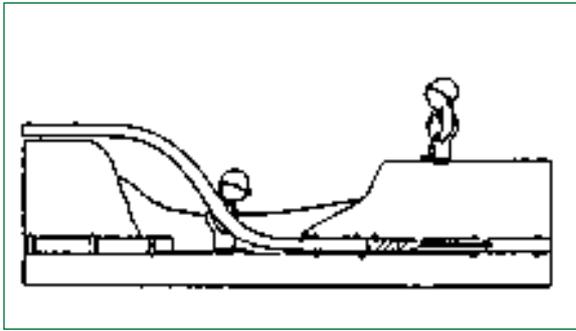
- **Rohrstrangrelining**

Dieses Verfahren entspricht im Prinzip dem Langrohrrelining, jedoch wird hier die ganze einzuziehende Haltungslänge außerhalb der Einzugsbaugrube verschweißt und in einer definierten S-Kurve in das Altrohr eingezo-gen. Hierbei ist der zulässige Biegeradius des PE-HD-Rohres einzuhalten.

Zu den weiteren Sanierungsverfahren mit PE-HD-Rohren zählen:

- **Berstlining**

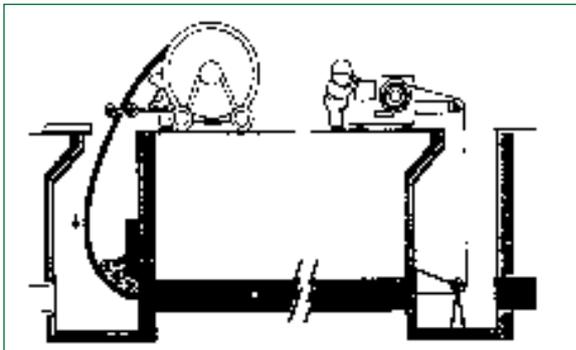
Es handelt sich hierbei um die grabenlose Neuverlegung in eine vorhandene Trasse. Die dynamisch arbeitende Berstmaschine wird mit einer Winde durch die zu erneuernde Altleitung gezogen. Die Bruchstücke des Altrohres werden radial in das umgebende Erdreich verdrängt. Dabei wirken



Suspensionen als Gleitmittel und zugleich als Schutz des Rohres. Zusätzliche Sicherheit vor Beschädigungen des Rohres bieten entsprechend größere Wanddicken oder verschleißfeste Schutzmäntel. Das neue Rohr wird im gleichen Arbeitsgang mit eingezogen. Das Verfahren wird sowohl als Lang- als auch als Kurzrohr mit integrierter Steckverbindung durchgeführt.

- **Sanierung durch vorverformte Rohre**

Ein weiteres Verfahren ist das Einziehen von vorverformten PE-HD-Rohren, bei denen die thermische Verformbarkeit und das Rückstellvermögen des Werkstoffes ausgenutzt werden. Die Rohre für die Sanierung werden im U- oder C-förmigen Zustand in Fixlängen, auf Trommeln gewickelt, an die Baustelle geliefert. Dort wird der Rohrstrang an einem Ziehkopf befestigt und über die Revisions-schächte in die zu sanierende Leitung eingezogen. Durch eine kontrollierte Wärme- und Druckbeaufschlagung wird das vorgeformte Rohr an die Innenwand des Altrohres gepreßt.



TECHNISCHE EINZELHEITEN

- **Statik**

Die Bemessung der biegeweichen Rohre erfolgt nach dem ATV-Arbeitsblatt A 127. Es wird ein Ver-

formungs-, Stabilitäts- und Spannungsnachweis geführt. Tabellen mit den minimalen und maximalen Überdeckungshöhen für verschiedene Einbaubedingungen und Rohrreihen sind den Unterlagen der Rohrhersteller zu entnehmen. Sie können auch prüffähige statische Berechnungen vornehmen.

- **Chemische Beständigkeit**

Rohre aus PE-HD sind resistent gegen alle im normalen häuslichen Abwasser auftretenden Belastungen. Sie sind widerstandsfähig gegen eine Vielzahl von Chemikalien und deren Gemisch aus dem industriellen Bereich. Beständigkeitslisten können von den Rohrherstellern angefordert werden.

- **Rohrverlegung**

Die Verlegung von Rohren aus PE-HD erfolgt nach der DIN 4033, den Verlegeanleitungen der Hersteller bzw. des KRV. Sie erweist sich als unkompliziert. Das geringe Gewicht und die Lieferlängen ermöglichen eine schnelle Verlegung. Die hohe Flexibilität der Rohre aus PE-HD gestattet häufig Richtungsänderungen, ohne Formstücke verwenden zu müssen. Auch Düker können so preiswert erstellt werden.

- **Betrieb**

Die gleichbleibend extrem glatte Rohrwand bietet hervorragende hydraulische Eigenschaften. Es besteht keine Gefahr von Inkrustationen und Wurzeleinwüchsen. Risse, Brüche und Scherben treten nicht auf. Die Spül- und Wartungsintervalle können sehr lang gewählt werden. Der Einsatz von Hochdruckspülgeräten ist möglich.

- **Dichtheitsprüfung**

Die Kriterien für die Dichtheitsprüfungen von Kanälen und Druckrohrleitungen aus PE-HD sind in der DIN EN 1610 beschrieben, mit deren Inkrafttreten die DIN 4033 und DIN 4279 ungültig wurden. Weitere Hinweise zur Durchführung dieser Prüfungen enthalten die Verlegeanleitungen der Hersteller und des KRV.

- **Normung und bauaufsichtliche Zulassungen**

Rohre aus PE-HD werden in Deutschland nach DIN 8074 und DIN 8075 gefertigt. Für Rohre und Formstücke aus PE-HD für Abwasserkanäle und -leitungen gilt die DIN 19537. Nach Inkrafttreten der DIN EN 12666 verlieren die vorgenannten Normen ihre Gültigkeit. Es gelten für die Rohre und Formstücke aus PE-HD die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt. Sie tragen das RAL-Gütezeichen der GKR.

Weitere Informationen können beim Kunststoffrohrverband e.V., Dyroffstraße 2, 53113 Bonn abgerufen werden.

Folgende Mitgliedswerke des KRV stellen Kunststoffrohrsysteme aus PE-HD für die kommunale Entwässerung her:

· ALPHACAN Omniplast GmbH (Ehringshausen) / Fax-Nr. 06443 / 90-369 · Egeplast Werner Strumann GmbH & Co.KG (Greven) / Fax-Nr. 02575 / 9710-110 · FRIATEC AG (Mannheim) / Fax-Nr. 0621 / 481-333 · GERODUR MPM Kunststoffverarbeitung GmbH & Co.KG (Neustadt) / Fax-Nr. 03596 / 602404 · PIPELIFE Deutschland GmbH Gölzau (Gölzau) / Fax-Nr. 034978 / 28-280 · pumpenboese kunststoffe GmbH & Co.KG (Luckau) / Fax-Nr. 03544 / 2281 · Uponor Anger GmbH (Marl) / Fax-Nr. 02365 / 696-102 · Wavin GmbH Kunststoff-Rohrsysteme (Twist) / Fax-Nr. 05936 / 12-211 · Westfälische Kunststofftechnik GmbH (Sprockhövel) / Fax-Nr. 02324 / 9794-23

Stand: Mai 1999