

Detaillierte Einblicke in ein Kunststoff-Kanalrohrsystem

Dipl.-Ing. Robert Eckert, FRIATEC AG, Mannheim

PE-Rohre werden vielfältig eingesetzt, nicht nur in der Druckentwässerung, sondern auch im Bereich der Kanalisation. Eine homogene Materialverbindung durch Heizwendelschweißen bietet Sicherheit gegenüber den Beanspruchungen des dauerhaften Betriebes der Rohrleitung. Im System wird die bewährte Technik daher konsequent für Schachtanbindung, Hausanschluss und Rohrverbindung eingesetzt.

Die Wahl des Rohrwerkstoffes im Kanalbau

Durch die Auflage an den Betreiber, Kanäle und Abwasserleitungen regelmäßig zu untersuchen, die Schadensbilder zu klassifizieren und – als kostenintensive Konsequenz hieraus – Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen, ist der Zustand unseres Kanalnetzes inzwischen gut bekannt. Undichte Kanäle und Abwasserleitungen stellen bei Abwasseraustritt eine potentielle Gefährdung des Grundwassers dar oder führen bei Infiltration zu einer Überlastung der Kläranlagen. Die Folge der Undichtigkeit sind Einschwemmungen und Wurzeleinwuchs, gleichzeitig Hinterspülungen im Bettungsgebiet und in Folge dessen eine stetig wachsende Schädigung der Rohrleitung. Als häufigste Schäden an Kanalleitungen aus spröden Rohrwerkstoffen werden Risse, Scherbenbildung bis zum Einsturz des Kanals und Korrosion sowie undichte Muffenverbindungen und Muffenversatz erfasst.

Spröbruch bei Punkt- oder Linienlasten tritt bei den so genannten „biegeweichen“ Rohren, z.B. aus Polyethylen, nicht auf. Durch die Flexibilität des Werkstoffes sind selbst größere Verformungen des Durchmessers laut statischer Berechnung nach ATV-A127 zulässig. Auf Grund der Bodenmechanik führt der so genannte Tunneleffekt zu einer Eigenstabilisierung des Erdreichs. Die Setzungserscheinungen sind in der Regel zum größten Teil nach etwa einem halben Jahr abgeschlossen. Die bis dahin eingetretenen Verformungen haben nachweislich auch langfristig keine Auswirkungen auf die statische Tragfähigkeit, die Funktion oder die Lebensdauer des Rohrsystems.

Kunststoffrohre für den Kanalbau

Für Abwasserrohre werden Rohre aus PVC (Polyvinylchlorid), PP (Polypropylen) und PE (Polyethylen) eingesetzt. Die Verbindungstechnik basiert auf elastomergedichteten Steckmuffen. Der Werkstoff Polyethylen kann auch geschweißt werden, wodurch eine materialhomogene Verbindung entsteht, die keine zusätzlichen Dichtelemente erfordert. Geschweißte Polyethylenrohre ermöglichen den Bau und Betrieb eines äußerst robusten und widerstandsfähigen, dauerhaft dichten und langlebigen Kanalrohrsystems.

Die Diagramme 1 und 2 zeigen die Verteilung der Kunststoffrohrproduktion nach Anwendungsgebieten. Der Anteil von Kunststoffrohrsystemen in der Abwasserentsorgung ist im Ausland bereits deutlich höher. Ein Umdenken bei den Entscheidern zu Gunsten des Einsatzes von Kunststoffrohrsystemen greift erst langsam. Die Schuldenlast und der Kosten-

druck der Kommunen mögen diesen Prozess beschleunigen, vor allem aber ein professionelles Management, das die Betriebssicherheit erhöht und Kosten senken hilft, wie es bei den Versorgungsunternehmen längst Standard ist (vgl. [1]).

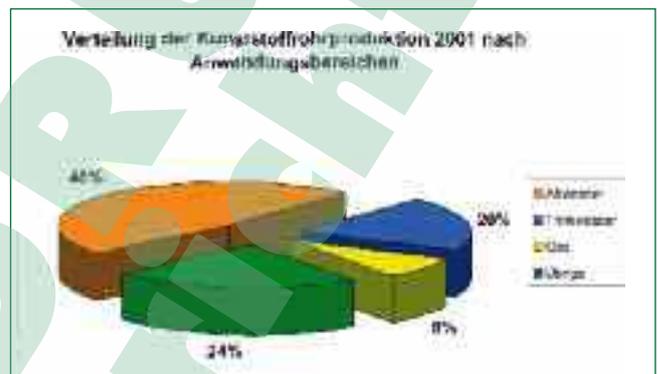


Diagramm 1: Verteilung der Kunststoffrohrproduktion 2001 nach Anwendungsbereichen

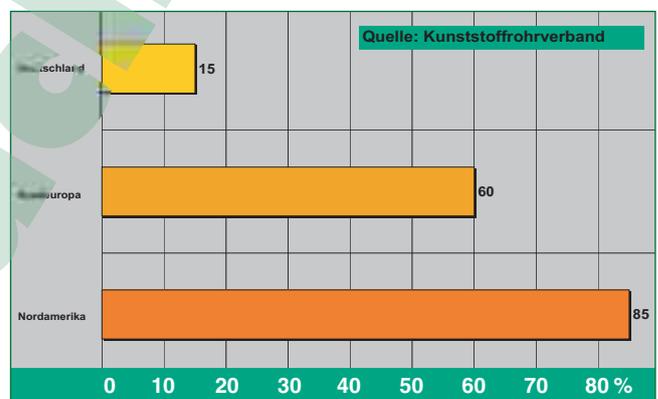


Diagramm 2: Kilometeranteil von Kunststoffrohren beim Neubau in der öffentlichen Abwasserentsorgung, 2001

Der Werkstoff Polyethylen

Im Wasserhausanschlussbereich liegen Erfahrungen aus einer nahezu fünfzigjährigen Anwendung von Polyethylen vor. PE 80 wird bereits seit ca. 30 Jahren in der Gasversorgung eingesetzt. Mit dem Polyethylen der dritten Generation – PE 100 –, das seit etwa 14 Jahren auf dem Markt ist, stieg in Folge der höheren mechanischen Beanspruchbarkeit und Festigkeit die Akzeptanz von Polyethylen in Wasserverteilungsnetzen in größeren Nennweiten. Vor allem im Bereich der Druckentwässerung und zunehmend in der Kanalisation sind PE 80- und PE 100-Rohre seit Jahren flächendeckend im Einsatz.



Bild 1: Typische unterirdische Infrastruktur mit PE-Rohren für die Gas- und Wasserversorgung, den Kabelschutz und die Kanalisation

Bild 1 zeigt die typische Situation der unterirdischen Infrastruktur für Ver- und Entsorgungsleitungen.

Die Verlegefreundlichkeit, die hohe Lebenserwartung und damit verbunden die Wirtschaftlichkeit von PE-Rohrleitungen bewirkten einen breiten Einsatz des Werkstoffs im Leitungsbau für eine Vielzahl von Anwendungen. Neben der konventionellen Verletechnik mit offenem Graben sind mit Polyethylenrohren auch moderne grabenlose Verlegeverfahren möglich, wie z. B. Berstlining, Einpflügen oder Horizontalspülbohren.

Was bedeutet der Einsatz eines geschweißten Polyethylen-(PE-)Kanalrohrsystems für den Betreiber?

- ▶ Der Werkstoff PE zeichnet sich durch seine Korrosionsunempfindlichkeit und durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemisch aggressive Durchleitungsstoffe aus.
- ▶ Die Oberfläche von PE-Rohren ist extrem abriebsfest gegenüber Geschiebebewegungen aus den Inhaltstoffen im Abwasser. Durch das „Darmstädter Verfahren“ wird diese Eigenschaft eindrucksvoll nachgewiesen. Deshalb werden PE-Rohre z.B. auch eingesetzt in Kieswerken zum Transport von scharfkantigen, harten Feststoffen mit gegenüber anderen Rohrwerkstoffen erheblich längeren Nutzungszeiträumen. Gleichzeitig verhindert die glatte Oberfläche das Entstehen von Ablagerungen und Inkrustierungen.
- ▶ Die flexiblen Rohrleitungen nehmen sowohl statische als auch dynamische Lasten aus der Einbausituation auf. Wo spröde, bruchempfindliche Werkstoffe durch Punkt- oder Linienlasten längst versagen, bleibt der PE-Kanal funktionsfähig.
- ▶ Durch das Heizwendelschweißverfahren wird eine homogene Materialverbindung zwischen Rohr und Formstück erzeugt. Das geschweißte Rohrsystem besteht im Gegensatz zu konventionellen Steckmuffenrohrleitungen nicht mehr aus Einzelkomponenten, sondern aus einem einzigen homogenen Rohrstrang.

FRIATEC – Sicherheit im System

Trinkwasser und Heizung

FRIATHERM® starr
FRIATHERM multi®
FRIATHERM uni®

Abwassermanagement

FRIAPHON®
FRIAMAX

Vor- und Inwandmontage

FRIABLOC®
FRIAFIX®
WIMO
FRIAPLAN®

Professionelle Vorfertigung

FRIABLOC® Register

Brandschutz

System Staudt mit
Rohr- und Kabelschutz

Das kann sonst keiner: FRIAPHON®-Sonderformteile



- Einfache, schnelle und platzsparende Montage
- Individuelle Erfüllung von Kundenwünschen
- Zugewinn an nutzbarer Fläche im Badezimmer
- Schall- und Brandschutz im System
- Keine Brandweiterleitung nach oben und unten

FRIATEC AG · Division Gebäudetechnik
Postfach 71 02 61 · 68222 Mannheim
Tel. +49 621 486-1914 · Fax +49 621 486-1599
www.friatec.de · info-gebuedetechnik@friatec.de

- ▶ Der Verbindungsbereich ist sohlgleich, weist eine hydraulisch optimale glatte Oberfläche auf, ohne Muffenspalt, ohne Wulst und ohne Versatz. Der Abfluss wird nicht behindert, Ablagerungen, Blockaden und Funktionsstörungen im Kanal werden von vornherein vermieden (Bild 2, 3).

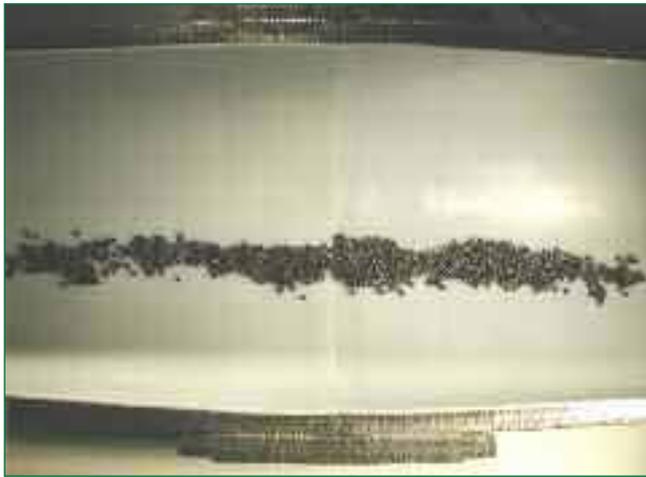


Bild 2: Theorie: Schnittmuster der Heizwendelschweißung: Keine Behinderung des Abflusses, hydraulisch glattes Gerinne im Verbindungsbereich

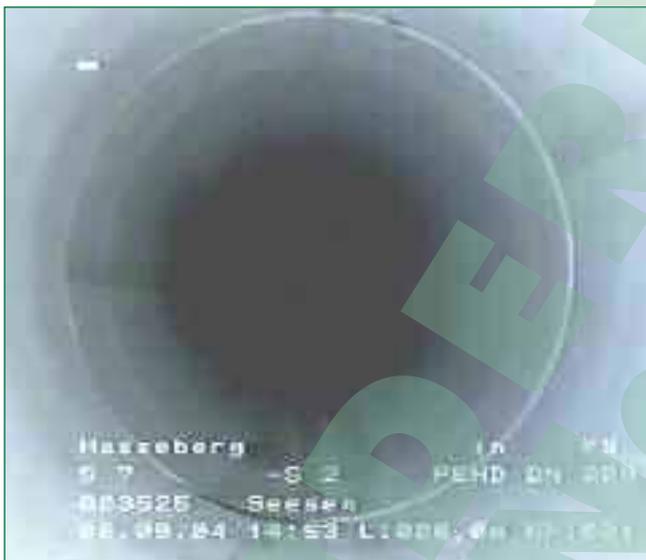


Bild 3: Praxis: Kamerainspektion des Kanals, Rohrverbindung

- ▶ Die eigentlich als „Störgröße“ auffällige Rohrverbindung übertrifft bei der Heizwendelschweißverbindung die Festigkeit des Rohres. Praktisch bedeutet das:
 - Die Verbindungsstelle der Schweißmuffe weist eine deutlich höhere Ringsteifigkeit als das Rohr auf, da die Rohrwanddicke im kritischen Verbindungsbereich quasi verdoppelt wird. Dennoch erfolgt bei entsprechender Kräfteinleitung eine gleichmäßige Verformung der Verbindung.
 - Die Verbindung ist zugfest, in der Regel sogar ausreißsicher. Die mechanische Belastbarkeit der Heizwendelschweißverbindung ist oft höher als die des Rohres.
 - Die Schweißverbindung ist resistent gegenüber Wurzeleinwuchs. Die Mechanismen des Wurzeleinwuchses be-

ruhen nach neuen Erkenntnissen auch bei dichten Rohrverbindungen nicht auf dem Vorhandensein von Wasser in der Rohrleitung, sondern auf der im Bereich der Rohrbettung bevorzugten Wuchsrichtung der Wurzel. Die Sandbettung bietet dem Wurzelwachstum geringeren Widerstand als der gewachsene Boden [2]. Dem Rohr folgend stößt der Trieb früher oder später auf eine Muffe. Bei Heizwendelschweißverbindungen haben Wurzeln auch im Bereich der Verbindungsstelle keine weitere Wachstumsmöglichkeit und der Trieb geht auf Grund des Nährstoffmangels ein.

Das Heizwendelschweißverfahren

Axiale Rohrverbindungen werden bei Druckleitungen in der Versorgung mit einem maximalen Betriebsdruck von 16 (25) bar durch Heizwendelschweißmuffen ab d 20 mm bis momentan d 710 mm durchgeführt. In der Entsorgung gibt es ein auf die spezifischen Anforderungen abgestimmtes System von Formstücken im Abmessungsbereich d 110 bis zur Zeit d 560. Diese Bauteile eignen sich für drucklos betriebene Freispiegelkanäle aus PE-HD ebenso wie für Abwasserdruckleitungen bis zu einem maximalen Systemdruck von 10 bar.



Bild 4: PE-Rohr, Verbindungstechnik: Heizwendelschweißen Muffe und Schweißgerät

Durch Sattelformteile werden im gleichen Verfahren einfach und wirtschaftlich Abzweige aufgeschweißt. Der schweißbare Abwassersattel mit integrierter Abgangsmuffe ermöglicht den Anschluss der PE-Hausabflussleitung in der Dimension d 160/DN 150. Neben der Verlegung in Strecke ist das Heizwendelschweißverfahren für Reparaturen am Leitungsnetz und bei Arbeiten unter beengten Platzverhältnissen, z.B. bei kleinen Baugruben oder Trassenkreuzungen, ein sehr gut handhabbares Verfahren.

Funktionsprinzip

Die Verbindungsflächen – die Rohraußenfläche und die Innenseite der Muffe – werden mittels im Fitting integrierter Heizdrähte durch die Beaufschlagung mit elektrischem Strom auf Schweißtemperatur erwärmt. Dabei wird von beiden Bauteilen Schmelze aufgebracht. Nach der Abkühlung kommt es zu einer unlöslichen, homogenen Verbindung. Die entscheidenden Parameter für die Schweißung sind Schmelztemperatur und Schweißzeit sowie Schmelzedruck.

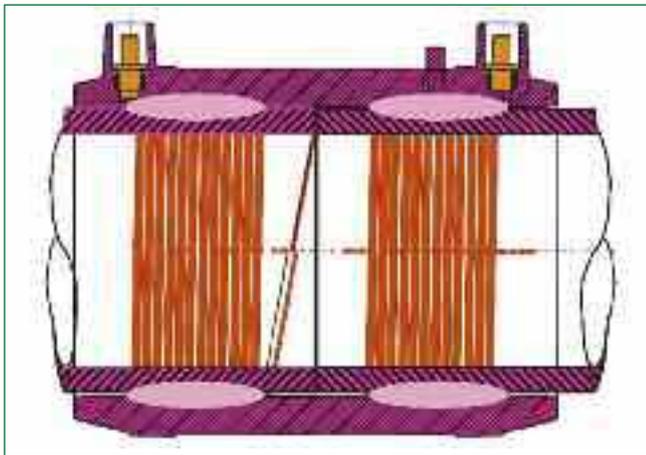


Bild 5: Prinzip der Heizwendelschweißtechnik

Die Parameter „Temperatur“ und „Zeit“ werden über einen am Bauteil befestigten Barcode eingelesen und automatisch vom Schweißgerät eingestellt. Der erforderliche Schweißdruck resultiert aus der Volumenvergrößerung des erwärmten Polyethylens in Schmelze.

Eine optimale Wärmeübertragung wird durch die freiliegenden Heizwendeln [3] erreicht. Die Energie wird in Folge von Konvektion und Wärmestrahlung direkt auf die Rohroberfläche übertragen.

Gerätetechnik

Während der Lagerung bildet sich auf den Rohroberflächen eine Oxidhaut, die vor jeder Schweißung sorgfältig vom Rohr entfernt werden muss. Hierfür werden mechanische Schälgeräte empfohlen, die eine reproduzierbare Qualität in der Fügeebene gewährleisten.

Die Verarbeitung von Heizwendelschweiß fittings erfolgt durch automatische Schweißgeräte (Bild 4), die die bauteilspezifischen Schweißparameter über einen Barcode erfassen und die erforderliche spezifische Energie zuführt. Klimatische Um-



Bild 6: Vorbereitung der Fügeflächen, Schälen der Rohroberfläche zur Entfernung der Oxidhaut

gebungseinflüsse werden selbstständig berücksichtigt. Der Schweißprozess wird beim Einlesen von Barcodes andersartiger Fittings nach der geräteinternen Prüfung des Wicklungs-widerstandes nicht freigegeben. Ferner kann der Schweißcomputer neben den Prozessdaten, z.B. auch Kommissionsnummer und Baustellenadresse erfassen, die dann später ausgelesen und verarbeitet werden können.

Das PE-Kanalrohrsystem

In der Regel wird das PE-Kanalrohr in der Dimensionierung SDR 17,6 ausgelegt und erfüllt mit dieser gewählten Wanddicke die statischen Anforderungen. Bei geringeren Belastungen ist auch der Einsatz von dünnwandigen Rohren SDR 33 möglich, bei hohen Anforderungen das dickwandige Rohr SDR 11 und kleiner. Für ein PE-System sind neben dem Rohr geeignete Ver- und Anbindungsformstücke erforderlich, z.B. für Betonschächte, Hausanschlüsse sowie für Rohre aus anderen Werkstoffen. Grundsätzlich sollten die Rohre entsprechend den Herstellerangaben so gelagert werden, dass keine Verformung eintritt.



Die CHEMSON-Gruppe ist mit Produktions- und Vertriebsstandorten auf fünf Kontinenten heute einer der weltweit führenden Hersteller von PVC-Additiven.

Chemson Polymer Additive AG - Industriestrasse 19 - A 9601 Arnoldstein
Tel.: +43 4255 2226 - Email: sales@chemson.com - <http://www.chemson.com>



Chemson
Group

>> more than additives

Durch die homogene, längskraftschlüssige und dauerhaft dichte Verbindung kann das Abwassersystem auch als PE-Einrohrsystem in Wassergewinnungsgebieten (Schutzzone II) eingesetzt werden. Ebenso ermöglicht die hohe Elastizität des Werkstoffes, zusammen mit der längskraftschlüssigen Heizwendelschweißverbindung die Verwendung in Erdsenkungsgebieten.

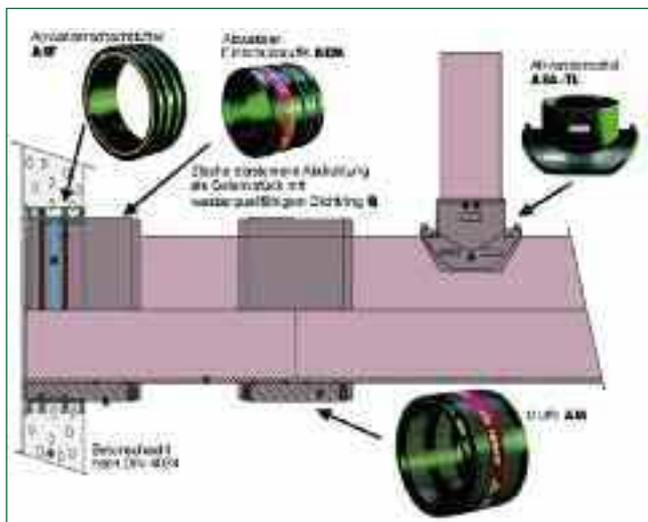


Bild 7: Das FRIAFIT®-Abwassersystem für Rohre aus PE-HD

Schachtanbindung

Für die Anbindung der Freispiegelleitung an den Betonschacht (Bild 8a, 8b) gibt es eine spezielle Kombination aus Abwasserschachtfutter ASF und Abwassereinschubmuffe AEM. Um den Anforderungen beim Anschluss an den Betonschacht gerecht zu werden, wird an diesem Punkt bewusst auf die konsequente Schweißung des Systems verzichtet. Zugspannungen sollen nicht auf das Betonbauwerk wirken. Die spezifischen Belastungen gerade im Bereich des Schachtes, wie Setzungen aber auch Längen-/Durchmesseränderungen des PE-Rohres durch Temperaturunterschiede, erfordern zum einen die gelenkige Ausführung des Anschlusses, zum anderen an dieser Stelle gerade keine Längskraftschlüssigkeit. Die Steckverbindung lässt genügend Spielraum, um die wirkenden Belastungen durch Bewegungstoleranz fernzuhalten. Die dreifache Dichtsystematik bietet ausreichend Sicherheit.

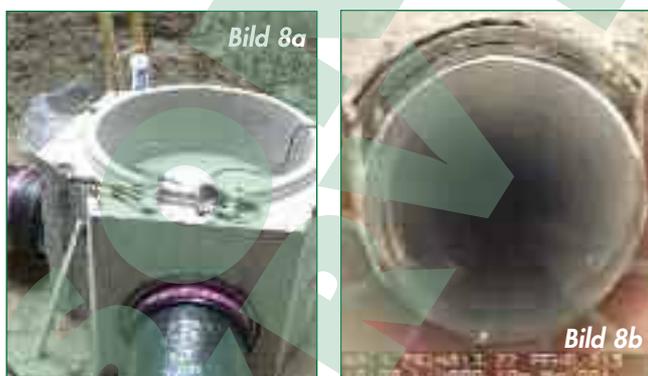


Bild 8a: Anbindung von PE-Rohren an einen Betonschacht mit Abwasserschachtfutter und Abwassereinschubmuffe
Bild 8b: Kamerainspektion des Schachtanschlusses vom geklinkerten Gerinne/PE-Rohr

Schachtfutter

Das Schachtfutter ASF (Bild 9a) aus PE-HD ist konstruktiv mit einer hohen Ringsteifigkeit ausgelegt und wird durch die Außenprofilierung sicher im Betonschacht verankert. Rohrspannungen und Belastungen durch Schachtsetzungserscheinungen können durch die elastische Abwinkelung des Innenrings kompensiert werden, ohne Dichtigkeit oder Funktion zu gefährden. Auch ist das Bauteil in dieser Konstruktion so gestaltet, dass Spannungen durch thermische Ausdehnung flexibel abgebaut und damit vom Betonring abgehalten werden. In der Regel wird das Abwasserschachtfutter vom Betonwerk bei der Herstellung mit einbetoniert, kann aber auch auf der Baustelle eingesetzt werden. Um Sohlgleichheit im Gerinne zu erreichen, ist es wichtig, dass bei der Gerinneauslegung des Schachtunterteils die Rohrwanddicke des gewählten PE-Rohres sowie die Wanddicke der Abwassereinschubmuffe berücksichtigt werden.

Abwassereinschubmuffe

Die Abwassereinschubmuffe AEM (Bild 9a) ist die sinnvolle Ergänzung zum Abwasserschachtfutter ASF. Die Verbindung zum PE-Kanalrohr wird, analog zur Muffe AM, im Heizwendelschweißverfahren homogen und dauerhaft dicht ausgeführt.



Bild 9a: Abwasserschachtfutter ASF und Abwassereinschubmuffe AEM



Bild 9b: Schnittstelle ASF-Schachtfutter/Beton. Das Bild zeigt die Verkragung der T-Stege am Futter im Betonschacht und die elastomere Zwischenschicht, die die Flexibilität der Schnittstelle gewährleistet

Die Montage in das Schachtfutter erfolgt auf der Gegenseite der AEM durch Einschieben. Für die Abdichtung sorgen zwei elastomere Dichtringe. Zusätzliche Sicherheit bietet ein dritter, wasserquellfähiger Dichtring: Durch Wasserkontakt kann sich das Volumen des Sonderdichtrings um das bis zu Zehnfache vergrößern und schottet damit sicher den Schachtschluss zum umgebenden Erdreich ab.

Hausanschluss

Der Abwassersattel ASA-TL ermöglicht den Anschluss der PE-Hausabflussleitung d 160/DN 150 an den PE-Kanal in den Dimensionen d 200 bis d 560. Die Verbindung erfolgt jeweils – für Sattel und Hausanschluss – im Heizwendelschweißverfahren. Der Hausanschlussstutzen ist bereits als Heizwendelschweißmuffe ausgeführt und ermöglicht so die direkte Einbindung ohne störenden Versatz oder Abflusshindernisse. Ein Trennen der Rohrleitung bei nachträglichen An-



Bild 10: Schnittmodell der Hausanschlussschweißung Sattel-Rohr und Abgang-Hausanschluss



Bild 11: Kanalinspektion mittels Kamerabefahrung: Einblick in den ASA-Hausanschluss

schlüssen oder auch bei Sanierungsverfahren, z.B. Berstlining ist nicht mehr erforderlich.

Bild 10 zeigt eine Schnittdarstellung durch die Schweißverbindungen des ASA zum Rohr und zum Hausanschluss. Die Montage des Abwassersattels wird durch ein kombiniertes Spann- und Anbohrgerät durchgeführt. Das System ist so konzipiert, dass nach der Anbohrung kein Absatz oder Hindernis den freien Querschnitt DN 150 im Abflussbereich behindert.

Formteilprogramm

Das PE-Abwassersystem wird ergänzt durch ein sinnvolles Formteilprogramm:



MAINCOR
Abwassertechnik

Mit uns liegen Sie richtig!

Verlegekissen und Rohrsysteme von Maincor

Ein unschlagbares Team. Neugierig?
Rufen Sie uns an!

MAINCOR
Abwassertechnik

Maincor Anger GmbH, Brassertstraße 251, 45768 Marl/Germany
Tel.: +49 (0) 2365 696-495, Fax: +49 (0) 2365 696-102
info@maincor-anger.de, www.maincor-anger.de

- ▶ Bogen in 30, 45, 60 und 90°
- ▶ Abzweige mit gleichem oder reduziertem Abgang in 45° und 60°
- ▶ exzentrische Reduzierungen
- ▶ Werkstoffübergang.

Der Anschlussstutzen UKG (Bild 12) ermöglicht den Übergang auf Hausanschlussrohre aus z.B. PVC oder PP. Der Rohrstutzen des UKG wird dabei in die Abgangsmuffe des Abwassersattels ASA geschweißt. Die Steckmuffe des UKG dichtet mit einem Lippendichtring ab, wobei das eingeschobene Rohr mit dem integrierten Klemm- und Zentrier링 lagefixiert wird. Die gleichmäßige Verpressung des Dichtelements wird dadurch gewährleistet und zusätzlich die Auszugskraft erhöht. Die Verbindung erfolgt sohlengleich, ohne störenden Versatz.

Auf Grund des erheblichen Wanddickensprungs zwischen Steinzeug- und PE-Rohr wurde speziell für diesen Werkstoffübergang ein neues Formstück (Bild 13) entwickelt. Hierdurch ist ein direkter Anschluss ohne weitere Formstücke möglich.



Bild 12: Übergangsstück PE/PVC-PP UKG



Bild 13: Übergangsstück PE/Steinzeug USTZ

Fazit

Der Einsatz von Polyethylen im Rohrleitungsbau bewährt sich bereits seit fünf Jahrzehnten in den Druckrohrsystemen der Gas- und Wasserversorgung. Auf Grund der Vorteile, die PE-Rohre bei der Verlegung, im Betrieb und auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bieten, ersetzen sie in zunehmendem Maße auch im Abwassersektor die konventionellen Rohrwerkstoffe. PE-Rohrsysteme für Entsorgungsleitungen bieten eine intelligente Antwort auf die dringenden Fragen zur geforderten Schadensbehebung im Kanal und vor allem zur zukünftigen Schadensvermeidung.

Heizwendelschweißverbindungen entsprechen dem Stand der Technik im PE-Rohrleitungsbau. Verfahren und Bauteile haben sich in der Praxis bewährt und konnten sich auf Grund der Sicherheit, die eine homogene Materialverbindung bietet, der einfachen Handhabung sowie der Verarbeitung durchsetzen.

Ein breites Formteilsortiment bietet dem Anwender Problemlösungen für nahezu jeden Bedarf und alle in der Praxis vorkommenden Einbausituationen. Der Abwassersattel für den Hausanschluss ermöglicht die konsequente Umsetzung eines rundum homogenen und geschweißten Entsorgungsnetzes. ■

Ein breites Formteilsortiment bietet dem Anwender Problemlösungen für nahezu jeden Bedarf und alle in der Praxis vorkommenden Einbausituationen. Der Abwassersattel für den Hausanschluss ermöglicht die konsequente Umsetzung eines rundum homogenen und geschweißten Entsorgungsnetzes. ■

Quellen

- [1] Die deutsche Kunststoffrohr-Industrie: Entwicklungen, Perspektiven und europäische Herausforderungen, Dr. Elmar Löckenhoff, KRV, Mai 2001
- [2] „Kanal voll: Wenn Bäume in Rohren Wurzeln schlagen“, Prof. Dr. Stützel, Fakultät f. Biologie – Ruhr-Uni Bochum, Dr. Bosseler, IKT, RUBIN 1/03
- [3] „Verbindungstechnik für PE-Rohre“, Konstruktive Merkmale für eine höhere Verarbeitungssicherheit von Heizwendelschweißformstücken, Dipl.-Ing. Robert Eckert, 3R international, März/April 2003, Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Literaturhinweise

- „Gehört dem Kunststoff die Zukunft?“ – Rohrmaterialien im Vergleich, Interview mit Dipl.-Ing. Manfred Fiedler, wwt, 10-11/2003
- FRIAFIT-Abwassersystem für Freispiegelleitungen: Die sichere Verbindungstechnik für Schmutz- und Mischwasserrohrleitungen aus PE-HD, Montageanleitung
- Rohrsysteme aus PE 100 / Heiner Brömstrup (Hrsg.) – Essen: Vulkan Verlag, 2.Aufl. 2004
- Kunststoffrohrsysteme in der Abwassertechnik, Kunststoffrohrverband e.V. Bonn (Hrsg.) – Essen: Vulkan-Verlag, 2003

Wo Sie uns treffen!

Persönliche Kontakte sind durch nichts zu ersetzen:

Besuchen Sie den KRV auf seinem Ausstellungsstand u.a. bei folgenden Gelegenheiten:

- ▶ 10. Oktober 2006 Frankfurt/M.: KRV-Seminar „Kunststoffrohre in der Industrie“ (siehe Seite 8)
- ▶ 25./26. Oktober 2006: Kunststoffrohrtagung in Würzburg (siehe Seite 46)
- ▶ 24./27. Oktober 2006: Entsorga-Enteco, Köln

