

## Bewährte Technologie in neuer Dimension

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

### Einleitung

Seit 50 Jahren werden PE-Rohre mit sehr guten Erfahrungen eingesetzt. Heute ist Polyethylen ein etablierter Werkstoff für die Gas- und Wasserversorgung, in den Bereichen Abwasserentsorgung und Kanalisation sowie in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen. Auch in größeren Nennweiten ist das PE-Rohrleitungssystem längst Standard, sowohl bei Ausschreibungen als auch in den Leistungsverzeichnissen der Tiefbauunternehmen. Selbst Transportleitungen in DN 500 und größer werden routiniert verlegt. Bei großen Dimensionen ist als Verbindungstechnik neben dem Heizelementstumpfschweißen das Heizwendelschweißverfahren unverzichtbar. Besondere Vorteile bietet die Anbindungstechnik durch Stützenschellen und Anbohrung der Hauptleitung: Eine äußerst wirtschaftliche Alternative gegenüber der Einbindung von T-Stücken. Die Verbindung kann ausgesprochen rasch und ohne Beeinflussung des Leitungsbetriebs durchgeführt werden. Verfahrens- und anwendungstechnisches Know-how bei der Entwicklung ist nicht nur Grundlage für die sichere und zuverlässige Handhabung, sondern verbessert auch die Wirtschaftlichkeit – sowohl in der Bauphase als auch im Betrieb. So bietet die neue Vakuumaufspanntechnik für Sattelbauteile im Großrohrbereich eine überraschend simple Montage bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit.

### Anwendungsbereich von Heizwendelformstücken in der Großrohrtechnik

Besonders wichtig für den Praxiseinsatz ist eine Verbindungstechnik, die den an das Rohr gestellten hohen Erwartungen gerecht wird. Moderne Schweißverfahren nutzen die Möglichkeit einer optimalen, homogenen Werkstoffverbindung durch das Heizelementstumpf- und Heizwendelschweißen. So entsteht aus der Summe von Rohreinzellängen ein einziger, homogener Rohrstrang. Die Festigkeit der Verbindung beim Einsatz der Heizwendelschweißtechnik ist sogar in der Regel höher als die Festigkeit des Rohres. Dies bestätigen Berstdruck- oder Zugversuche eindrucksvoll.

Heizwendel-Formstücke werden bis d800 mm in Form von Muffen für axiale Verbindungen und Sattelbauteilen für Abzweige und Anbindungen eingesetzt. Durch die Wahl des Werkstoffes PE100 und entsprechende Auslegungen der Dimensionierung können z.T. zulässige Betriebsdrücke bis PN25 für Wasser [1] erreicht werden. Im Gasbereich ist der max. Betriebsdruck für PE100 momentan auf 10 bar (nach DIN EN1555, DVGW-Arbeitsblatt G472 [2]) begrenzt.

Einfache Handhabung, weites Verarbeitungsspektrum und eine zuverlässige und sichere Anwendung stehen im Mittelpunkt der Produktentwicklung.

### Konstruktive Auslegung des Formstücks: Maßgebende Kriterien für die Praxistauglichkeit

#### Konstruktionskriterien

Die konstruktive Auslegung von Heizwendelformstücken erfolgt nach folgenden Kriterien (Bild 1) auf Basis der Anforderungen nach DVGW GW335 [3]:

- ▶ solide Wanddicken zur Aufnahme der Innendruckbelastung
- ▶ lange Rohreinstecktiefen dienen der Rohrführung
- ▶ breite Schweißzonen für die dauerhafte Verbindung
- ▶ breite innere Kaltzone eliminieren den Effekt eingefallener Rohrenden
- ▶ freiliegende Heizwendeln für die optimale Wärmeübertragung
- ▶ Vorwärmtechnik für eine große Spaltüberbrückungskapazität
- ▶ Armierung des Außendurchmessers zur Verbesserung der Fügequalität (Bild 2)
- ▶ getrennte Schweißzonen für Flexibilität bei der Verlegung
- ▶ sicherer Schmelzedruckaufbau durch behinderte Dehnung und auch den
- ▶ abgestimmten Einsatz von Verlegehilfsmitteln und der Gerätetechnik.



Bild 1: Schnitt durch eine Schweißverbindung d710

Der wesentliche Parameter für die Schweißverbindung ist – neben Temperatur und Zeit – der während der Schweißung in der Schmelze wirkende Druck. Dieser Fügedruck wird beim Stumpfschweißprozess mechanisch über den Schlitten, in den die Rohre fest eingespannt werden müssen, durch in der Regel hydraulisch eingeleitete Kräfte aufgebracht [4]. Bei der Heizwendelschweißung dagegen wird die Volumenzunahme bei der Umwandlung des Aggregatzustandes von fest nach flüssig genutzt. Der Fügespalt wird von der entstehenden Schmelze gefüllt, der Fügedruck wird durch die weitere Volumenausdehnung aufgebaut. Die entstehenden Kräfte führen in Abhängigkeit von der Größe des Ringspalts zwischen Muffe und Rohr zu einer Ausdehnung des Muffendurchmessers.



Bild 2: Fitting-Außenarmierung behindert dessen Ausdehnung während der Schweißung

Wird die Ausdehnung zugelassen, reduziert sich der Schmelzedruck. Eine Außenarmierung (Bild 2) der Muffe behindert die Ausdehnung während des Schweißprozesses unter dem wirkenden Schmelzedruck. Die Drahtarmierung bleibt zunächst elastisch und wirkt der zunehmend steigenden Ausdehnung progressiv entgegen. Eine starre, unflexible Armierung könnte dagegen Schmelzeaustritt, also einen unzulässigen Druckabbau, provozieren. Der Effekt der Armierung lässt sich in der Praxis gut beobachten: Nach dem Abkühlen der Verbindung schrumpft die Muffe wieder, im Gegensatz

zur Drahtarmierung. Die Armierung hebt sich partiell von der Muffe ab und bietet damit ein erkennbares Zeichen dafür, dass die Armierung im Fügeprozess aktiv war und ein optimaler Schmelzedruck anstand. Typische Fehlerbilder bei Produkten im Großrohrbereich, bei deren Entwicklung dieser physikalische Effekt nicht berücksichtigt wurde, sind ausgeprägte Schrumpflunker in der Schweißzone.

**Praxisanforderungen kennen, Probleme lösen: Vorwärmtechnik**

Vermeidbare Probleme bei der Verarbeitung von Großrohren [5] sind in erster Linie zurückzuführen auf Formabweichungen: Ovalität und Abplattung am Außendurchmesser. Lagerungs- und Transporteinflüsse können diese Abweichungen von der ideal-runden Form des Rohres verursachen, vor allem im Hinblick auf das Eigengewicht oder Linienlasten als Auflagerreaktionen (Bild 3). Lässt sich die Unrundheit der Rohre nicht grundsätzlich vermeiden, muss der Fitting eine entsprechende Resistenz gegen Formabweichungen aufweisen. Für die Verbesserung des Passungsverhältnisses bei Muffenbauteilen wurde daher die Vorwärmtechnik [6] entwickelt.

Sowohl die Lagerung am Untergrund als auch die versetzte Anordnung der Rohrlagen im Holzrahmenverschlag können zu lokalen Abplattungen am Rohraußendurchmesser führen. Die Folge können beim Stumpfschweißverfahren unzulässiger Versatz, bzw. beim Heizwendelschweißverfahren zu große Abstände zwischen Muffe und Rohr sein. Ein großes

# KEINE ANGST VORM BOHREN!

Produkte, Beratung, Lösungen.



Als Marktführer für Rohre mit Schutzzeigenschaften beraten wir Sie bei der Planung und Durchführung von Rohrleitungsprojekten. Wir zeigen Ihnen die Potentiale für kosten-



günstiges Bauen: Verzicht auf Einsandung, Rohrbündel, Nutzung bestehender Trassen. Pflügen, Fräsen, Bersten und Bohren. Mehr unter [www.egeplast.de](http://www.egeplast.de)



egeplast

egeplast  
Warner Strömung  
GmbH & Co. KG  
Robert Bosch Straße 7  
48268 Greven, Germany

Tele: +49 2573 921310  
Fax: +49 2573 9710 110  
info@egeplast.de  
www.egeplast.de

Spaltmaß zwischen dem Rohr und der montierten Muffe – als Ringspalt oder auch in lokal begrenzten Bereichen – kann im Extremfall zu ungenügendem Schmelzedruckaufbau führen. Um diesen – in der Praxis kaum vollständig vermeidbaren – Abweichungen entgegenzuwirken, wird deren negativer Einfluss in der konstruktiven Auslegung der Muffe berücksichtigt: Durch eine der Schweißung vorgeschaltete Erwärmung der Fügezone unterhalb der Schmelztemperatur wird der Fügspalt reduziert (Bild 4).

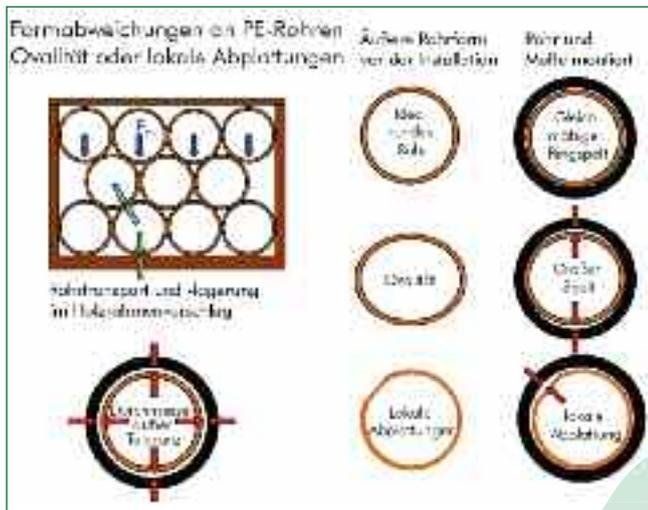


Bild 3: Prinzipielle Darstellung möglicher Verformungen der Rohrkontur und deren Auswirkungen

Ausgenutzt werden hierfür die spezifischen Materialeigenschaften des Werkstoffs Polyethylen:

- ▶ Die relativ große thermische Ausdehnung von PE führt zu einer Volumenzunahme, Rohr und Fitting wachsen sich entgegen, der Fügspalt wird reduziert.
- ▶ Spannungsabbau unter Wärmeeinfluss und Memory-Effekt: Eingefrorene Spannung (wie z.B. Ovalität in Folge der Lagerung) werden abgebaut, gleichzeitig „erinnert“ sich das Rohr an seine im Produktionsprozess nahezu ideale runde Kontur und versucht, diese wieder einzunehmen. Der Memory-Effekt von Kunststoffen ist bereits seit Jahrzehnten bekannt und wird in vielen Bereichen, z.B. der Medizintechnik, genutzt.
- ▶ Die in den Verbindungsbereich eingebrachte Wärme – unterhalb der Schmelztemperatur – erhöht vor dem Fügeprozess das energetische Niveau im Fügebereich und verbessert damit den Zustand für den nachfolgenden Schweißprozess.

## Hausanschlüsse und Abzweige

Im Top-Loading-Verfahren (Bild 5) lassen sich Sattelformteile auf Großrohre ab d250 bis d710 montieren und schweißen. Dadurch entfällt die bei Großrohren unhandliche Unterschelle. Durch die Flexibilität des Bauteils in den Sattelflanken und der pneumatisch unterstützten, federelastischen Aufspanntechnik kann mit einem einzigen Fitting der gesamte Dimensionbereich von d250 – d560 (d630) inklusive aller Zwischengrößen abgedeckt werden. Diese Technik ermöglicht die Erstellung von Hausanschlüssen und Abzweigleitungen unter Betriebsdruck und ohne Unterbrechung der Versorgung, z.B. mit einem Anbohrkugelhahn (Bild 6).

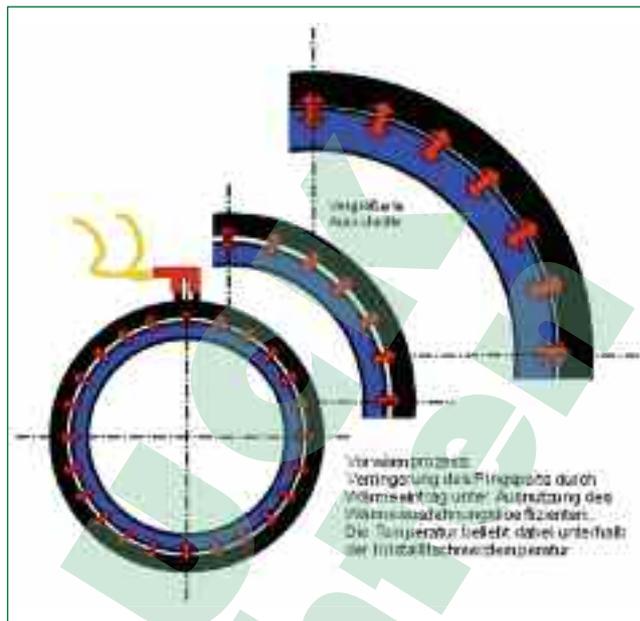


Bild 4: Funktionsprinzip der Vorwärmtechnik



Bild 5: Anschluss an eine Trinkwasserleitung d400 im Top-Loading-Verfahren



Bild 6: Anbohrkugelhahn Top-Loading: Kombination von Sattelformstück und Absperrarmatur für Rohre bis d560

## Herstellung von großen Abzweigen mit Stutzenschellen

### Stutzenschellen im Anwendungsbereich bis d225

#### Anwendung

Im Hinblick auf die Netzverdichtung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen gewinnt in zunehmendem Maße die „heiße Einbindung“ an Bedeutung, d.h. die Herstellung ei-

ner Abzweigung ohne Beeinträchtigung der Versorgung unter vollem Betriebsdruck des Systems [7]. Im Hausanschlussbereich ist dies seit langen Jahren Stand der Technik: In Abhängigkeit des verwendeten Produkts erfolgt die Verarbeitung (Schweißung und Anbohrung) von Druckanbohrarmaturen (DAA, Bild 5) und -ventilen (DAV), auch unter maximal zulässigem Betriebsdruck, d.h. theoretisch 10 bar für die Gas-, bzw. 16 bar für die Wasserversorgung ohne Medienaustritt. Der hier zur Verfügung stehende Anbohrdurchmesser ist für eine sichere Versorgung – auch für Mehrfamilienhäuser – ausgelegt. Durch Anbohrkugelhähne (AKHP, Bild 6) ließen sich bereits Abzweigungen in d90 unter gleichen Bedingungen mit einem maximalen Anbohrdurchmesser von 60 mm realisieren. Mit neuartigen Stutzenschellen sind Anbohrdurchmesser von bis zu 123 mm möglich. Vor allem in Verbindung mit einem Absperrlement können die o.g. Vorteile der Verarbeitung auch auf diese großen Dimensionen übertragen werden. Auf Basis des Systemgedankens – Formteile und Anbohrerquipment sind ideal aufeinander abgestimmt – wurde auf größtmögliche Flexibilität und Effektivität geachtet. Das Standardanbohrerquipment, das bei vielen Unternehmen zur Verfügung steht, kann mit minimalem Aufwand aufgerüstet werden. In der Wahl des Absperrlements und der Verbindung zum Stutzen stehen dem Anwender eine Vielzahl von handelsüblichen Alternativen zur Verfügung.

### Praxis der Einbindung an Versorgungsleitungen

Einen Leitungsabschnitt für Einbindungsarbeiten in Gas- und Wasserversorgungssystemen trennen zu müssen, ist immer mit großem Aufwand verbunden (Bild 7). Neben dem erheb-



Bild 8: Kostspielig! Einbindung eines Abzweigs in eine Gasleitung d500



Bild 9: Einbindungen von Armaturen u. Abzweigen in einem Gasleitungsnetz d400-d630 zur Befüllung des Gaskessels

## Concept-HL

### das Vollwand Abwassersystem

Ein klares Konzept für die  
Kanalsanierung und Neuverlegung

Vortriebsrohr für die  
grabenlose  
Kanalerneuerung mit:



- stoffschlüssiger  
Multi-Raster-Schweiß-  
verbindung MRS



- zugfester Multi-  
Rasterverbindung  
MRV



- innen und außen glatte  
Steckverbindung MV



Berstlining



Relining



TIP-Verfahren



Bohr-Press-Verfahren

Hochlast-Kanalrohr für die  
offene  
Bauweise mit:

- Verbindung mit  
aufgesteckter  
Muffe AM



- innen und außen glatte  
Steckverbindung AMV



- stoffschlüssiger Raster-  
Schweißverbindung ARS



extreme Verkehrslasten



Verlegung in Flüssigboden



niedrige Überdeckungen

\* Rohrwerkstoff nach DIN EN 1852-1

Karl-Scharfenberg-Straße 1  
38228 Salzgitter (Engerode)  
Tel.: 05341 / 7 99 - 0  
Fax: 05341 / 7 99 - 199

e-mail: info@schoengen.de  
http://www.schoengen.de



lichen Zeitbedarf zur Durchführung der Maßnahme schlagen hier vor allem der Umfang der Tiefbaumaßnahmen, das Wiederherstellen der Oberfläche, das erforderliche Absperrequipment sowie der Formteilbedarf für den ggf. erforderlichen Bypass zur Aufrechterhaltung der Versorgung und für die eigentliche Einbindung zu Buche.

Aber nicht nur der finanzielle Aspekt ist hier von Bedeutung: Ziel kundenorientierter Versorgungsunternehmen muss es sein, Beeinträchtigungen der Versorgung von Verbrauchern im privaten und industriellen Bereich auf ein Minimum zu reduzieren. Dieses Ziel wird mit der neuen Technik sehr komfortabel erreicht: Eine interessante Alternative gegenüber dem Trennen der Leitung, die sowohl zu einer erheblichen Verringerung der Installationskosten führt als auch die Versorgung des Abnehmers nicht beeinträchtigt, bieten PE-Sattelstützenschellen mit großen Abgangsdurchmessern. Die Verarbeitung erfolgt in der bewährten Heizwendelschweißtechnik.

**Wirtschaftlichkeit: Kostengegenüberstellung für die Einbindung einer Abzweigleitung an eine unter Betriebsdruck stehende Leitung in Abhängigkeit des Verfahrens**

Um die Kosten für die Einbindung zu ermitteln, wurden zwei renommierte Bauunternehmen befragt. Die Daten basieren auf Angaben aus dem Jahre 2001 und können abhängig von regionalen Gegebenheiten und Einbauort variieren. Die hier genannten Kosten dienen daher der Orientierung und setzen sich zusammen aus:

- ▶ Baustelleneinrichtung, Absperrung und Beleuchtung, Genehmigung, Oberflächenaufbruch, Aushub, Sandlieferung, Verbau, Wiederherstellung der Oberfläche
- ▶ Herstellen eines Rohrausschnitts: Aufschweißen von zwei Sperrblasenarmaturen SPA, Anbohren, Blasen setzen, Entlüften, Ableitung der statischen Aufladung, Heraustrennen des Rohrstücks, Einbau des T-Stücks, Druckprüfung, Spülen der Sperrstrecke, Ziehen der Sperrblasen und Verschließen des Armaturenstutzens

Alternativ, statt Einbindung eines T-Stückes:

- ▶ Herstellen des Abzweigs: Montage und Verschweißung der Stutzenschelle, Montage von Schieber oder Kugelhahn, Druckprüfung der montierten Teile, Montage/ Demontage des Anbohrgeräts, Anbohrung

Eine Gegenüberstellung der Gesamtkosten für eine Leitungseinbindung bei Einsatz eines T-Stückes, bzw. einer Stutzenschelle zeigt Bild 9.

Die Erstellung einer abzweigenden Leitung mittels Stutzenschelle halbiert die Kosten: Eine Unterbrechung der Versorgung ist nicht erforderlich, da die Leitung nicht für Einbindungsarbeiten getrennt werden muss. Vor der Anbohrung lässt sich der Abzweig inklusive der Sattelschweißung separat einer Druckprüfung unterziehen, auch unter den Maximalanforderungen des Regelwerks. Die Tiefbaumaßnahmen werden auf ein Minimum reduziert, die Anbohrung erfolgt mit meist bei Versorgungsunternehmen und Verlegern vorhandenem Equipment. Ein neu entwickelter Fräser erlaubt eine nahezu spanfreie Anbohrung.



Bild 9: Kostengegenüberstellung für Abzweig

**Stutzenschellen XL: High Volume Abzweige und Vakuumspanntechnik „Think big“: Problemlösung für große Dimensionen**

Mit der Neuentwicklung von Stutzenschellen SA-XL wurden sowohl hinsichtlich des Verfahrens als auch der Bauteilkonzeption völlig neue Wege beschritten. Die Stutzenschelle SA-XL ermöglicht die Anbindung von abzweigenden Leitungen an große Rohrdurchmesser im Bereich von d250 bis geplant d710. Als Abgangsdurchmesser wird zunächst d225/SDR11 umgesetzt. Der Anbohrdurchmesser ist nahezu rohrgleich mit dem Abgangsstutzen, so dass Druckverluste minimal bleiben. Sukzessive wird der Programmumfang um noch größere Dimensionen ergänzt. Für die Verbindungstechnik, das Heizwendelschweißen, verfügt das Bauteil über freiliegende Heizwendel im Sattelbereich, die zum einen eine direkte Wärmeübertragung auf das Rohr während des Schweißprozesses ermöglichen und damit für eine optimale Verbindungsgüte sorgen, zum anderen mit der großzügig bemessenen Schweißzonenbreite zusätzliche Reserven für eine sichere Verarbeitung bieten.

Die Verwendung eines konventionellen T-Stücks und die Einbindung mit Muffen, vor allem auch im Hinblick auf eine möglicherweise notwendige Unterbrechung der Versorgung, ist im Großrohrbereich extrem teuer, zeitaufwendig und umständlich (Bild 8). Mit dieser Problemlösung – Anbindung mittel Stutzenschelle – wird eine weitere Lücke geschlossen um auch für den wachsenden Bedarf im PE-Großrohrbereich dem Anwender adäquate Lösungen bieten zu können.

**Vakuumspanntechnik: Neue Wege für eine anwendungsfreundliche und zuverlässige Montage**

Einfache Montage, komfortable Handhabung und kurze Bearbeitungszeit sind die Ziele für eine optimierte Entwicklung von Formstücken im Hinblick auf eine baustellengerechte Aufspanntechnik von großen Sattelbauteilen: Die herkömmliche Unterschellenmontage für Sattelarmaturen erfordert einen rundum greifenden Zugang am Rohr. Durch die speziell für SA-XL entwickelte Aufspanntechnik wird nur der Zugang zur überdeckten Sattelfläche benötigt. Gerade bei Anbindungen

an bestehende Leitungen wird die Bettung der Leitungszone dadurch nur im unbedingt notwendigen Ausmaß gestört.

Die zur Schweißung und zum Aufbau des Fügedrucks erforderliche Aufspannkraft des Sattels wird durch Vakuum aufgebracht. Hierfür ist in der Sattelschale ein umlaufendes Dichtelement integriert. Der Abgangsrohrstutzen wird durch den Abschlusskörper, an dem sich auch die Druckanschlussleitungen befinden, verschlossen (Bild 10). Der zur Aufspannung der SA-XL erforderliche Unterdruck wird einfach durch eine Venturidüse mit Hilfe eines baustellüblichen Kompressors erzeugt. Alternativ kann mit einer Vakuumpumpe gearbeitet werden. Der Unterdruck führt zu einem passgenauen Aufspannen der Sattelschale auf dem Rohr und muss während der Schweißzeit aufrechterhalten bleiben.

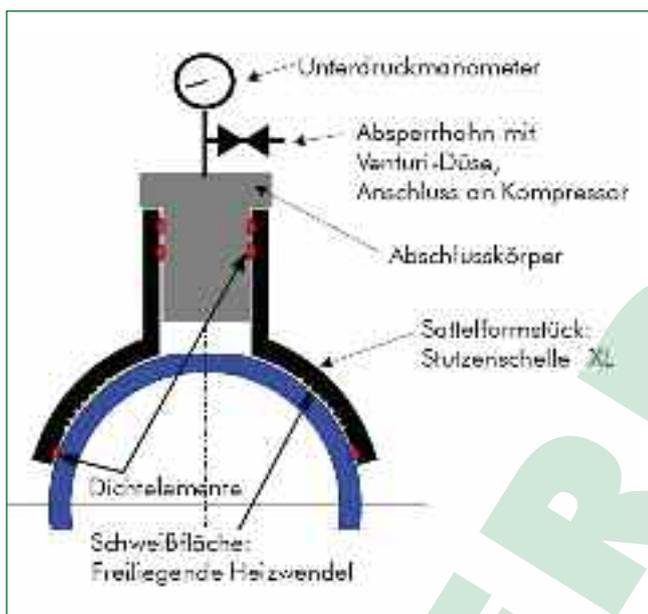


Bild 10: Prinzip der Stutzenschelle XL-Montage mit der Vakuumspanntechnik

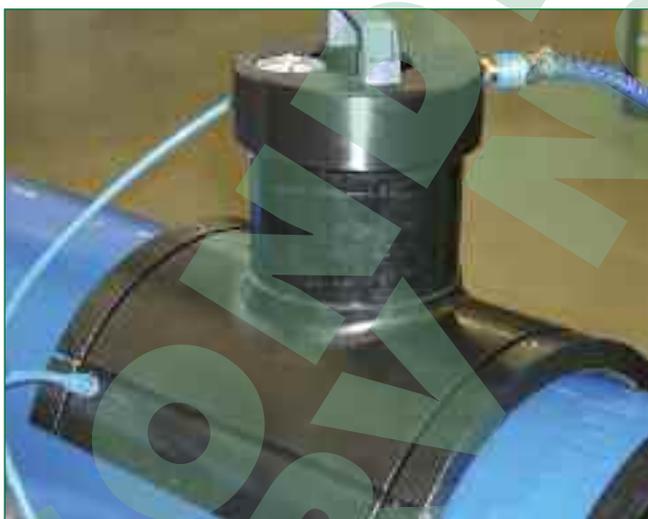


Bild 11: SA-XL während der Montage mittels Vakuumspanntechnik

Die Fixierung des Sattels kann an jeder beliebigen Position auf dem Rohr erfolgen. Für die Vakuumaufspanntechnik ist nur ein geringfügiger Aufwand an Zubehör erforderlich, vor allem jedoch werden der Platzbedarf im Rohrgraben und der

Zugang zum Rohr minimiert. Baustellenübliche Ovalitäten und Formabweichungen des Rohres können durch die Spanntechnik überbrückt werden. Auch die üblichen Bearbeitungsspuren durch das Abarbeiten der Oxidhaut am Rohr stören den Prozess nicht (Bild 11).

Nach dem Schweißprozess kann das Rohr angebohrt werden (Bild 12). Hierzu wird ein spezieller Fräser verwendet, der auf Grund seiner Spanführung nahezu alle während der Anbohrung entstehenden Späne inklusive der ausgeschnittenen Kalotte aufnimmt (Bild 12).



Bild 12: Nach der Anbohrung wird die aus dem Rohr geschnittene Kalotte mit dem Bohrer ausgebaut

## Fazit

Mit PE-Rohren in großen Dimensionen sind in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen ausgezeichnete Erfahrungen gesammelt worden. Die Vorteile des Werkstoffs und die Verbindungstechnik, das Heizwendelschweißverfahren, lassen ein technisches und wirtschaftliches Optimum hinsichtlich Verlegung, Betrieb und Nutzungsdauer erwarten. Neue Formteile und innovative Montagetechniken – wie hier am Beispiel der Stutzenschelle XL und der Vakuumspanntechnik dargestellt – schöpfen Kosteneinsparungspotentiale aus und erhöhen so zusätzlich die Attraktivität von PE-Rohrsystemen – auch im Großrohrbereich. ■

## Literaturhinweise

- [1] DVGW-W400: Technische Regeln Wasserverteilung (TRWW), Teil 2: Bau und Prüfung von Wasserverteilungsanlagen, 09/2004
- [2] DVGW-G472: Gasrohrleitungen aus PE80, PE100 und PE-Xa – Errichtung, 08/2000
- [3] DVGW-Arbeitsblatt GW 335: Kunststoffrohrleitungssysteme in der Gas- und Wasserverteilung, Anforderungen und Prüfungen – Teile A2, B2
- [4] Eckert, Robert: Heizwendelschweißtechnik als Mittel zur Kostensenkung im Rohrleitungsbau? – Energie Wasser Praxis, Juni 2001
- [5] Eckert, Robert: Der Einsatz der Heizwendelschweißtechnik bei PE-Rohren in großen Nennweiten bis d710 – 3R international, Heft 4-5/2004
- [6] „FRIALEN®-Sicherheitsfittings, Montageanleitung für Großrohre und Reliningtechnik“, 2006
- [7] Eckert, Robert: Integration, shut-off and repair technology for PE pipe systems – Plastics Pipes XII, Mailand, 2004