

Grabenlose Close-fit Installationen in PE 100-RC-Qualität

Das Compact Pipe® System hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten als grabenloses Close-fit-Verfahren für die Installation von Gas-, Trinkwasser und Kanalrohren weltweit etabliert. Jetzt aktualisiert die Wavin GmbH das Lieferprogramm für Compact Pipe® Rohre durch die Verwendung von PE 100-RC (Resistant to Crack) Werkstoffen. Die Produkteinführung auf der IFAT 2014 stieß bereits auf großes, internationales Interesse. Compact Pipe® erfüllt die Spannungsrissprüfung gemäß PAS 1075 und ist vom DIN Certco nach der Prüfgrundlage ZP 14.23.39 zertifiziert.

Möglichkeiten für neue Bemessungsgrundlagen

Bisher wurden Compact Pipe® Druckrohre aus PE 100 Materialien gefertigt. Immer mehr Anfragen gab es jedoch, ob Compact Pipe® auch aus noch höherwertigen PE 100-RC Werkstoffen zu fertigen wäre. Denn PE 100-RC Werkstoffe zeichnen sich im Vergleich durch einen bis zu zehnfach höheren Widerstand gegen Rissfortplanzung (SCG- Slow crack growth) aus und überstehen dadurch auch langfristig härteste Bettungsverhältnisse mit Punktbelastungen [1].

Compact Pipe® Druckrohre werden werkseitig vorverformt (M-Stage), als Trommelware geliefert und C-förmig (**Bild 2**) in vorhandene Stahl-, Guss-, ZM oder STB Rohrleitungen eingezogen. Durch eine Temperaturbeaufschlagung wird der C-Querschnitt in ein kreisrundes Rohr rückverformt (I-Stage). Das schadhafte Altrohr fungiert dabei als Schalung.

Close-fit, eng anliegend, ist das Compact Pipe® im Altrohr anschließend eingebettet und bietet Qualitäten und Betriebssicherheiten wie ein erdverlegtes PE 100 Standardrohr. Außerhalb des Altrohres freiliegende End- und Zwischenbereiche mit Längsverbindungen / Hausanschlüssen werden eingesandet. Korrodieren oder brechen die schadhafte Altrohre, so können sich die Bettungsverhältnisse durch Setzungen, Grundwasser und Verkehrsbelastungen verändern. Drucklose PE Rohre reagieren auf diese Belastungen als biegeeweiche, thermoplastische Kunststoffe durch Verformungen, ohne dass sie Schaden

nehmen. Der Gewölbeeffect hat zur Folge, dass langfristig betrachtet, Spannungen bzw. Dehnungen in der Rohrwandung bei konstanter Belastung relaxieren können (Abbau der Spannungen). Druckrohre sind durch den permanenten Innendruck nicht in der Lage zu deformieren, dadurch sind diese Rohre empfindlicher für Spannungsrisse.

Nachweise für Betriebssicherheiten von 100 Jahren

Für diese erhöhten Belastungen ist durch 2NCT-Prüfungen bei der Hessel Ingenieurtechnik nachgewiesen, dass die neu auf der IFAT vorgestellten Compact Pipe PE 100-RC Rohre die Spannungsrissprüfung der PAS 1075 erfüllen. Die zertifizierten PE 100-RC Werkstoffe sind für eine Lebensdauer von mindestens 100 Jahren bei 20 °C ausgelegt.

Diese zusätzlichen Anforderungen und dafür notwendige Qualitäten sind erstmalig in der PAS 1075 beschrieben [2]. Diese PAS (Publicly Available Specification – Öffentlich verfügbare Spezifikation) ist seit 2009 über den Beuth-Verlag erhältlich. Die PAS 1075 trägt den Titel „Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken – Abmessungen, technischen Anforderungen und Prüfungen“.

Die neuen Compact Pipe® PE 100-RC Rohre werden als Vollwandrohre in den Farben orangegelb (für Gas) und königsblau (für Trinkwasser) angeboten. Äußere Beschädigungen und langfristig wirkende Punktbelastungen werden durch das RC

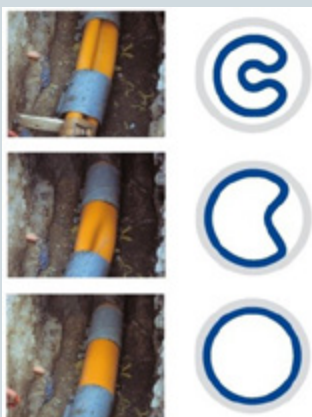


Bild 1: Verfahrensprinzip

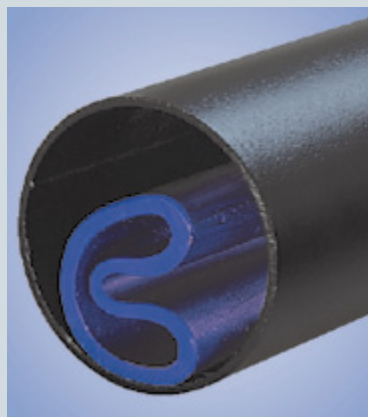


Bild 2: Compact Pipe® PE 100-RC



Bild 3: Compact Pipe® PE 100-RC Rohre

Rohr aufgenommen. Compact Pipe® PE 100-RC kann daher unabhängig vom Zustand des Altröhres und unabhängig von Baugrubenverfüllungen mit sandbettfreiem Aushubmaterial verwendet werden.

Nachweise der Hessel Ingenieurtechnik an installierten (I-stage) Compact Pipe® Rohren

Die grundsätzliche Eignung von PE 100-RC Material für PE Verformungsverfahren war fraglich. Seit 1990 reagiert die Wavin GmbH mit unterschiedlichen PE 80 und PE 100 Materialien auf weltweite Anfragen für das Produkt Compact Pipe. Doch wie würde das hochmoderne PE 100-RC auf Stauchungs- und Dehnungsbereiche im Querschnitt reagieren? Welche Beeinflussungen würden sich bei der Installation bemerkbar machen? Wie gut ist das Close-fit installierte PE 100-RC Rohr wirklich? Nach der auf die Materialien abgestimmten Produktion, wurden Compact Pipe® PE 100-RC Rohre als Trommelware in vier Strecken a 50 m Länge eingezogen und mit Heißdampf close-fit (eng anliegend) installiert. Proben in SDR 17, DN 150 und DN 400 wurden herausgetrennt und an die Hessel Ingenieurtechnik in Roetgen versandt.

Gegenstand der dortigen Untersuchungen waren Zeitstandzugprüfungen an gekerbten Proben aus dem installierten Compact Pipe® zur Bestimmung des Widerstandes gegenüber langsamem Rissfortschritt im Two Notch Creep Test (2NCT) [3] im Hinblick auf die Anforderung an die Spannungsrissebeständigkeit von Rohren nach PAS 1075. Die Proben wurden einer ca. 50 m langen Installationslänge aus Edelstahlrohren entnommen (Bild 3).

Aus dem Prüfmuster wurden in Rohrumfangsrichtung 10 mm breite Probenkörper mit parallelen Schnittflächen herausgearbeitet. Die Dicke der Probekörper entsprach mit ca. 10 mm der tatsächlichen Wanddicke des Rohres. Bilder 6 und 8 zeigt die Entnahmestellen aus den stark verformten Bereichen „1“, „2a“ und „2b“ und aus dem nahezu unverformten Bereich der „Signatur S“ des Compact Pipe®.

Probenpräparation und Prüfbedingungen

Die Probekörper aus den Rohrmustern wurden für die 2NCT-Prüfungen auf den parallelen Schnittflächen in radialer Richtung gekerbt. Die Kerbe wurde in die mit „1“, „2a“ und „2b“ markierten Bereiche und in den nahezu unverformten Bereich der Signatur (Bild 7) eingebracht.

Je drei gekerbte Proben wurden pro Prüfserie in Zeitstandzugversuchen bei $(90 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ in einer wässrigen Lösung aus deionisiertem Wasser und 2 % Netzmittel (NM5) geprüft (ACT-Verfahren) [4]. Die Prüfspannung von $4,0 \text{ N/mm}^2$ wurde auf den verbleibenden ungekerbten Restquerschnitt bezogen. Es wurden die Standzeiten der gekerbten Proben bis zum Bruch gemessen.

Ergebnisse

Alle Probekörper weisen spröde Bruchflächen mit einem Sprödebruchanteil $> 30 \%$ auf. Der Riss beginnt bei allen 2NCT-Proben an der Kerbe nahe der Rohraußenseite. Aus der Überlagerung der relaxierenden Restspannungen¹⁾²⁾ des Rohres nach der Rückverformung (Bild 6) und der



Bild 4: Prüfmuster Trinkwasser [5] aus HDPE XSC Blue



Bild 5: Prüfmuster Gas [6] aus HDPE XSC Orange

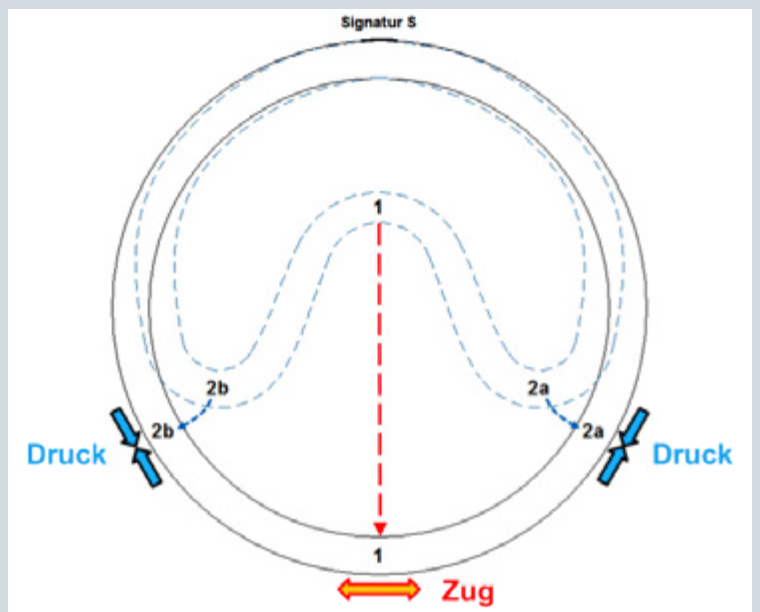


Bild 6: Verformung und zusätzliche Spannungen¹⁾²⁾ an der Rohraußenseite nach der Rückverformung [5][6]. Querschnitt gestrichelt: M-stage; Querschnitt Linie: I-stage

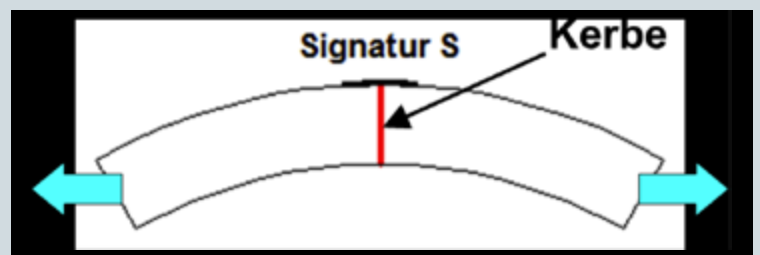


Bild 7: Radiale Kerbung auf den parallelen Schnittflächen der 2NCT-Proben [5][6]

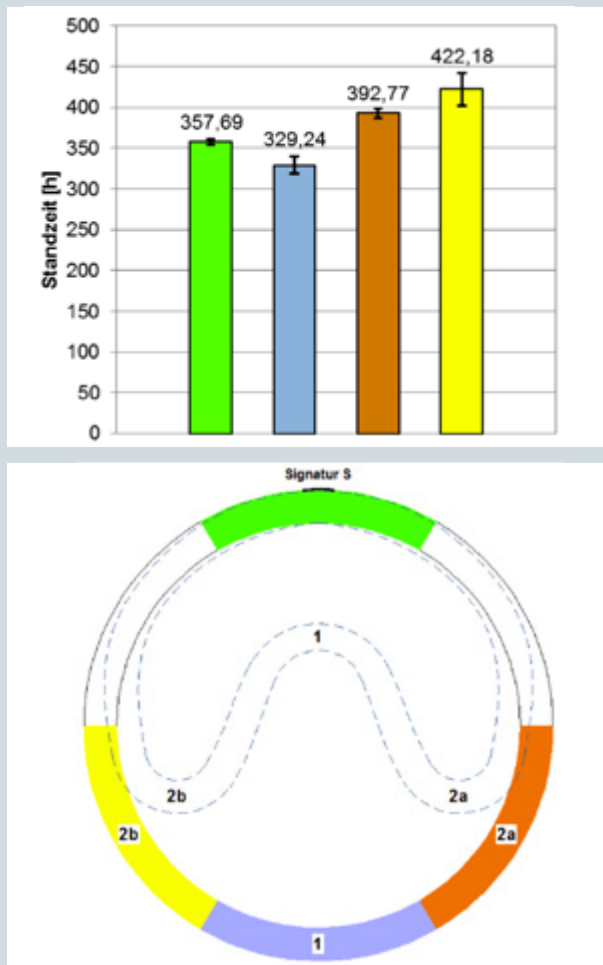


Bild 8: Geometrische Mittelwerte und Streuband der Standzeiten im ACT in Abhängigkeit der Entnahmeposition aus dem Compact Pipe® [5]

Prüfspannung ergibt sich die höchste Zugspannung für 2NCT-Proben an der rissbeginnenden Rohraußenseite aus dem Entnahmebereich „1“. Die niedrigste Zugspannung findet sich für 2NCT-Proben aus den Bereichen „2a“ und „2b“ an der Rohraußenseite. Das ACT-Verfahren detektiert die unterschiedlich belasteten Bereiche des Rohrquerschnittes eindeutig. Proben aus dem höher belasteten Bereich „1“ brechen geringfügig früher, Proben aus den niedriger belasteten Bereichen „2a“ und „2b“ später als Proben aus dem nahezu unverformten Bereich der „Signatur S“.

Fazit

Der werkseitige Verformungsprozess (M-stage), die Lieferung als Trommelware und der bauseitige Einzug- und Rückformprozess (I-Stage), haben demnach einen signifikanten, jedoch bei dem Spannungsrissniveau der

¹⁾ Relaxierende Rest-Zug-Spannung an der Rohraußenseite nach der Rückverformung
²⁾ Relaxierende Rest-Druck-Spannung an der Rohraußenseite nach der Rückverformung

untersuchten Rohre keinen relevanten Einfluss auf die Spannungsrissbeständigkeit der untersuchten Compact Pipe® Trinkwasser- und Gasrohre.

Die durch Heißdampf gesteuerte Rückverformung sorgt für eine erneute umfassende Temperung des PE-Rohres, während es eng an der äußeren Schalung positioniert wird. Die anschließende Kühlung unter Innendruck schließt die Installation ab. Es verbleibt ein neuer stabiler, spannungsarmer PE 100-RC Rohrquerschnitt. Die Anforderung von 160 h im ACT [4] an die Spannungsrissbeständigkeit von Rohren nach PAS 1075 korreliert mit einem FNCT Nachweis über 3300 Stunden. Die Proben aus Compact Pipe®, SDR 17 Installationen erreichen wesentlich mehr als die geforderten Standzeiten und erfüllen die Anforderungen der PAS 1075 für PE 100-RC Rohre um mehr als das Doppelte.

Literatur

[1] Hessel, J., Mindestlebensdauer von erdverlegten Rohren aus Polyethylen ohne Sandeinbettung; Teil 1: 3R international Heft 4/ 2001, S. 178 – 184, Teil 2: 3R international Heft 6/ 2001, S. 360 – 366
 [2] PAS 1075 2009-04, Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken - Abmessungen, Technische Anforderungen und Prüfung
 [3] DIN EN 12814-3 2005-10, Prüfen von Schweißverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen - Teil 3: Zeitstand-Zugversuch Anhang A.2 (informativ): Zeitstandversuch an Proben mit zwei Kerben (2NCT)
 [4] PA ACT 2.1-9 2005-09, Accelerated Creep Test (ACT) – Beschleunigtes Prüfverfahren mit Validierungsnachweis zur Bestimmung der Zeitstandfestigkeit von Polyolefinen.
 [5] Grieser, J., Untersuchungen an einem Wavin Compact Pipe DN 150 SDR 17 aus Total etrochemicals HDPE XSC 50 Blue, Bericht R14022580-A der HESSEL Ingenieurtechnik GmbH, Roetgen vom 16.04.2014
 [6] Grieser, J., Untersuchungen an einem Wavin Compact Pipe DN 150 SDR 17 aus Total Petrochemicals HDPE XSC 50 Orange, Bericht R1402580-C der HESSEL Ingenieurtechnik GmbH, Roetgen vom 17.04.2014

AUTOREN



Dipl.-Ing. (FH) **RALF GLANERT**
 Wavin GmbH, Twist
 Tel.: +49 (0) 5936-12-428
 E-Mail: Ralf.Glanert@wavin.de
 www.wavin.com



Dipl.-Ing. (FH) **JOHANNES GRIESER**
 HESSEL Ingenieurtechnik GmbH, Roetgen
 Tel.: +49 (0)2471-920 22-14
 E-Mail: johannes.grieser@hessel-ingtech.de
 www.hessel-ingtech.de