

Innovativer Werkstoff schützt neue Fernleitung am Chemiepark Marl

Vor den Toren des Chemieparks Marl entsteht eine neue Fernleitung – mit innovativem Material und reichlich technischem Know-how, damit flüssige Kohlenwasserstoffe ab 2015 sicher von der Raffinerie Scholven in den zehn Kilometer entfernten Chemiepark Marl gelangen. Die neue Doppel-Pipeline soll Arbeitsplätze sichern und Emissionen durch den Entfall von 25.000 Lkw-Fahrten pro Jahr senken. Bei den grabenlos verlegten Teilabschnitten der neuen Doppelleitung wird das Polyamid 12 „Vestamid NRG“ für die Umhüllung der Stahlrohre eingesetzt.

Das Projekt „Zephir“ steht bei der Evonik Industries AG für Wachstum an den Standorten Marl und Antwerpen – aber auch für eine innovative Materialverwendung: Evo-

nik hat mit Vestamid NRG ein „Polyamid 12“ für die Öl- und Gasindustrie entwickelt, das insbesondere auch für erdverlegte Leitungen zum Einsatz kommt. Der

Spezialchemie-Konzern setzt dabei auf den Siegener Rohrhersteller Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH (SMLP) und die Köster GmbH als ausführendes Bau-



Abb. 1 – Die Rohrbauer verwenden bei HDD-Bohrungen Bentonit, ein flüssiges Tonmineralgemisch.

Abbildung: Köster GmbH



▲ **Abb. 3** – Beim Einzug eines Rohrstranges prüfen die Rohrbauer grundsätzlich die Qualität der Umhüllung mit einem speziellen Test.

◀ **Abb. 2** – Für die Unterquerung der Autobahn A 52 setzte die Köster GmbH ein Bohrpressverfahren ein, bei dem ein Stahlmantelrohr DN 800 zum Schutz der durchgeführten Produktleitungen hydraulisch durch den anstehenden Boden gepresst wurde.

unternehmen. Die Rohrleitungsbauer verwenden Polyamid 12 bei der Realisierung einer rund zehn Kilometer langen Trasse, zu der auch mehrere unterschiedliche grabenlose Verlegeverfahren gehören, um den Chemiapark Marl mit der Scholvener Raffinerie der Ruhr-Oel GmbH zu verbinden (Abb. 1). So setzen sie für kürzere Strecken ein Bohrpressverfahren ein, bei dem ein Stahlmantelrohr DN 800 zum Schutz der durchgeführten Produktleitungen hydraulisch durch den anstehenden Boden gepresst wurde – beispielsweise bei der Unterquerung der Autobahn A 52 (Abb. 2) sowie bei weiteren Straßenquerungen. Für längere grabenlose Strecken verwendeten die Bauspezialisten das Horizontal-Directional-Drilling-Spülbohrverfahren (HDD-Spülbohrverfahren), bei dem die Produktröhre direkt in einen zuvor erstellten Bohrkanaal eingezogen werden – insgesamt auf einer Strecke von mehr als zwei Kilometern.

Die Rohrleitungsbauer der Köster GmbH verlegten in zehn Monaten die aus zwei ca. zehn Kilometer langen Rohrfernleitungssträngen (FG 70 und FG 71) bestehende Doppelleitung DN 150/ PN 100 – ein Projekt mit hohen Sicherheitsanforderungen, denn die neue Trasse entsteht größtenteils parallel zu Hochspannungsfreileitungen, im Schutzstreifen von vorhandenen Leitungsanlagen und in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Beim Leitungsverlauf greift hier das Prinzip der Trassenbündelung, um geologische Besonderheiten zu berücksichtigen und nur minimal in die Natur einzugreifen. Wegen der vielen parallel liegenden und kreuzenden Leitungen wurde die Trasse in 50 Abschnitte unterteilt. Für jeden einzelnen gab es drei, teilweise vier eigene, separate Freigabeverfahren (1 = Suchschiachtung, 2 = Mutterboden abnehmen, 3 = Rohrgraben inklusive Wasserhaltung, 4 = Drainagearbeiten), sodass insgesamt

150 bis 200 Freigabeverfahren durchgeführt werden mussten. Erst im Anschluss konnten die Bauspezialisten mit den eigentlichen Tiefbauarbeiten beginnen.

Erdverlegte Stahlrohre erhalten als passiven Korrosionsschutz werkseitig eine Polyethylenumhüllung (PE-Umhüllung). Bislang verwendete Evonik in ihrem Fernleitungsbetrieb für die PE-umhüllten Stahlrohre zusätzlich eine Umhüllung aus Glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) zum mechanischen Schutz der Leitungen bei grabenlosen Verlegeverfahren. Aufgrund der guten Erfahrungen aus mehreren erfolgreich realisierten Projekten und der dabei beobachteten geringeren Einzugskräfte setzen Evonik und SMLP in Marl für die drei HDD-Bohrungen der Doppel-Pipeline auf eine Mehrschichtsystem bestehend aus einer Kombination von Polyethylenumhüllung und einer Schutzschicht aus Vestamid NRG – für nachhaltige Sicherheit bei günstigen Kos- ➔

WIE SIE IHRE PRODUKTIVITÄT STEIGERN?

Es fängt damit an, dass Sie keine Arbeits- und Maschinenzeit verschwenden.

Entdecken Sie Ihre neue Produktivität mit WIDOS Kunststoffschweißtechnik – auf der Baustelle und in der Werkstatt:

- Qualitativ hochwertige Schweißverbindungen für Durchmesser von 20 Millimeter bis 3 Meter
- Bis zu 40 Prozent weniger Stromkosten
- Mehr Sicherheit, Transparenz und Komfort durch Automatisierung

Jetzt auf Produktivität umschalten.



WIDOS 4600

19./20.02.2015
Halle/Stand
2.HA-14

WIDOS
Wilhelm Dommer Söhne GmbH
Einsteinstraße 5
D-71254 Ditzingen-Heimerdingen
Telefon +49 (0) 71 52 / 99 39-0
Telefax +49 (0) 71 52 / 99 39 40
info@widos.de
www.widos.de



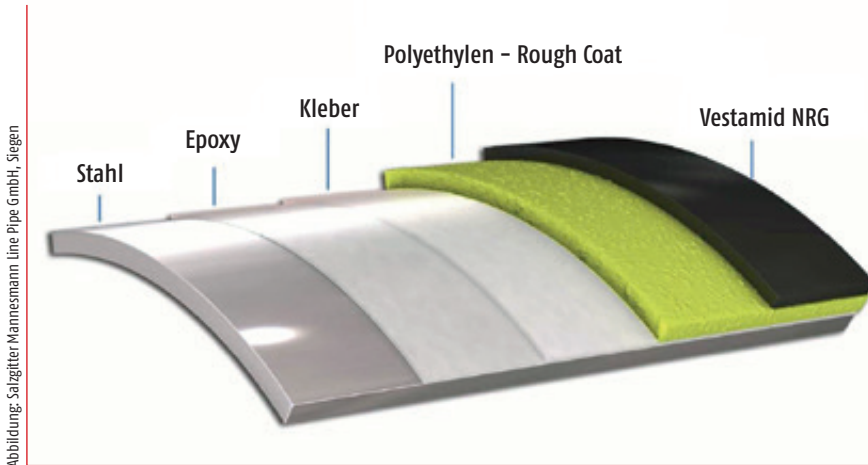


Abb. 4 – Bei einer Kombination aus einer Polyethylen- und einer Polyamidschicht wird die mechanische Verklammerung durch den Einsatz einer Rough-Coat-Ausführung erzielt.

ten. Denn erdverlegte Leitungen können bei der Verlegung und auch im Betrieb hohen Beanspruchungen ausgesetzt werden. Insbesondere bei eingezogenen Rohrsystemen entstehen mitunter an Steinen oder Hindernissen Punkt- oder Drucklasten, die für Korrosionsschutzumhüllungen eine lokale Gefährdung darstellen.

Grundsätzlich prüfen die Rohrleitungsbauer beim Einzug eines solchen Rohrstranges die Porenfreiheit der Umhüllung mittels einer Hochspannungsprüfung (Istest, 15 KV) direkt vor dem Eintritt in den Bohrkanal (Abb. 3). Hierbei ist das Stahl-Mediumrohr geerdet, während eine stromführende Testspirale über die Umhüllung gezogen wird. Ziel ist das Erkennen von Poren, Rissen oder sonstigen mechanischen Beschädigungen der Werksumhüllung oder von Fehlern beim Aufbringen der Nachumhüllung. Wenn solche Schä-

den vorliegen, wird dies durch einen Funkenüberschlag von der Testspirale zum Mediumrohr in Form eines Lichtbogens und eines akustischen Signals des Testgerätes angezeigt. In diesem Fall würde der Einzug gestoppt und die Fehlstelle ausgebessert, bevor der Rohrstrang endgültig im Bohrkanal verschwindet.

Um eventuelle Beschädigungen der Umhüllung während des Rohreinzuges zu verhindern, setzt die Evonik Industries AG bei den Rohren für die HDD-Bohrungen in Marl zusätzlich Polyamid zur Polyethylen-Basisumhüllung für die Stahlrohre ein. Die Umhüllung besteht aus mehreren Lagen, wobei das extrem widerstandsfähige Polyamid 12 als mechanische Schutzschicht verwendet wird. Kennzeichen ist eine gute Scherfestigkeit zwischen dem mechanischen Schutz aus Polyamid und der Polyethylen-Umhüllung, die den Korrosionsschutz darstellt.

Die Rohrleitungsbauer verwenden dieses Mehrschichtsystem bei den HDD-Spülbohrverfahren, da bei diesem Verfahren die Rohrmantelflächen durch die Reibung innerhalb des Bohrkanals höher beansprucht werden als normalerweise. Bei HDD-Spülbohrungen kommt ein flüssiges Tonmineralgemisch zum Einsatz. Dieses Bentonit hat die Aufgabe, den gerade erstellten Bohrkanal zu stützen (Abb. 1). Es dient aber durch seine spezielle Konsistenz auch dazu, den Rohrmantel beim Einzug gleitend zu führen und zu verhindern, dass größere Steinbrocken oder Hindernisse den passiven Korrosionsschutz beschädigen. Je nach Bodenzusammensetzung kann dennoch ggf. scharfkantiges Bodenmaterial an den Rohrmantel gelangen und so die erforderlichen Zugkräfte erhöhen. Um dabei eine Schädigung des Korrosionsschutzes zu verhindern, wird noch im Werk eine zusätzliche Schicht aus Polyamid auf die Polyethylen-Umhüllung aufgebracht.

Zum Nachweis der Eignung des neuen Umhüllungssystems wurde in Abstimmung mit dem Bauherrn und den Sachverständigen des TÜV Nord festgelegt, ein rund drei Meter langes Rohrstück jeweils am Beginn einer der beiden Rohrstränge der insgesamt drei HDD-Strecken anzuschweißen und mit dem HDD-Strang durch alle drei Bohrungen zu ziehen. Da immer dasselbe Rohrstück verwendet wurde, betrug die Gesamtstrecke des durchgezogenen Rohrstücks etwa 1.100 Meter, wobei Sachverständige des TÜV Nord die Prüfung begleiteten. Die PA 12-Umhüllung des Prüfstücks zeigte nach Durchquerung aller Bohrungen am Ende nur geringe Riefen und auch sonst

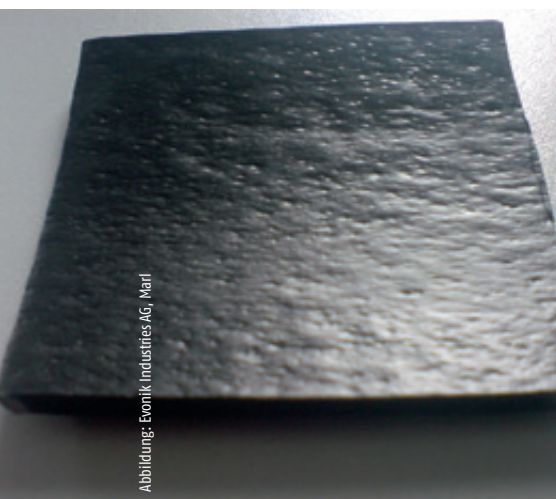


Abb. 5 – Auf der Unterseite der Polyamid-Deckschicht erzeugt aufgeschmolzenes Granulat eine raue Oberflächenstruktur.

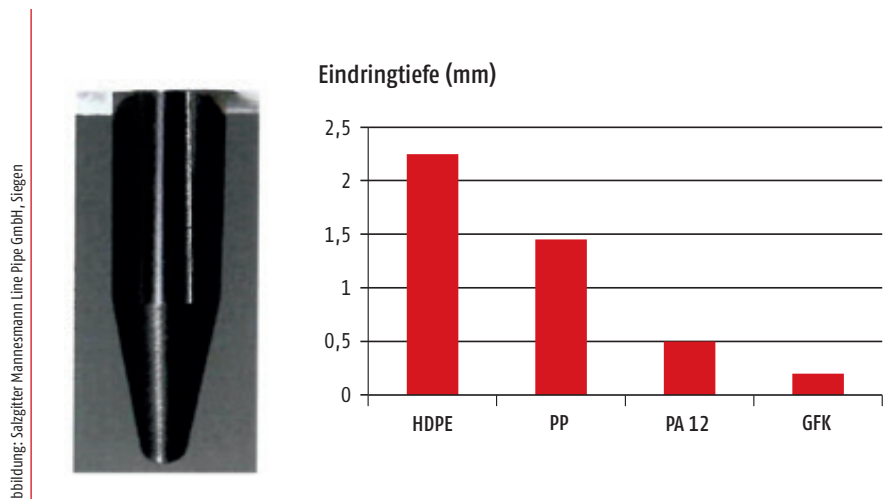
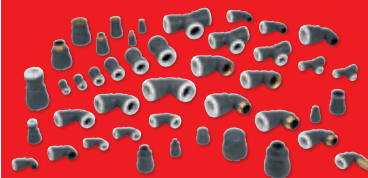


Abb. 6 – Zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Kunststoffumhüllungen verwendet der Rohrerhersteller SMLP den Gouge-Test. Die maximale Eindringtiefe eines mit einem Gewicht von 50 kg belasteten spitzen Messkörpers wird mithilfe einer Messuhr bestimmt.

Stark, stabil, steckbar



PLASSON Steckfittings Serie 19

Vielfältige Anschlussmöglichkeiten
sind auch bei diesem Programm
selbstverständlich.

Lassen Sie sich überzeugen!

PLASSON
Mensch · Produkt · Service

PLASSON GmbH

Krudenburger Weg 29 • 46485 Wesel
Telefon: (0281) 9 52 72-0
Telefax: (02 81) 9 52 72-27
E-Mail: info@plasson.de
Internet: www.plasson.de

keine Beeinträchtigungen. Im Ergebnis ist festzustellen, dass sich die neue Umhüllung mit PA 12 bei dem verlegten Leitungsdurchmesser und den gegebenen Bodenverhältnissen (Recklinghäuser Sandmergel, sandige und schluffige Böden etc.) bewährt hat und einen guten mecha-

des Polyamids verhindert dabei die Kombination aus unpolarer Polyethylenschicht und polarer Polyamiddecklage den Haftverbund. Die damit verbundene Trennung der Funktionen von Korrosionsschutzumhüllung und mechanischem Schutz ist auch bei anderen Systemen für gra-

PA 12 wird nun als Standardumhüllungs- system bei erhöhter mechanischer Beanspruchung von Leitungen eingesetzt.

nischen Schutz der darunterliegenden PE-Umhüllung bietet.

Grundsätzlich ist heute im Bereich der grabenlosen Verlegeverfahren eine Vielzahl von Umhüllungen im Einsatz. Dazu zählen neben zusätzlichen Umhüllungen oder Ummantelungen auf Zementbasis oder Glasfaserverstärkten Kunststoffen (GfK) auch Dickschichtumhüllungen, insbesondere auf Polyethylen- oder Polypropylenbasis, die vor allem im Bereich der Spülbohrverfahren breite Akzeptanz gefunden haben. Je nach Schichtdicke werden dazu bis zu zwei oder gar drei Schichten nacheinander durch Extrusion aufgetragen. Schäden zeigen, dass im Falle einer Rissbildung die gute Haftfestigkeit zwischen den Schichten einen gravierenden Nachteil darstellt, da die gesamte Schicht von der Rissbildung betroffen ist. Durch die entstehenden Risse besteht ein direkter Zugang zur Stahloberfläche.

Untersuchungen belegen, dass eine durchgehende Schädigung bis auf das Stahlrohr vermeidbar ist, wenn im Fall mehrfach extrudierter Deckschichten auf den Haftverbund zwischen den Decklagen verzichtet wird. Im Falle

benlose Bauweisen, wie im Falle der Zementmörtelummantelung und der Kombination aus PE und GfK, systembedingt gegeben. Bei grabenlos ausgeführten Verlegeverfahren sind jedoch Maßnahmen erforderlich, die ein Abschieben der Umhüllung während des Einzugs verhindern.

Im Falle einer Zementmörtelummantelung wird dazu ein T-Profil aufextrudiert, das für eine mechanische Verklammerung der Mörtelschicht zur Polyethylenschicht sorgt. Bei der GfK-Umhüllung erzeugt das Bürsten der PE-Oberfläche den entsprechenden Scherwiderstand. Im Falle der Kombination aus Polyethylen und Polyamid wird diese mechanische Verklammerung durch den Einsatz der sogenannten Rough-Coat-Ausführung erzielt (Abb. 4). Dazu wird die frisch extrudierte und heiße Polyethylenschicht mit einem PE-Granulat berieselt. Das Granulat schmilzt und es entsteht eine raue Oberflächenstruktur, die der dann folgenden Polyamidschicht Gelegenheit zur mechanischen Verkrallung bietet. Abbildung 5 zeigt dazu die Unterseite der Polyamiddeckschicht mit der durch das aufgeschmolzene Granulat erzeugten Oberflächenstruktur.

Der Vorteil von Vestamid NRG gegenüber den konventionellen Umhüllungen aus Polyethylen und Polypropylen besteht in den herausragenden mechanischen Eigenschaften. Zur Simulation der Belastungen während eines Einzugsverfahrens bietet sich der sogenannte Gouge-Test nach der kanadischen Norm, der CAN CSA Z 245.20-10 [1], an. In dieser Prüfung wird die Wirkung eines spitzen Steins simuliert, der während des Einzuges die Umhüllungsoberfläche verletzt. Zur Prüfung wird die umhüllte Rohrprobe unter einer Prüfspitze (Abb. 6) hindurchgezogen. Die Prüfspitze wird dazu mit einem Gewicht von 50 kg beschwert (Winkel der Prüfspitze 20°, Halbkugel 2,5 mm Durchmesser). Der Vorschub der umhüllten Rohrprobe erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 200 mm/min. Die maximale Eindringtiefe des Dorns auf einer Prüflänge von 50 mm wird mithilfe einer Messuhr bestimmt.

Die vergleichenden Untersuchungen zeigen, dass Polyamid- und GfK-Umhüllung sich



Abbildung: Köster GmbH

Abb. 7 – Beim Projekt Zephir kommt für die Nachumhüllung ein kombiniertes PE-/GfK-System zum Einsatz.

Abbildung: Evonik Industries AG, Marl

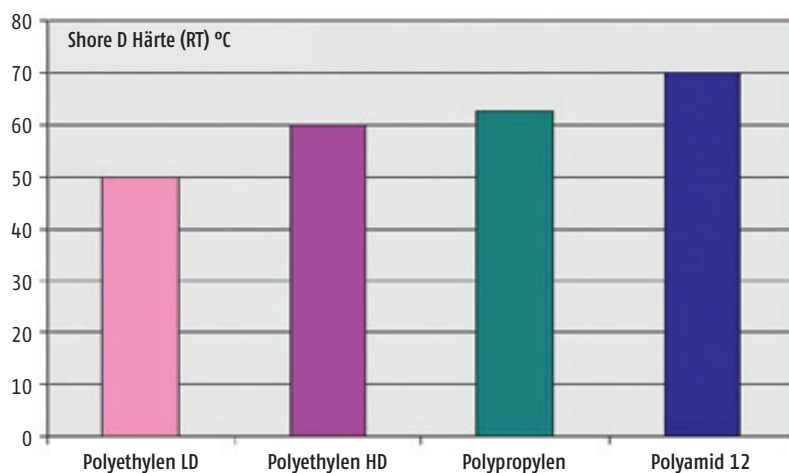


Abb. 8 – Bei einem Vergleich der Shore D-Härte verschiedener Umhüllungsmaterialien fällt auf, dass Polyamid 12 eine deutlich höhere Shorehärte aufweist als die üblicherweise eingesetzten Materialien.

Abbildung: Evonik Industries AG, Marl

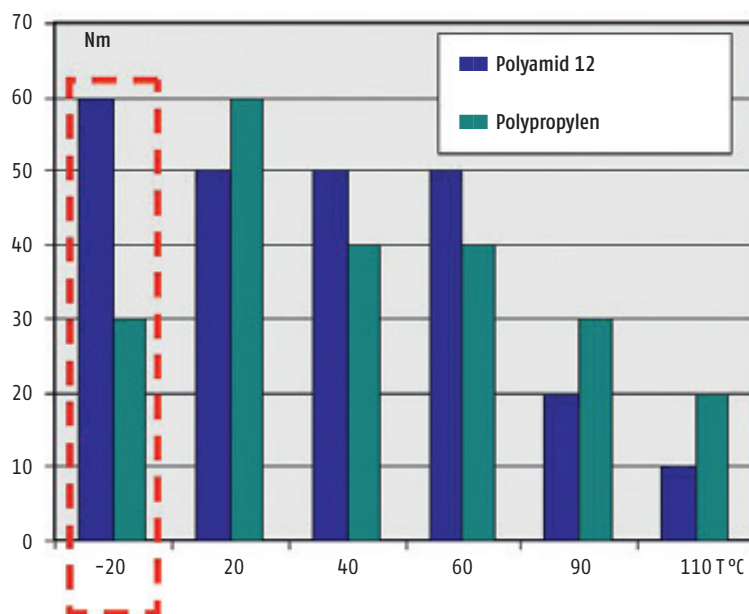


Abb. 9 – Im Vergleich zum Polypropylen zeigt Polyamid 12 mit sinkender Temperatur im Falle der nach DIN ISO 179-1 gemessenen Kerbschlagzähigkeit deutlich günstigere Eigenschaften.

Tabelle 1 – Bei der Polarisationsstrommessung nach dem Einzug zeigte sich, dass an keiner Stelle eine Beeinträchtigung der Umhüllungsintegrität eingetreten ist.

Fernleitung Nr.	Ort, parallele HDD-Spülbohrung	Länge HDD-Spülbohrung [m]	spez. Umhüllungs - widerstand [Ohm*m²]
70	Storchennest	500	1,56E+10
71	Storchennest	500	6,83E+09
70	Storchennest, Querung Altendorfer Straße	420	4,02E+09
71	Storchennest, Querung Altendorfer Straße	420	3,78E+09
70	Dümmerrbach	130	6,76E+10
71	Dümmerrbach	130	2,03E+11

deutlich von Umhüllungen auf Polyethylen- und Polypropylenbasis absetzen. Der Eindruckswiderstand der Polyamidumhüllung liegt dabei fast auf dem Niveau einer GfK-Umhüllung. Die Testergebnisse belegen eindrucksvoll die höhere Belastbarkeit von Polyamidumhüllungen im Vergleich zu Polypropylen oder Polyethylen (Abb. 6). Kostenseitig liegt eine Kombination aus Polyamid- und Polyethylenumhüllung unterhalb einer Kombination aus Polyethylen und GfK-Umhüllung.

Für die Nachumhüllung der Verbindungs-Schweißnähte von Rohren mit Mehrschichtsystemen stehen verschiedene Materialien zur Verfügung. Hier sind sowohl Polyurethansysteme als Vergussmaterial als auch GfK-basierte Umhüllungssysteme im Einsatz (Abb. 7). Die Rohrenden präpariert SMLP für die Nachumhüllung ab Werk so, dass ein Rückschnitt zwischen Polyethylenschicht und Polyamidschicht besteht. Dieser Rückschnitt von mindestens 50 mm reicht aus, um die normgemäß geforderte Überlappung von der Nachumhüllung auf der werksseitig aufgetragenen Korrosionsschutzschicht sicherzustellen. Die Schutzumhüllung wird ebenfalls überlappend auf der außen liegenden Schutzhülle aufgebracht.

Ist ein Rohrschnitt erforderlich, empfiehlt es sich, die Polyamidschicht mit einem dazu präparierten Cuttermesser einzuschneiden. Die Schneide steht dazu nur so weit vor, dass diese maximal 2 mm in die äußere Schicht eindringen kann. Für einen exakt runden Schnitt ist es zum Beispiel möglich, eine Schelle provisorisch als Führung für das Messer auf dem Rohr zu montieren. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich, da der Kraftaufwand zum Schneiden der Polyamidumhüllung größer ist als beim Polyethylen. Die Polyethylenumhüllung wird dann in der üblichen Weise zurückgeschnitten.

Die unterschiedlichen Materialeigenschaften von Polyethylen bzw. Polypropylen und Polyamid resultieren aus den jeweiligen Herstellverfahren: Polyethylen und Polypropylen entstehen durch Polymerisation, Polyamid durch Polykondensation. Beim Polyethylen erfolgt die Verkettung einzelner Bausteine zum Polymer – vereinfacht dargestellt – durch das Umklappen von Bindungen. Beim Polyamid hingegen reagiert eine organische Säure mit einem Amin unter Abspaltung von Wasser. Bei der Herstellung des Polyamids bilden sich dadurch Wasserstoffbrücken, die zur Kristallinität beitragen, die Festigkeit steigern sowie Schmelzpunkt und Chemikalienbeständigkeit erhö-

Kompakt, Kompromisslos, Klasse



PLASSON Klemmfittings Serie 18

•
Eine Produktrange, die wir ständig weiterentwickeln.

•
Qualitativ und innovativ.

•
Fordern Sie uns!

 **PLASSON®**
Mensch · Produkt · Service

PLASSON GmbH

Krudenburger Weg 29 • 46485 Wesel
Telefon: (0281) 9 52 72-0
Telefax: (02 81) 9 52 72-27
E-Mail: info@plasson.de
Internet: www.plasson.de

hen. Im Vergleich zu anderen Polyamiden hat Polyamid 12 zudem folgende Vorteile:

- niedrigste Wasseraufnahme,
- außergewöhnliche Schlagzähigkeit und Kerbschlagzähigkeit, selbst weit unter dem Gefrierpunkt,
- gute bis sehr gute Beständigkeit gegen Fette, Öle, Kraftstoffe, Hydraulikflüssigkeiten, viele Lösemittel sowie Salzlösungen und andere Chemikalien,
- ausgezeichnete Spannungsrissbeständigkeit,
- ausgezeichnete Abriebbeständigkeit und
- niedriger Gleitreibungskoeffizient.

Aufgrund dieser Eigenschaften reicht der Anwendungsbereich von Polyamid 12 von anspruchsvollen Leitungssystemen wie Kraftstoffleitungen über Aderisierungen in der Kabelindustrie und Kathetern in der Medizintechnik bis hin zu flexiblen Ölförderleitungen im Offshore-Bereich.

Bei einem Vergleich der Shore D-Härte verschiedener Umhüllungsmaterialien fällt auf, dass Polyamid 12 eine deutlich höhere Shorehärte aufweist als die üblicherweise eingesetzten Materialien auf Polyethylen- oder Polypropylenbasis (Abb. 8). Bei einer Betrachtung der ermittelten Streckspannungen wird zudem deutlich, dass Polyamid 12 über den gesamten Temperaturbereich (-40 bis +23 °C) signifikant höhere Festigkeiten aufweist. Im Vergleich zum Polyethylen (HDPE) liegt die Streckspannung etwa doppelt so hoch, während das Polypropylen dabei tendenziell zwischen diesen beiden Materialien anzusiedeln ist. Polypropylen ist im Anwendungsbereich außerdem auf 0 °C begrenzt.

Auch im Falle der nach DIN ISO 179-1 gemessenen Kerbschlagzähigkeit zeigt Polyamid 12 im Vergleich zum Polypropylen mit sinkender Temperatur deutlich günstigere Eigenschaften. Selbst bei -40 °C ergibt sich für das Polyamid 12 noch ein duktiler Bruchverhalten (Abb. 9). Die Vorteile des Polyamids bei niedrigen Temperaturen zeigen sich beispielsweise durch eine Schlagprüfung in Anlehnung an DIN 30678 bzw. DIN 30670. Aufgrund dieser vergleichsweise günstigeren mechanischen Eigenschaften ist Polyamid 12 – insbesondere auch bei niedrigeren Temperaturen – eine herausragende Alternative zur Polypropylen-Umhüllung.

Eine weitere positive Eigenschaft der Polyamid-Umhüllung ist die durchgehend glatte Oberfläche – sie ist genauso rund und glatt wie die eigentliche PE-Umhüllung. Dies ist ein Vorteil bei der Verwendung von automatisierten Orbitalschweißanlagen. Bei diesen Verfahren wird der Lichtbogen maschinell ohne Unterbrechung 360° um Rohre oder andere Rundkörper herumgeführt. Eine qualitativ gute Schweißnaht entsteht nur dann, wenn bei der Umfahrung der Orbital-schweißmaschine auf dem Außenmantel der Abstand des Schweißkopfes zum Mediumrohr rundum annähernd gleich ist.

Als wichtigstes Kriterium zur Qualitätssicherung diene neben der visuellen Kontrolle nach dem Einzug jeweils eine Polarisationsstrommessung. Hier gilt es einen Wert von mind. $10^8 \Omega m^2$ zu erreichen. Es folgt eine Übersicht zu den Umhüllungswiderständen bei neuen Leitungen:

- unter Laborbedingungen bis zu $10^{10} \Omega m^2$ möglich,
- akzeptierter Grenzwert für die Fehlstellenfreiheit $10^8 \Omega m^2$,
- ab $10^7 \Omega m^2$ und schlechter ist ein Umhüllungsschaden wahrscheinlich und
- ab $10^5 \Omega m^2$ wird bei Bestandsleitungen eine Intensivmessung anstatt einer IFO-Messung angeraten.

Tatsächlich wurden nach dem Einzug die in Tabelle 1 angegebenen Werte ermittelt. Dies sind herausragende Ergebnisse; sie zeigen, dass an keiner Stelle eine Beeinträchtigung der Umhüllungsintegrität eingetreten ist. Auch visuell wurden an den Rohrenden keine Auffälligkeiten festgestellt – selbst an dem Rohrstück nicht, das dreimal eingezogen wurde und somit über 1.100 Meter Einzugsstrecke absolviert hat. Aufgrund der durchweg positiven Erfahrungen wird PA 12 nun als Standardumhüllungssystem bei erhöhter mechanischer Beanspruchung von Leitungen eingesetzt. Der Kreis schließt sich. Nun fließt der Basis-Rohstoff zur Herstellung des Polyamides durch eine Stahlleitung, die mit einem eben-solchen Polyamid umhüllt ist.

Autoren

Marc Stich
Markus Hartmann
Evonik Industries AG
Paul-Baumann-Str. 1
45764 Marl
Tel.: 02365 491
marc.stich@evonik.com
markus.hartmann@evonik.com
www.evonik.de

Dr. Hans-Jürgen Kocks
Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH
In der Steinwiese 31
57074 Siegen
Tel.: 0271 691-170
Fax: 0271 691-228
hans-juergen.kocks@smlp.eu
www.smlp.eu

Jürgen Höchst
Köster GmbH
Sutthausen Str. 280
49080 Osnabrück
Tel.: 0541 998-1600
Fax: 0541 998-1699
rohrleitungsbau@koester-bau.de
www.koester-bau.de

