

Innovative Verbindungstechnik für PE-Rohre in der Abwasserableitung



Rohrwerkstoffe ■ PE-Rohre werden aufgrund ihrer vielfältigen Vorteile nicht nur in der Druckentwässerung, sondern auch im Bereich der Kanalisation eingesetzt. Eine homogene Materialverbindung durch Heizwendelschweißen bietet höchste 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 Klassifizierung der Schadensbilder vorzunehmen sowie vor allem durch die kostenintensive Pflicht zur Instandsetzung ist der Zustand unseres Kanalnetzes inzwischen gut bekannt. Undichte Kanäle und Abwasserleitungen stellen bei Abwasseraustritt eine potenzielle Gefährdung des Grundwassers dar oder führen bei Infiltration zu einer Überlastung der Kläranlagen. Für den Kanal bedeutet dies Einschwemmungen und Wurzeleinwuchs, gleichzeitig Hinteraspülungen im Bettungsbereich und in Folge dessen eine stetig wachsende Schädigung der Rohrleitung. Als häufigste Schäden an Kanalleitungen aus konventionellen, spröden Rohrwerkstoffen werden Risse, Scherbenbildung bis zum Einsturz des Kanals und Korrosion sowie undichte Muffenverbindungen und Muffenversatz erfasst.

Die in erster Linie mechanischen Versagensursachen – bedingt durch Spröbruch bei Punkt- oder Linienlasten – können bei so genannten „biegeweichen“ Rohren, z. B. aus Polyethylen, nicht auftreten. Durch die Flexibilität des Werkstoffes sind selbst größere Ver-

formungen des Durchmessers laut statischer Berechnung nach ATV-A127 zulässig. Aufgrund der Bodenmechanik führt der so genannte Tunneleffekt zu einer Eigenstabilisierung des Erdreichs. Die Setzungserscheinungen sind in der Regel zum größten Teil nach etwa ei-



Abb. 1 ■ PE-Rohr Verbindungstechnik: Heizwendelschweißen

nem 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 hauptsächlich Rohre aus PVC (Polyvinylchlorid), PP (Polypropylen) und PE (Poly-

ethylen) eingesetzt. Zur Gewichtsersparnis oder gezielten Optimierung bestimmter Eigenschaften werden zum Teil Rohre mit profilierter Wand (Abb. 1) oder Mehrschichtrohre angeboten. In der Regel werden Rohre aus PVC und PP mittels elastomergedichteten Steckmuffen verbunden. Über diese konventionelle Verbindungstechnik hinaus bietet der Werkstoff Polyethylen durch seine Schweißbarkeit die Möglichkeit einer materialhomogenen Verbindung ohne zusätzliche Dichtwerkstoffe als Basis zum Einsatz eines dauerhaft dichten und langlebigen Kanalrohrsystems.

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Kunststoffrohrproduktion nach Anwendungsgebieten. Der Anteil von Kunststoffrohrsystemen in der Abwasserentsorgung ist im Ausland bereits deutlich höher. Ein Umdenken bei den Entscheidern der Abwasserbetriebe zu Gunsten des Einsatzes von Kunststoffrohrsystemen greift erst langsam. Die Schuldenlast und der Kostendruck 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]).

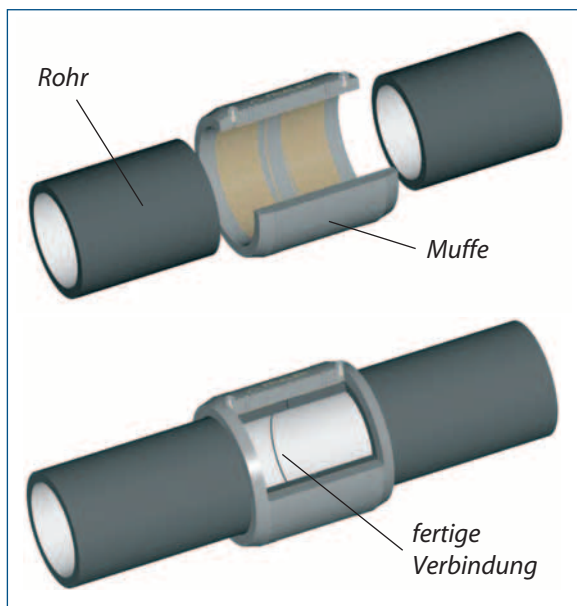


Abb. 2 ■ Prinzip der Heizwendelschweißtechnik

Der Werkstoff Polyethylen

PE 80 wird bereits seit rund 30 Jahren in der Gasversorgung eingesetzt. Mit dem Polyethylen der dritten Generation – PE 100 –, das seit etwa 12 Jahren auf dem Markt ist, stieg infolge der höheren mechanischen Beanspruchbarkeit und Festigkeit die Akzeptanz dieses Werkstoffes in der Wasserversorgung. Vor allem im Bereich der Druckentwässerung und zunehmend in der Kanalisation sind PE80- und PE100-Rohre seit Jahren flächendeckend im Einsatz.

Rohre aus Polyethylen sind korrosionsunempfindlich, haben eine hohe chemische Beständigkeit und sind extrem abriebsfest. Die spezifischen Materialei-



Abb. 3 ■ Die Entfernung der lagerungsbedingten Oxidhaut am Rohr zum Beispiel durch Schälgeräte ist vor jedem Schweißvorgang erforderlich.

enschaften von Rohren aus Polyethylen ermöglichen eine Vielzahl von Einsatzbereichen. Vor allem die Verlegefreundlichkeit, die hohe Lebenserwartung und damit verbunden die Wirtschaftlichkeit von PE-Rohrleitungen bewirkte, dass der breite Einsatz des Werkstoffes im Leitungsbau für eine Vielzahl von Anwendungen erfolgte. Neben der konventionellen Verletechnik mit offenem Graben wurde speziell durch Polyethylenrohre die Entwicklung völlig neuartiger Verlegeverfahren möglich, z.B.

Berstlining, Einpflügen oder Horizontalspülbohren.

Verbindungstechnik

Zu einem modernen Abwassersystem gehört neben der Wahl des Rohrwerkstoffes in ganz besonderem Maße die Wahl der geeigneten Verbindungstechnik. Thermoplastische Werkstoffe, besonders Polyethylen und Polypropylen, neigen unter Spannungseinfluss zum Fließen. Eine dauerhafte Krafteinwirkung, wie sie z.B. durch die Verpressung eines Dichtelements in einer Steckmuffenverbindung auftritt, kann durch das Fließverhalten des Werkstoffes die Dichtringverpressung reduzieren und damit die Systemdichtheit gefährden. Problematisch für die Dichtheit der Verbindung kann auch die unterschiedliche statische Verformung von Muffe und Spitzende sein. Aus diesen Gründen hat sich im Leitungsbau vor allem die relativ einfach herzustellende Schweißverbindung mit PE-Rohren durchgesetzt, ganz besonders wegen der hohen Sicherheit aufgrund einer homogenen Materialverbindung.

In der Regel gilt die Verbindungsstelle als „Schwachstelle“ eines Rohrsystems. Der Einsatz der Heizwendelschweißtechnik führt im Muffenbereich jedoch zu einer im Vergleich zum Rohr größeren Stabilität. Aufgrund der homogenen Materialverbindung zwischen Fitting und Rohr erhöhen sich die Ringsteifigkeit sowie die Zug- und

Druckfestigkeit. Unterschiedliche Verformungen im Verbindungsbereich werden durch die Elastizität des Werkstoffes kompensiert, so dass auch bei erhöhten Anforderungen dauerhaft die Dichtheit und Sicherheit gewährleistet sind. Elastomere Dichtelemente sind nicht notwendig.

Heizwendelschweißverfahren

Axiale Rohrverbindungen werden bei Druckleitungen in der Versorgung mit einem maximalen Betriebsdruck von 16 bar durch Heizwendelschweißmuffen ab d 20 mm bis momentan d 710 mm durchgeführt. In der Entsorgung gibt es auf die spezifischen Anforderungen abgestimmte Systeme mit Heizwendelmuffen im Abmessungsbereich d 110 bis zur Zeit d 500. Diese Bauteile eignen sich für drucklos betriebene Freispiegelkanäle aus PE-HD ebenso wie für Abwasserdruckleitungen bis zu einem maximalen Systemdruck von 10 bar. Da im Verbindungsbereich von Heizwendelschweißfittings keine Absätze oder Abflusshindernisse entstehen, wird weder die hydraulische Leistung des Rohrsystems reduziert, noch besteht die Gefahr von zugesetzten oder verstopften Leitungen. Durch Sattelformteile werden im gleichen Verfahren einfach und wirtschaftlich Abzweige

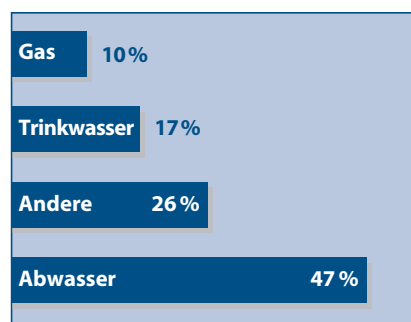


Tabelle 1 ■ Verteilung der Kunststoffrohrproduktion 1999 nach Anwendungsbereichen

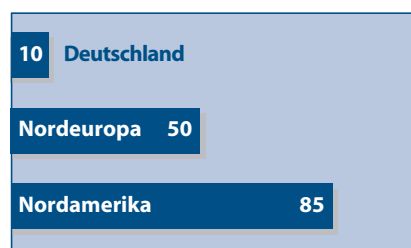


Tabelle 2 ■ Kilometeranteil von Kunststoffrohren beim Neubau in der öffentlichen Abwasserentsorgung

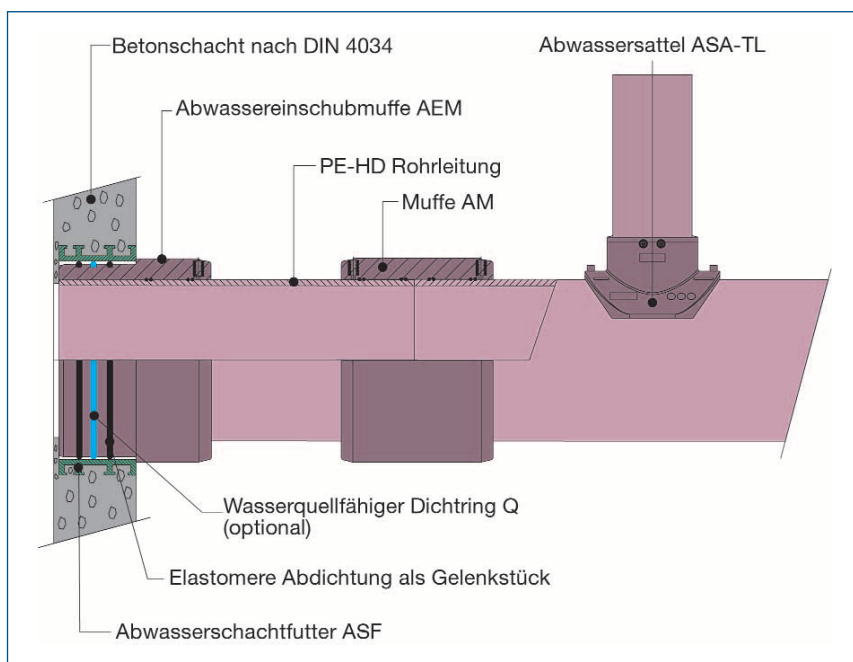


Abb. 4 ■ FRIAFIT® Abwassersystem für Rohre aus PE-HD

aufgeschweißt. Der schweißbare Abwassersattel mit integrierter Abgangsmuffe ermöglicht den Anschluss der PE-Hausabflussleitung in der Dimension d160/DN150. 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 äußerst gut zu handhabendes Verfahren.

Funktionsprinzip

Die Verbindungsflächen – die Rohraußenfläche und die Innenseite der Muffe – werden mittels im Fitting integrierter Widerstandsdrähte durch die Beaufschlagung mit elektrischem Strom auf Schweißtemperatur erwärmt (Abb. 2). Dabei wird von beiden Bauteilen Schmelze aufgebracht. Nach der Abkühlung kommt es zu einer unlösbaren, homogenen Verbindung. Die entscheidenden Parameter für die Schweißung sind Schmelzetemperatur und Schweißzeit sowie Schmelzedruck.

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 erreicht. Die Energie wird infolge von Konvektion und Wärmestrahlung direkt auf die Rohroberfläche übertragen.

Gerätetechnik

Zum Abarbeiten der Oxidhaut (Abb. 3), die sich während der Lagerung durch Sonneneinstrahlung auf der Rohroberfläche bildet, werden mechanische Schälgeräte empfohlen, die eine reproduzierbare Qualität in der Fügeebene gewährleisten. Diese Oxidhaut muss vor jeder Schweißung sorgfältig vom Rohr entfernt werden, da sie sonst eine homogene Verbindung der Materialien verhindert.

Die Verarbeitung von Heizwendelschweiß fittings erfolgt durch automatische Schweißgeräte, welche die bauteilspezifischen Schweißparameter über einen Barcode erfassen und die erforderliche spezifische Energie zuführt. Heizwendelschweißgeräte arbeiten mit Kleinspannung von maximal 48 Volt. Durch die im Barcode definierte und vom Schweißgerät umgesetzte Temperaturkompensation werden klimatische Umgebungseinflüsse selbstständig berücksichtigt. Der Schweißprozess wird beim Einlesen von Barcodes andersartiger Fittings nach der geräteinternen Prüfung des Wicklungswiderstandes nicht freigegeben. Ein versehentliches Schweißen mit abwei-

chenden Schweißparametern wird damit ausgeschlossen. Fehler, wie zum Beispiel Schweißabbruch durch Unterbrechung der Stromzufuhr oder vorzeitiges Abziehen der Schweißstecker, werden vom Gerät durch akustisches Signal gemeldet und über die Displayanzeige als Text angezeigt. Ein automatisch hinterlegtes Schweißprotokoll kann entsprechende Störungen angeben.

Für die Datenerfassung bieten die Schweißcomputer ferner die Möglichkeit, neben den Prozessdaten z. B. auch die Kommissionsnummer und Baustellenadresse zu erfassen. Die Daten können über eine parallele Schnittstelle ausgelesen und durch ein Datenbankprogramm benutzerfreundlich verarbeitet werden.

Abwassersystem für Rohre aus PE-HD

Das in Abbildung 4 dargestellte Abwassersystem besteht aus einer speziellen Einbindung an Betonschächte, der Heizwendelschweißmuffe, dem Hausanschlussaufschweißsattel sowie einer Vielzahl von Formstücken, z. B. Bögen und Reduzierungen sowie Übergangsstücke für Rohre aus anderen Werkstoffen. Für die Verarbeitung stehen neben dem Schweißgerät auch Schälgeräte, Rundungsschellen und weiteres Zubehör zur Verfügung.



Abb. 5 ■ Innovative Schachtanbindung

Für eine einfache Montage empfehlen sich Rohre mit eingeschränkter Durchmessertoleranz nach DIN 8074 bzw. DIN EN 13244-2. Die Rohre sollten entsprechend den Herstellerangaben so gelagert werden, dass keine Verformung eintritt.

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.

Heizwendelschweißmuffe

Die Heizwendelmuffe mit der unlösbar im Fitting verankerten Heizwendel ermöglicht die homogene Schweißverbindung zwischen Rohr und Muffe. Die im Strichcode hinterlegten Schweißparameter werden über einen Lesestift vom Schweißgerät erfasst. Nach dem Startbefehl verläuft der Schweißprozess vollautomatisch. Geschweißt werden können Rohre von d110 bis d500 (d710) in der Dimensionierung SDR 33 bis SDR 17. Durch die Verwendung als Überschiebmuffe eignet sich das Verfahren besonders für Einbindungsarbeiten oder Reparaturen am Kanal und Hausabflussrohr aus PE-HD.

Schachtanbindung

Für die Anbindung der Freispiegelleitung an den Betonschacht wurde eine spezielle Kombination aus Abwasserschachtfutter und Abwassereinschubmuffe entwickelt (Abb. 5).

Schachtfutter

Das Schachtfutter 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 die Dichtheit 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. Das Bauteil ist entsprechend den Abmessungen der Betonfertigteil-schächte dimensioniert. In der Regel wird das Abwasserschachtfutter vom Betonwerk bei der Herstellung mit einbetoniert, kann aber auch auf der Baustelle eingesetzt werden. Zur Gewährleistung der Sohlgleichheit im Gerinne ist es wichtig, bei der Gerinneauslegung des Schachtunterteils die Rohrwanddicke des zum Einsatz kommenden PE-Rohres sowie die Wand-

dicke der Abwassereinschubmuffe zu berücksichtigen.

Abwassereinschubmuffe

Die dargestellte Abwassereinschubmuffe (Abb. 6a) ist die sinnvolle Ergänzung zum Abwasserschachtfutter. Auf der einen Seite des Bauteils erfolgt die Verbindung zum PE-Kanalrohr – analog der Muffe – im Heizwendelschweißverfahren homogen und dauerhaft dicht. Die Montage in das Schachtfutter erfolgt durch Einschieben auf der Gegenseite der Abwasser-Einschubmuffe. Für die Abdichtung sorgen zwei elastomere Dichtringe. Beim Einsatz in Wasserschutz-zonen bringt ein zusätzlicher, wasserquellfähiger Dichtring ein Plus an Sicherheit: Durch Wasserkontakt kann sich das Volumen des Sonderdichtrings um das Zehnfache vergrößern und schottet damit sicher den Schachtanschluss zum umgebenden Erdreich ab. Der Fertigungsprozess der spanenden Bearbeitung auf der Drehbank führt zu einer optimalen, praktisch kreisrunden Dichtfläche. Eine gleichmäßige Belastung der O-Ringabdichtung und somit optimale Verpressung des Dichtelements im Einbauzustand werden dadurch gewährleistet. Um Schachtfutter und Betonbauteil frei von Zug- und Druckspannungen zu halten, ermöglicht die Abwassereinschubmuffe axiale Beweglichkeit des Rohrstrangs bei gleichzeitig gewährleisteter Dichtheit.

Hausanschlussattel

Der in Abbildung 7 aufgeführte FRIAFIT®-Abwassersattel stellt eine technisch intelligente und wirtschaftliche Lösung für die Einbindung von Hausanschlüssen an PE-Kanalleitungen dar. Der Systemgedanke des rundum dichten Systems durch homogene Materialverbindung wird dabei konsequent fortgeführt.

Dieser im Test des Instituts für unterirdische Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen, mit Bestnote ausgezeichnete FRIAFIT®-Abwassersattel ermöglicht den Anschluss der PE-Hausabflussleitung d160/DN150 an den PE-Kanal in den Dimensionen d200 bis d560. 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 Anschlüssen oder auch bei Sanierungsverfahren, z. B. Berstlining, ist nicht mehr erforderlich. Die Montage des Abwassersattels wird durch ein kombiniertes Spann- und Anbohrgerät durchgeführt. Das Werkzeug sorgt zunächst für das ordnungsgemäße Aufspannen des Sattels während der Schweißung. Nach Ablauf der Abkühlzeit erfolgt mit der Vorrichtung die Anbohrung der Kanalleitung

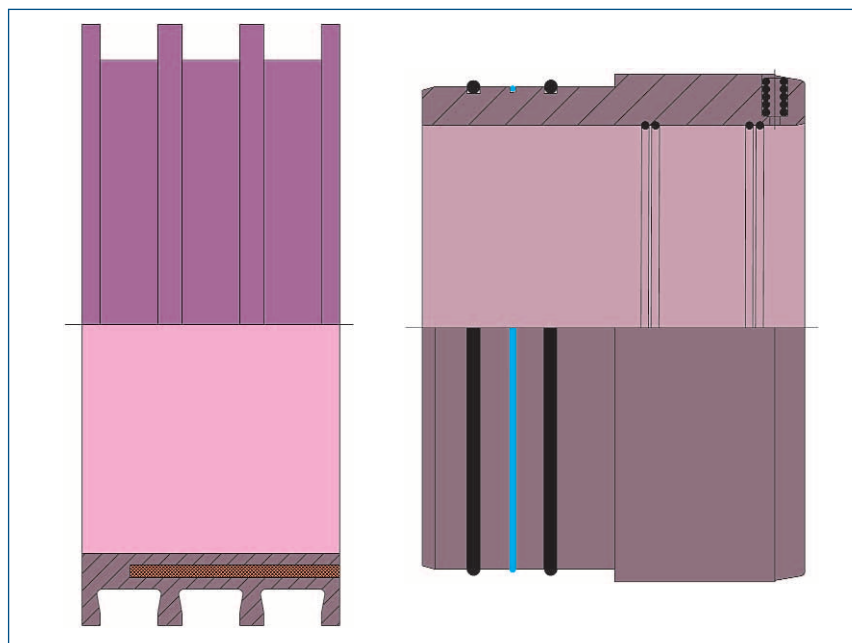


Abb. 6a ■ Abwasserschachtfutter (links) und Abwassereinschubmuffe (rechts)



Abb. 6b ■ Montage der Abwasser-einschubmuffe

unter Zuhilfenahme z. B. eines Akku-Schraubers. Das System ist so konzipiert, dass nach der Anbohrung kein Absatz oder Hindernis den freien Querschnitt DN 150 im Abflussbereich behindert.

Formteilprogramm

Ein Formteilprogramm kann das PE-Abwassersystem sinnvoll ergänzen durch:

- Bogen in 30°, 45°, 60° und 90°,
- Abzweige mit gleichem oder reduziertem Abgang in 45° und 60°,
- exzentrische Reduzierungen,
- Werkstoffübergang PE – Steinzeug/Beton/Guss/PVC und andere Rohrwerkstoffe.

Abwasserdruckleitungen

Zusätzliche Einsatzmöglichkeiten ergeben sich aufgrund der materialspezifischen Vorteile des PE-Werkstoffes, wie



Abb. 7 ■ Abwassersattel mit Aufspann- und Anbohrwerkzeug

die langjährige Anwendung beweist, auch im Bereich der Abwasserdruckleitungen.

Muffe

Die dargestellte Abwassermuffe in den Dimensionen d110 bis d500 eignet sich auch für den Einsatz bei Abwasserdruckleitungen in der Dimensionierung SDR 33 bis SDR 17 mit einem zulässigen Betriebsdruck bis 10 bar.

Stutzenschellen

Anschlüsse bis momentan d160 lassen sich an drucklosen Leitungen durch spezielle Stutzenschellen realisieren. Manche Firmen bieten hierfür speziell entwickeltes Anbohrwerkzeug an. Die Abwasserdruck-Hausanschlussleitung kann durch Standardfittings aus dem Formstückprogramm fortgeführt werden.

Anbohrkugelhahn

Der Anbohrkugelhahn ist ein werkseitig hergestelltes Kombinationsbauteil aus Stutzenschelle und Kugelhahn. Eine Abzweigung oder ein Hausanschluss lässt sich an die Abwasserdruckleitung unter vollem Betriebsdruck aufschweißen. Danach erfolgt die leckagefreie Anbohrung über das Absperrlement Kugelhahn mit Hilfe des entsprechenden Anbohr-Equipments. Durch ein Betätigungsgestänge kann der Kugelhahn von der Straßenkappe aus bedient werden.

Fazit

Der Einsatz von Polyethylen im Rohrleitungsbau bewährt sich in den Versorgungsbereichen bereits seit vier Jahrzehnten. Aufgrund der Vorteile, die PE-Rohre bei der Verlegung und im Betrieb bieten, ersetzen sie in zunehmendem Maße auch im Abwassersektor die konventionellen Rohrwerkstoffe.

Heizwendelschweißverbindungen entsprechen dem Stand der Technik im PE-Rohrleitungsbau. Verfahren und Bauteile haben sich in der Praxis bewährt und konnten

sich aufgrund 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. Sattelformteile, z. B. der Anbohrkugelhahn oder der Abwassersattel für den Anschluss von Hausabflussleitungen, führen zum homogenen Rohrnetz aus einem Werkstoff: Polyethylen.

Die Verfahrensschritte des Schweißprozesses sind weitgehend automatisiert. Schweißgeräte sind mit Fehlererkennung und Meldungssystemen, Dokumentations- und Protokollierungsfunktion, Benutzeridentifizierung und Sperrmöglichkeiten ausgestattet. Werkzeuge und Geräte, z. B. Schälgeräte, Rundungsschellen oder die Sattelaufspannvorrichtung, helfen dem Anwender, die Verbindungen mit gleichbleibend hoher Qualität und Sicherheit herzustellen. **LE**

Literatur

- [1] Die deutsche Kunststoffrohr-Industrie: Entwicklungen, Perspektiven und europäische Herausforderungen, Dr. Elmar Löckenhoff, KRV, Mai 2001
 „FRIAFIT-Abwassersystem für Freispiegelleitungen: Die sichere Verbindungstechnik für Schmutz- und Mischwasserrohrleitungen aus PE-HD, Montageanleitung
 Rohrsysteme aus PE100 / Heiner Brömstrup (Hrsg.), 2. Aufl., Essen 2004
 Kunststoffrohrsysteme in der Abwassertechnik, Kunststoffrohrverband e.V. Bonn (Hrsg.), Essen 2003

Alle Abbildungen: Friatec

Kontakt

Dipl.-Ing. Robert Eckert
 FRIATEC Aktiengesellschaft
 Steinzeugstraße 50
 D-68229 Mannheim
 Tel.: 0621 486-2214
 Fax: 0621 486-25-2214



E-Mail: robert.eckert@friatec.de
 Internet: www.friafit.de