



Bild 1: Lagernde PKS-Rohre mit inspektionsfreundlicher heller Rohrinneenseite

Fig. 1:

Gewickelte Großrohre aus Polyethylen erschließen neue Einsatzmöglichkeiten

Aus langjähriger Praxiserfahrung mit Rohrsystemen auf Basis von Polyethylen mit hoher Dichte (PE-HD) konnte die FRANK GmbH kontinuierlich Bauteile und Systeme entwickeln, die die strengen Anforderungen der verschiedenen Einsatzbereiche wie zum Beispiel der Abwasserentsorgung und des Anlagenbaus erfüllen [1]. Vor allem Wickelrohre aus Polyethylen mit hoher Dichte heben sich hier von den anderen klassischen Materialien deutlich ab. Aufgrund der höheren Leistungsfähigkeit neuer Polyethylenwerkstoffe konnten auch die Eigenschaften der Rohrsysteme verbessert werden. Im Beitrag wird über zwei parallel verlegte Wickelrohre berichtet, die mit einer Länge von 190 m den Neckar in einer Tiefe von bis zu 11 m durchqueren.

Umweltbewusstsein und Materialbeanspruchung steigen...

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass neben Schäden an älteren Rohren, auch heute noch bei neuverlegten Abwasserleitungen Undichtigkeiten auftreten. Gründe hierfür sind oft konzeptionelle Fehler, wie zum Beispiel die Auswahl ungeeigneter Rohr- und Muffenmaterialien, die undichte Muffenverbindungen zur Folge haben. Rohrleitungen aus starren Materialien bergen zusätzlich die Gefahr, bei kurzzeitiger Überbelastung abrupt zu versagen. Die entstehenden Risse und Scherben führen neben der Undichtigkeit häufig zum Verlust der statischen Tragfähigkeit der Rohrleitung. Es besteht die Gefahr, dass hochbelastete Abwässer in das anstehende Grundwasser gelangen oder es kommt zur Infiltration von diesem in die Kanalisation. Da der Anteil von Mischwasserabwasserleitungen sinkt und der Trend hin zur Umstellung auf konzentrierte, daher hochbelastete Schmutzwasserkanäle weist, ist die Notwendigkeit dichter Schächte und Kanäle heute größer denn je. Hieraus entsteht schließlich die Forderung nach Rohrmaterialien und Verbindungstechniken, die eine dauerhafte Dichtigkeit von Bauteilen und Muffenverbindungen gewährleisten.

Aus langjähriger Praxiserfahrung mit Rohrsystemen auf Basis von Polyethylen mit hoher Dichte (PE-HD) konnte die FRANK GmbH kontinuierlich Bauteile und Systeme entwickeln, die die strengen Anforderungen der verschiedenen Einsatzbereiche wie zum Beispiel der Abwasserentsorgung und des Anlagenbaus erfüllen [1]. Vor allem Wickelrohre aus Polyethylen mit hoher Dichte heben sich hier von den anderen klassischen Materialien deutlich ab. Aufgrund der höheren Leistungsfähigkeit neuer Polyethylenwerkstoffe konnten auch die Eigenschaften der Rohrsysteme verbessert werden. Im Wesentlichen sind dies die Zeitstandinnendruckfestigkeit, der Widerstand gegen langsames Risswachstum sowie gegen schnelle Rissfortpflanzung und die mechanische Festigkeit.

Gewickelte Großrohre aus PE-HD

Mit den Vorteilen einer verbesserten Zeitstandinnendruckfestigkeit, eines verbesserten Widerstandes gegen langsames Risswachstum sowie gegen schnelle Rissfortpflanzung und eine hohe mechanische Festigkeit ging über Jahre hinweg eine Produktentwicklung in Richtung des Profilkanalrohrsystems (PKS) und den dazugehörigen Bauteilen aus gewickeltem Polyethylen einher.

Die Besonderheit hierbei ist, dass man durch den damit verbundenen Fertigungsprozess leichte, sehr formstabile, chemisch



Joachim Heß

FRANK GmbH, Mörfelden –
Walldorf
Tel. +49(0)6105/926-0
E-Mail: info@frank-gmbh.de



Thomas Böhm

Basell Polyolefine GmbH,
Frankfurt am Main
Tel. +49(0)69/305-26514
E-Mail:
thomas.boehm@basell.com



Bild 2: Moderne Maschinenteknik sichert hohe Qualität – Herstellung der Wickelrohre bei der FRANK & Krah GmbH in Schutzbach

Fig. 2:

und physikalisch resistente und langlebige Produkte herstellen kann (**Bild 2**). Ein Markenzeichen der heutigen Rohre der FRANK GmbH stellt die werkseitig vorgefertigte, mitgewickelte und somit homogen verbundene Elektroschweißmuffe dar. Die coextrudierte gelbe Innenschicht aus PE-HD sorgt bei einer erforderlichen Kameraüberwachung oder Revision für deutlich verbesserte Sichtverhältnisse (**Bild 1** und **3**).

Die Realisierung und praxisbezogene Nutzung der angesprochenen Vorteile findet sich in verschiedenen ausgeführten Projekten. So werden die gewickelten Großrohre des Profilkanalrohrsystems auf diversen Baustellen in der Industrie, der Abwasserreinigung, im Reliningverfahren, im Straßen- und Deponiebau eingesetzt.

Dükerleitungen durchqueren den Neckar in Mannheim

Der Düker „Grabenstraße“ wurde im Jahre 1903 in Form eines genieteten Eisenrohres mit einem Innendurchmesser von 1400 mm als Schmutz- und Regenwasserleitung der Mannheimer Altstadt eingebaut. Reinigungsarbeiten im Oktober 2002, bei denen Ablagerungen aus dem Rohr entfernt wurden, bedingten ein Leerpumpen des Dükers. Die im Laufe der Jahrzehnte vorgenommenen Vertiefungen für die Schifffahrt reduzierten die Auflast über der Leitung. Der Düker schwamm auf und zerbrach. Eine Erneuerung der Rohrleitung wurde unumgänglich.

Die de la Motte & Partner Ingenieurgesellschaft mbH aus Reinbeck bei Hamburg, wurde mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie, der Ausführungsplanung und der Bauüberwachung bei gleichzeitiger Kos-

Bild 3: Lieferlängen von bis zu 12 m bei profilierten Großrohren – Profilkanalrohre (PKS) der FRANK GmbH mit heller Innenseite

Fig. 3:



tengarantie beauftragt. Die Baudurchführung lag in den Händen der Arbeitsgemeinschaft Neckardüker, bestehend aus den Firmen Diringer & Scheidel, Mannheim, für das Aufgabengebiet Rohr- und Schachtbau, sowie Bohlen & Doyen, Wiesmoor, für die Wasserbauarbeiten.

In Abstimmung mit dem Betreiber des Abwassernetzes, der Eigenbetriebe der Stadtentwässerung Mannheim, wurde eine Lösung erarbeitet, die den besonderen lokalen Anforderungen gerecht wurde [5].

Es galt im Allgemeinen, die unterschiedlichen Wasserstände (Regen- bzw. Trockenwetterabfluss), die Auftriebssicherheit, eine hohe Fließgeschwindigkeit zur Vermeidung von Ablagerungen und letztlich eine hohe Lebenserwartung des Dükers zu berücksichtigen.

Im Wesentlichen zeigte die Ausführung aus PE-HD Vorteile in Bezug auf das Gewicht, das damit verbundene Handling und den zu erwartenden Reinigungsaufwand, gegenüber Rohren aus anderen Materialien. Besonders hohe Anforderungen an den Werkstoff stellte bei diesem Vorhaben neben der Auftriebssicherung sowie der leerstehenden Rohre im Revisionsfall, die hohe Belastung durch den äußeren Wasserdruck dar.

Vorgaben, Nachweise und Ziele

Im Rahmen der Planung wurden, wie vom Betreiber gewünscht, anhand der vorgegebenen Wasserstände und geplanten Sohlhöhen statische Berechnungen gemäß aktuellem Stand des ATV-Arbeitsblattes A 127 durchgeführt. In diesen konnte die ausreichende Ringsteifigkeit für den Fall der Vollfüllung und den Fall der leerstehenden Rohre im Revisionsfall erfolgreich nachgewiesen werden.

Zusätzlich waren die folgenden Forderungen bzw. Funktionen auf der Basis von Wickelrohren aus PE 100 realisierbar:

- Dauerhaft dichte Schweißverbindungen der einzelnen Bauteile (Komponenten)
- Konstante Produktionsbedingungen

- Zuverlässige Qualitätsüberwachung
- Unkomplizierte Montage der Bauteile vor Ort
- Hohes Maß an Wirtschaftlichkeit
- Nachweis der Langzeitfestigkeit.

Zur Ausführung kamen zwei PKS-Rohre in Form von Parallelleitungen mit den Durchmesser DN 800 und DN 1400, die am Ufer zusammengeschnitten, in ein Stahlkastenprofil eingebaut, vormontiert und schließlich als vollständiges Bauteil am 12. August 2003 komplett auf den Grund des Neckars abgesenkt wurden (**Bild 4** und **5**).

Um eine eventuell notwendige Wartung und Reinigung zu erleichtern wurde in beide Rohrstränge je ein Revisionschacht im Vorlandbereich eingebaut.

Nach der erforderlichen Verfüllung des Kastenprofils mit Unterwasserbeton zur Auftriebssicherung, dem Lückenschluss zu der

Bild 4: Einfaches Handling spart Kosten – Neckardüker in der Gesamtansicht

Fig. 4:





Bild 5: Einschwimmen nach kurzer Montagezeit – Neckardüker beim Absenken

Fig. 5:

bestehenden Rohrleitung sowie Abschluss der Bauarbeiten erfolgte am 6. November 2003 die Abnahme des Bauvorhabens durch den Auftraggeber.

PE-HD – der ideale Werkstoff für dieses Projekt

Die Vorzüge von Kunststoffrohren zum Transport von Schmutzwasser waren den beteiligten Firmen schon seit mehreren Jahren bekannt. Der maßgebliche Grund für den Einsatz von PE-HD lag bei dieser Baumaßnahme in der Kombination von Wirtschaftlichkeit, den geringen Bauteilgewichten und den technischen Vorteilen, die der Werkstoff PE 100 bietet.

Wirtschaftlichkeit von PE 100

Wickelrohre, Druckrohre und Formteile aus PE 100 bieten durch ihr relativ niedriges spezifisches Gewicht von $0,959 \text{ g/cm}^3$ deutliche Vorteile in der Handhabung und Verlegung. Dies wirkt sich positiv auf die anfallen-

den Einbaukosten aus. Wickelrohre mit einer Nennweite größer DN 300 sind durch ein flexibles Produktionsverfahren kostengünstig herstellbar.

Auf entsprechende positive Erfahrungen mit verschiedenen Referenzobjekten konnte bei der Planung zurückgegriffen werden und den Betreiber, wie auch die ausführende Arbeitsgemeinschaft überzeugen.

Technische Vorteile von PE 100

Dies sind im Besonderen die gute chemische Widerstandsfähigkeit, die hohe Betriebssicherheit, das deutlich günstigere Abriebverhalten im Vergleich zu den klassischen Rohrwerkstoffen (nach dem Darmstädter Verfahren) sowie die Schweißbarkeit, die die dauerhafte Dichtheit des Systems gewährleistet.

Unter Umweltgesichtspunkten ist die geringe benötigte Energiemenge zur Herstellung von Rohren aus PE 100 sowie die Möglichkeit des Recycling zu nennen [2].

Nachweis der Langzeitfestigkeit

Rohrsysteme aus PE 80 und PE 100 haben sich durch ihre Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit für den Transport von Gas, Wasser, Abwasser und grundwassergefährdenden Medien seit mehreren Jahrzehnten bewährt.

Die prüftechnisch abgesicherte Lebenserwartung solcher Systeme liegt bisher bei fast 50 Jahren. Man erwartet eine rechnerische Nutzungsdauer von 80 bis 100 Jahren. In der ISO 9080 (vorher ISO/TR 9080) wird ein Extrapolationsverfahren beschrieben, mit dessen Hilfe wissenschaftlich fundierte Aussagen zur Langzeitfestigkeit von thermoplastischen Rohrwerkstoffen gemacht werden können. Die Methode nutzt das Arrheniusgesetz. Aufgrund von Lebensdauerbeobachtungen von Rohrmustern, die bei höheren Temperaturen unter Innendruck stehen, können die Lebensdauererwartungen bei niedrige-

ren Temperaturen berechnet werden. Die entsprechenden Extrapolationsfaktoren werden in der ISO 9080 vorgegeben. Die Mindestzeitstandkurve der DIN 8075 für PE 100 folgt dem gleichen Gesetz.

Den Herstellern und Anwendern von Rohrsystemen stehen mit *Hostalen* GM 5010 T3 Black (PE 80) und *Hostalen* CRP 100 Black (PE 100) zwei PE-HD-Werkstoffe zur Verfügung. Diese multimodalen PE-HD-Werkstoffe stellt die Basell Polyolefine GmbH am Produktionsstandort Frankfurt am Main, als Rohrwerkstoff der dritten Generation in einer mehrstufig arbeitenden Polymerisationsanlage her [3].

Für beide polymeren Werkstoffe liegt die bauaufsichtliche Zulassung beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) mit Sitz in Berlin vor.

Schweißbarkeit gewährleistet dauerhaft dichte Rohrsysteme

Bezüglich der Schweißparameter für das Angleichen, Anwärmen, Umstellen, den Fügedruckaufbau- und die Abkühlzeit unter Fügedruck können für diese multimodalen Werkstoffe die Richtwerte aus der aktuellen Ausgabe der DVS 2207 für Rohre und Tafeln aus PE-HD entnommen werden [4].

Resümee

Die vorgestellten gewickelten PKS-Großrohre aus multimodalen PE-HD-Werkstoffen ermöglichen eine schnelle und unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet, kostengünstige Herstellung dauerhaft dichter, hochbelastbarer Kanäle, Schächte und Bauwerke. Die in die Rohre integrierte Elektroschweißmuffe bietet zudem durch deren einfache Handhabung deutliche Vorteile beim Schweißen der Verbindung (**Bild 6**). Die helle, glatte, abriebfeste und inspektionsfreundliche Rohrinnenoberfläche sorgt für dauerhaften, störungsfreien Betrieb der Bauwerke und Rohrleitungen.

Literatur

- [1] FRANK, T.: Profilierte Kanalrohre aus thermoplastischen Kunststoffen für Nennweiten bis DN 2000; plastic pipes München; München, 2001
- [2] Fiedler, M.: Praxisbericht: Erfahrungen mit PEHD-Vollwandrohren, 3. Göttinger Abwassertage 2003
- [3] Schulte, U.: 100 Jahre Lebensdauer - Langzeitfestigkeit von Druckrohren aus bimodalem PE-HD nach ISO/TR 9080. - In: Sonderdruck aus den Zeitschriften Kunststoffe und Kunststoffe plast europe; Carl Hanser Verlag, München, 1997
- [4] Brömstrup, H.: Rohrsysteme aus PE 100, Vulkan Verlag, Essen – 1998, Seite 34 ff.
- [5] de la Motte, P.W., Ohldrich, H.-J.: Sauberkeit wurde ihm zum Verhängnis. bi UmweltBau (2004), r. 1, S. 44 - 48

Bild 6: Herstellung einer Schweißverbindung bei PKS-Rohren

Fig. 6:

