

GAS WASSER

Vortrag 11:

**Sicherheit und volle Nutzungsdauer bei HDD- und
Berstliningverfahren –
Anforderungen und Praxisbeispiele**

Dr.-Ing. Thorsten Späth,

geoplast W. Strumann GmbH & Co. KG, Greven

Alternative Verlegetechniken bieten ökologischen und ökonomischen Nutzen

Grabenlose Techniken bringen erhebliche zeitliche Vorteile und wirken sich günstig auf Verkehrs- und Lärmbelastigungen aus. Natürliche Hindernisse lassen sich kostengünstig unterqueren, Sanierungs- und Instandhaltungskonzepte stehen ebenfalls unter günstigeren finanziellen Rahmenbedingungen. Die hohe Flexibilität und augenscheinliche Robustheit von Polyethylen hat diesen Werkstoff zum Werkstoff Nr. 1 für grabenlose Verlegetechniken gemacht. Schnell unterschätzt wird dabei, dass ein grabenloser Rohreinzug im Gegensatz zur offenen, bewusst präparierten Bauweise höhere Anforderungen an die verwendeten Rohre stellt. In den bisherigen Normanforderungen werden diese erhöhten Ansprüche nicht rechtsverbindlich abgebildet. Daher werden an die Beteiligten hohe Anforderungen bezüglich der Auswahl der Materialien gestellt. Planer, Verarbeiter und Netzbetreiber haften ggfs. bis zu 30 Jahre. Das technische Regelwerk des DVGW fordert als Grundsatz und Ziel der Planung:

„Erdverlegte Versorgungsleitungen sind von hohem Wert. ...Bei der Auswahl der Bauteile (Rohre, Rohrleitungsteile und Armaturen) ist deshalb eine gesicherte Mindestnutzungsdauer von 50 Jahren zu fordern. ...“ [1]

Dieser Grundsatz muss auch für neue Anwendungen wie HDD und Berstliningverfahren gelten.

Ein im letzten Jahr vom Beuth Verlag publizierter Industriestandard, die PAS 1075, fasst nun die prüftechnischen Erkenntnisse der letzten 10 Jahre zusammen und beschreibt erstmalig die Anforderungen, um auch bei alternativer Verlegung 100 Jahre Betriebsdauer bei auslegungsbedingtem Betriebsdruck auf Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse abzusichern.

HDD- und Berstliningverfahren stellen höchste Anforderungen an die verwendeten Rohre.

PE-Rohrsysteme werden nunmehr seit 50 Jahren eingesetzt. Die Normung geht für PE 100 heute von mindestens 100 Jahren, Hessel sogar von einer deutlich längeren Betriebsdauer aus [2, 3].

Da sich in der Praxis gezeigt hat, dass es bei Rohren aus PE der ersten Generation durch lokale Spannungskonzentrationen bei Bettungsfehlern zu Spannungsrissen, also Brüchen wie im zweiten Ast der Zeitstandkurve

gekommen ist, ist die Verwendung von PE-Rohren in den Vorgaben zur Verlegung wie z. B. dem DVGW Arbeitsblatt W 400 heute eingeschränkt auf die offene Verlegung im Sandbett mit genauer Definition der Leitungszone [4].

Durch die neuen grabenlosen Bauweisen sind neue Fragen und andere, höhere Anforderungen an die Werkstoffe hinzugekommen. Sind diese Anforderungen durch verbesserte Rohstoffqualität abgesichert? Sind andere, neue Versagensmechanismen zu befürchten? Sind diese abgesichert?

Kerbschutz durch einen additiven Schutzmantel

Um den steigenden Anforderungen im Rohrleitungsbau gerecht zu werden, entwickelte egeplast bereits in den 90'er Jahren die erste Generation von Schutzmantelrohren [5, 6]. Der Schutzmantel verhindert während der Verlegung systematisch eine Vorschädigung des neuen Rohres, so dass dieses ohne Reduzierung des Sicherheitsfaktors ($C= 1,25$ für Trinkwasserrohre) in Betrieb genommen werden kann. Da die genormte Wanddicke genau - allerdings um den Sicherheitsfaktor erweitert - auf den Betriebsdruck abgestimmt ist, bedeutet jede Schwächung eine Reduzierung des ingenieurtechnischen Sicherheitsfaktors oder bei deutlicher Beschädigung sogar eine direkte Reduzierung der Druckfestigkeit der neuen Rohrleitung und somit eine Verkürzung der Nutzungsdauer.



Bild 1: Schwächung der Wanddicke durch Riefen beim Rohreinzug

Bei einer Beschädigungstiefe von 20 % reduziert sich an dieser Stelle die Wanddicke, dadurch erhöht sich die Spannung örtlich auf $10,20 \text{ N/mm}^2$, also über das zulässige Spannungsniveau hinaus. Zur Vereinfachung der Rechnung werden die Kerbgeometrie und die Auswirkungen auf das Bauteil hier nicht berücksichtigt. Die Auswirkung auf die Nutzungsdauer lässt sich in den Referenzkennlinien der Zeitstand-Innendruckfestigkeit (Mindestkurven nach DIN 8075) von Rohren aus PE 100 ablesen [7]. Daraus ergibt sich eine verbleibende Restnutzungsdauer von nur 23 Jahren. Eine Kerbe von 24% der Wanddicke reduziert die Zeit bis zum Schaden sogar schon auf 2,5 Jahre (s. Bild 2).

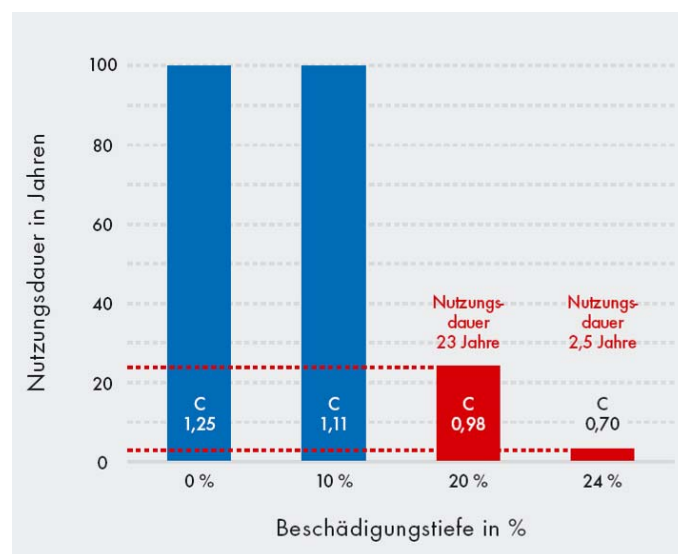


Bild 2: Nutzungsdauer in Abhängigkeit von der Beschädigungstiefe
PE 100, SDR 11 gemäß Referenzkennlinien nach DIN 8075 [7]

Diese Betrachtung anhand des flachen, also duktilen Astes der Zeitstandkurve, gilt nur für die spannungsrisssbeständigen PE 100-RC Werkstoffe. Bei kerbempfindlicheren Standardqualitäten des PE 100 ist bei einer solchen Beschädigung ein noch früheres Versagen durch Sprödbrüche zu befürchten. Ein zusätzlicher Schutzmantel hingegen schützt nicht nur beim Rohreinzug vor diesen Beschädigungen, auch die Sicherheit durch eine erhöhte Druckfestigkeit im Betrieb wird erhöht. Bild 3 zeigt die Zeitstanddruckfestigkeit eines Rohres mit Schutzmantel im Vergleich zur Druckfestigkeit eines Normrohres bzw. eines um 20% beschädigten Rohres. Da die Werkstoff-Festigkeiten des Schutzmantelrohres nicht normiert sind, wurde die Druckfestigkeit des Schutzmantelrohres experimentell mit Hilfe der Drucksteigerungsmethode ermittelt [8. 9].

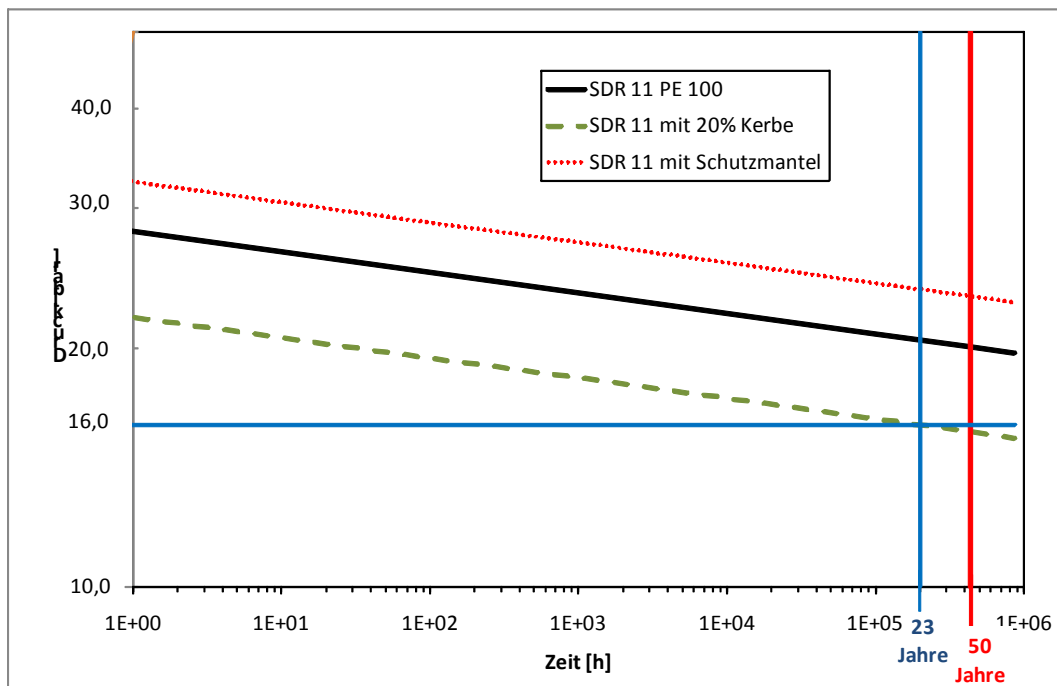


Bild 3: Druckzeitstandfestigkeit eines PE 100 Rohres bei 20°C gemäß DIN 8075 im Vergleich zu einem um 20% geschwächten Rohr und einem Rohr mit Schutzmantel

PAS 1075 – ein publizierter Industriestandard

Seit Juni 2009 ist die PAS 1075 „Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken - Abmessungen, Technische Anforderungen und Prüfung“ vom Beuth Verlag veröffentlicht [10]. Die PAS (PAS = **P**ublicly **A**vailable **S**pecification) legt erstmals als allgemein verfügbare Spezifikation Eigenschaften, Anforderungen und Prüfverfahren für Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken fest. Diese Anforderungen gehen deutlich über die in DIN EN Normen und in den DVGW-Regelwerken festgeschriebenen Eigenschaften für Rohre für die offene Bauweise hinaus und sichern auch für alternative Verlegeverfahren eine Nutzungsdauer von mindestens 100 Jahren ab.

Die PAS 1075 gruppiert die am Markt angebotenen Rohrsysteme herstellerunabhängig in drei Typen und gibt den Anwendern damit die Möglichkeit zwischen den Rohrkonstruktionen gemäß den Praxisanforderungen zu differenzieren.

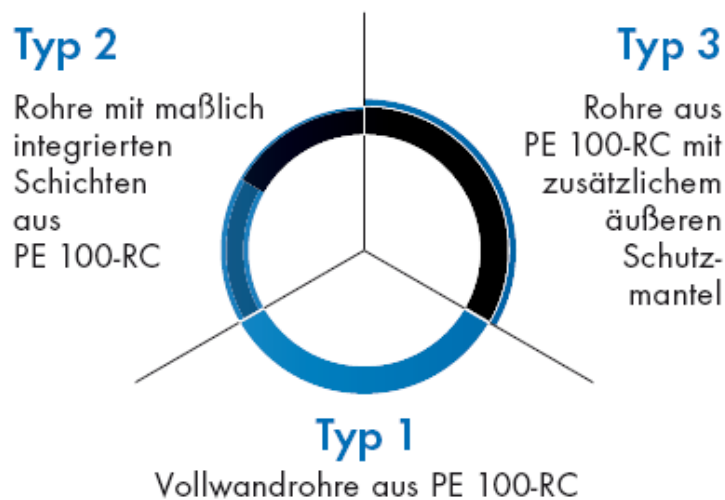


Bild 4: In der PAS 1075 beschriebene Rohrkonstruktionen

Bei den Prüfungen nach PAS 1075 wird nach Zulassungs- und produktionsüberwachenden Prüfungen, sowie zwischen Werkstoffprüfungen und Bauteil (Rohr-)prüfungen unterschieden.

Werkstoffprüfungen:

PE 100-RC Werkstoffe müssen eine Standzeit im FNCT (Full Notch Creep Test) bzw. im Punktlastversuch (80°C ; $\sigma = 4 \text{ N/mm}^2$; 2% Arkopal N-100) von mindestens 8.760 Stunden nachweisen. Damit ist eine genaue Definition getroffen, welche Werkstoffe als PE 100-RC nach PAS 1075 bezeichnet werden dürfen. Diese hohen Qualitätsanforderungen bringen den Netzbetreibern die notwendige Sicherheit, dass Schäden durch Spannungsrisse konsequent ausgeschlossen werden können.

Bauteil (Rohr-)Prüfungen:

Die Zertifizierung des Werkstoffs (Rohstoffgranulat) allein reicht nicht, um Rohrleitungssysteme nach PAS 1075 zertifizieren zu lassen. Um die Anforderungen an das neue, alternativ verlegte Rohr festzulegen, definiert die PAS 1075 alle notwendigen Prüfungen für aus PE 100-RC produzierte Rohre und fordert auch eine unabhängige Zertifizierung der Bauteile.

Am Bauteil Rohr ist an den verarbeiteten PE 100-RC Werkstoffen gemäß der von Hessel publizierten Korrelation [11] eine Mindestprüfzeit im FNCT von noch

> 3300 h nachzuweisen und im Punktlasttest von mindestens einem Jahr Prüfzeit.

Vielfach diskutiert wird das potentielle Durchbohren einer grabenlos verlegten Leitung durch anliegende spitze Steine oder scharfe Graugussscherben. Dieser Schaden ist nicht durch den Punktlastversuch mit der simulierten, stumpfen Punktlast abgesichert. Einen Ansatz, diesen Versagensmechanismus durch eine Baumusterprüfung auszuschließen, bietet der Penetrationstest [12]. Es ist nachzuweisen, dass die Penetration eines spitzen Gegenstandes (z. B. Graugussscherbe beim Berstlining) durch die Wand eines unter Betriebsdruck stehenden Rohres innerhalb der vorgesehenen Betriebszeit des Rohres nicht zu erwarten ist. egeplast Schutzmantelrohre erfüllen diese Anforderung. Rohre, die diese Anforderung nicht erfüllen, in der Regel ohne Schutzmantel, dürfen bei potentiell in der Rohrzone vorhandenen scharfen Steinen oder Scherben nicht mit dem normalen Auslegungsbetriebsdruck MDP betrieben werden. Der Betriebsdruck muss entsprechend abgemindert werden. Zertifikate von DIN CERTCO enthalten für solche Rohrkonstruktionen daher den Hinweis: "Zurzeit ohne Angabe Betriebsüberdruck Berstlining". egeplast beteiligt sich im Rahmen eines Industrieforschungsvorhabens an der Ermittlung der Abminderungsfaktoren und gibt das 9010 RC^{plus} Rohr, welches außer dem Penetrationsversuch alle Anforderungen der PAS 1075 erfüllt, nicht für die grabenlosen Verlegeverfahren frei.

Einsatzempfehlung zur sicheren Nutzung der alternativen Verlegeverfahren

Nur Rohre mit additivem Schutzmantel (Typ 3 nach PAS 1075) erfüllen alle Anforderungen (auch den Penetrationstest) und sollten folgerichtig bei „Black-Box“ Verlegungen in geschlossener Bauweise eingesetzt werden (s. Tab. 3).

Tabelle 3: Einsatzempfehlung

	Offene Bauweise ohne Sandbett	Geschlossene „Black Box“ Bauweise, Spülbohren, Berstlining
Notwendige Bauteilprüfung zusätzlich zu den Anforderungen an Rohre für die offene Bauweise gemäß GW 335 A2 [13]	Punktlast	Ritzprüfung Penetrationstest Punktlast
Rohrtyp gemäß PAS 1075	Typ 1 Typ 2 Typ 3	Typ 3

Alle Schutzmantelrohrsysteme, die für die grabenlose Verlegung von egeplast empfohlen werden, werden mit der unabhängigen Zertifizierung vom TÜV Süd nach PAS 1075 angeboten.

Die PAS 1075 schafft einen Qualitätsstandard, der durch normierte bzw. akkreditierte Prüfmethode verifiziert werden kann. Damit ist sie eine ideale Ergänzung der bewährten Standards des DIN und DVGW. Zertifizierte Produkte, die auch die Bauteilzulassungsprüfungen erfüllen und deren gleichbleibende Qualität überwacht und bestätigt wird, können bei den Zertifizierern angefragt bzw. auf den Websites eingesehen werden. Als einer der Verfasser halten wir es für sehr wichtig und erforderlich, dass die Produkte, die wir mit diesen Qualitätsmerkmalen für unsere Kunden produzieren, ohne Widerspruch alle gestellten Mindestanforderungen dieser PAS erfüllen.

Projektbeispiele:

Projektbeispiel 




Auftraggeber:	Dew 21
Projekt:	Sanierung von Gasleitungen aus Guß
Herausforderung:	Erneuerung des Gasnetzes in Dortmund
Verlegetechnik:	Berctlining

Projektbeispiel 

Projekt: Wien- 225er egeplast SLM KKS




Auftraggeber:	Wien Energie — GA 8
Herausforderung:	Teilerneuerung einer alten völlig korrodierten Stahlleitung unter Aufrechterhaltung des Gesamtleitungskathodenschutzes
Verlegetechnik:	Berctlining mit kombiniertem Einzug des Kathodenschutz-Kabels
Einsparungen Kosten:	mind. 50% gegenüber konventionell
Eingesetztes Rohmaterial und Formate:	egeplast SLM-KK 8, OD225 - 12m - Stangen

Projektbeispiel



Projekt: Stadtwerke Karlsruhe SLM KKS - Rohr



Auftraggeber:	Stadtwerke Karlsruhe
Projekt:	Sanierung einer Gasleitung aus Stahl
Betriebsdruck:	Bis max. 10 bar ausgelegt
Herausforderung:	Aufrechterhaltung des kathodischen Korrosionsschutzes
Eingesetztes Rohrmaterial und Formteile:	SLM KK 3 – Rohr / Übergänge Stahl auf PE

Projektbeispiel



Projekt: Oslo- Berstlining 355 mm SLA in 150 mm Gussleitung



Auftraggeber:	Oslo Kommune
Projekt:	Oslo City - „Sargatei“
Medium:	Trinkwasser
Betriebsdruck:	Zulässiger Betriebsdruck PN 12,5
Herausforderung:	1. Berstlining 355 mm Neuleitung in 150 mm Gussleitung 2. enge Strassen in der City von Oslo
Eingesetztes Rohrmaterial und Formteile:	158 m SLA Barrier Pipe 355 x 32,2 mm SDR 11 rd. 1.500 m SLA Barrier Pipes 150 x 18,4 mm SDR11

Projektbericht



egeplast

Projekt: Innsbruck – 225er egeplast SLM DCT



Auftraggeber:	IKE – Innsbrucker Kommunalbetriebe
Herausforderung:	Teilerneuerung und Aufweitung von DN 100 auf OD 225 einer alten GG Leitung und Kontrolle des PE Rohres nach dem Einzug
Verlege-technik:	Berstlining in 2 Stufen von DN 100 bis OD 225 / 3DR 11
Einsparungen Kosten:	mind. 80% gegenüber konventionell
Eingesetztes Rohrmaterial und Formteile:	egeplast SLM DCT, OD225

Projektbeispiel



egeplast

Projekt: HDD Bohrung SLA 630 mm Shell Rotterdam



Auftraggeber:	Evides Waterbedrijf
Projekt:	Anschluss Shell
Medium:	Trinkwasser
Betriebsdruck:	2 bar
Herausforderung:	Verlegung zwischen den Ölfeldern
Eingesetztes Rohrmaterial und Formteile:	SLA 630 mm PE 100 3DR11

Literaturhinweise:

- [1] DVGW Arbeitsblatt W 400 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen Teil 1: Planung“, 2004
- [2] DIN 8074: „Rohre aus Polyethylen (PE); PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD Maße“, 1999
- [3] Hessel, J.: „100 Jahre Nutzungsdauer von Rohren aus Polyethylen“, 3R international (46) Heft 4/2007
- [4] DVGW Arbeitsblatt W 400 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen Teil 2: Bau und Prüfung“, 2004
- [5] Schröder, G.: „Safety-Line – Die neue Generation von PE-HD-Rohrleitungen“ bbr 4/1995
- [6] Wolter R.: „Flexibel und doch widerstandsfähig“, gwf (140) S. 130-131, 1999
- [7] DIN 8075: „Rohre aus Polyethylen (PE); PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung“, 1999
- [8] Hessel J.: „Kosten- und zeitsparendes Verfahren zur Erzeugung von Zeitstandkurven für Rohre aus Kunststoffen“ 3R international (48) Heft 11/2009
- [9] Stranz, M: „HexelOne[®] Hochdruckrohre im Praxiseinsatz – Nachweis der Druckfestigkeit und Anwendungsbeispiele“, Tagungsband Wiesbadener Kunststoffrohrtage 2010
- [10] PAS 1075 „Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken - Abmessungen, Technische Anforderungen und Prüfung Beuth Verlag (Ref. Nr. PAS 1075: 2009-04)
- [11] Hessel J.: „Mindestlebensdauer von erdverlegten Rohren aus Polyethylen ohne Sandeinbettung“, 3R international (40) Heft 4 u. 6/2001,
- [12] Hessel J.: „Qualitätssicherung für grabenlos verlegbare Rohre aus Polyethylen“, Tagungsband Zweites Deutsches Symposium für die grabenlose Leitungserneuerung, Universität Siegen 09/2007
- [13] DVGW Arbeitsblatt GW 335-A2 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme in der Gas- und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen – Teil A2: Rohre aus PE 80 und PE 100“, November 2005