

PE 100 RC EVOLUTION

*Technischer Bericht über herkömmliches PE 100 und
PE 100 RC Evolution mit erhöhter Beständigkeit*



Verkaufsbüro Locarno
FRIGERIO SA, Abteilung System Group
Via Varesi 18 • 6600 Locarno
Tel 091 756 06 76 • Fax 091 756 06 73
frigerio (at) systemgroup.ch • www.systemgroup.ch

Verkaufsbüro Hochdorf
FRIGERIO SA c/o Vito de Leonardis
Dammstrasse • 6280 Hochdorf
Tel 079 815 68 25
vito.deleonardis (at) systemgroup.ch

CENTRALTUBI ist eine von 16 Produktionsstätten der System Group, welche über ein komplettes und umfangreiches Rohrprogramm für glattwandige PE Rohre in den Durchmessern von 20mm bis 1000mm verfügt. Geschultes Fachpersonal und Maschinen der neusten Generation gewährleisten eine optimale Qualität.

Druckrohre PE 100 RC EVOLUTION



Die Evolution... der Sicherheit



PE100 RC *Evolution* ist das Rohr für Wasser- und Gasleitungen, das im Vergleich zur Qualität des herkömmlichen PE100 einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor während der Montage der Leitungen gewährleistet. Es löst die kritischen Aspekte der Installation und senkt die Unterhaltskosten.

In der Entwicklung von Polyethylen für Druckrohre wurde in den letzten Jahren die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften angestrebt. Es konnten Granulate hergestellt werden, die heute eine Haltbarkeit (50 Jahre) von 8 N/mm² garantieren.

Dieses Ergebnis wurde dank der Entwicklung von Verfahren zur Kontrolle der chemischen Polymerisation des Ethens (leichte Fraktion des Erdöls) erreicht. Mit Hilfe eines zweistufigen Reaktionsprozesses wird unter Einsatz besonderer Katalysatoren ein „bimodales“ Granulat erzeugt, das sich durch eine verbesserte mechanische Festigkeit auszeichnet.

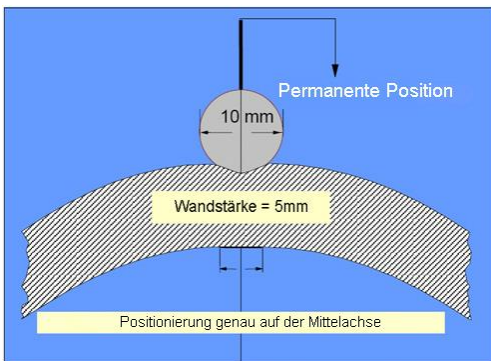
Wenn einerseits die Entwicklung des Produktionsprozesses für Polyethylen dazu geführt hat, dass Polymere mit immer besserer mechanischer Beständigkeit entwickelt wurden, dürfen andererseits die Erfordernisse des Endverbrauchers nicht vergessen werden, den dieser verlangt ein langfristig zuverlässiges Produkt, das nicht nur unter idealen Laborbedingungen seine Aufgaben erfüllt, sondern auch und vor allem unter den realen Bedingungen der Baustellen und des späteren Betriebs seine Qualität beweist.

Das Polyethylen, das für die Herstellung von PE100 RC *Evolution* verwendet wird, wurde eigens entwickelt, um derartige Probleme zu lösen: Die Entwicklung von Granulaten mit immer besseren mechanischen Eigenschaften (es handelt sich um ein PE100-Polyethylen) und die Gewährleistung der Zuverlässigkeit sowohl beim Verlegen als auch im Betrieb (hohe Beständigkeit gegen das langsame Risswachstum).

Verglichen mit dem klassischen Polyethylen PE100 ist das Polyethylen PE100 RC *Evolution* ein Material mit einem MRS-Festigkeitswert von 10,0 N/mm² (Bestimmung der mechanischen Haltbarkeit nach ISO/TR 9080) bei einer hohen Beständigkeit gegen das schnelle Risswachstum >12 bar bei 0°C (nach Test S4, wie in ISO 13477 definiert), weist aber zusätzlich zu allen diesen Eigenschaften eine extrem hohe Beständigkeit gegen das langsame Risswachstum auf, die auch weit höher ist als die des Polyethylens PE80 mittlerer Dichte (PE-MD).

Die Referenznorm für die Bestimmung der Beständigkeit gegen das langsame Risswachstum (Slow Crack Growth – SCG) ist ISO 13479. Nach dieser Norm wird eine Probe eines stranggepressten Rohres aus einem bestimmten Granulat mit vier Schnitten versehen, die eine genau definierte Form aufweisen und 20 % der Stärke betragen, und bei einer Temperatur von 80°C getestet. Die betreffenden Produktnormen verlangen als Mindestanforderung 165 Std., während das Polyethylen PE100 RC *Evolution* eine Anforderung von mindestens 8760 Std. garantiert, was bei den gleichen Belastungen bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Beständigkeit von mindestens 100 Jahre bedeutet.

Die gleichen Ergebnisse von mehr als 8760 Std. wurden bei Punktlastversuchen (Kugel mit 10 mm Durchmesser) bei 80°C in aggressiver Umgebung (oberflächenaktive Stoffe) und unter Druck erreicht.



Versuch auf Rohr mit \varnothing 110mm
 Lokale Deformation Aussen Wasser
 Innen Wasser mit 2% Arkopal
 Probetemperatur 80° C
 Probedruck 8 Bar

8760 Std. bei 80°C in aggressiver Umgebung wurden mit Polyethylen PE100 RC *Evolution* auch beim Full Notch Creep Test überschritten.

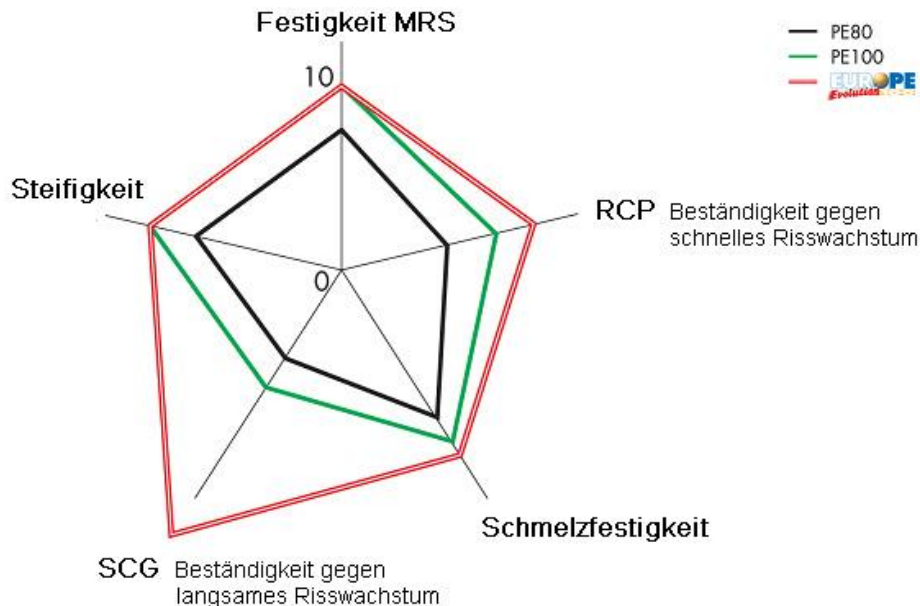
Bei Polyethylen PE100 RC *Evolution* kam es nicht einmal bei der Durchführung des Cone Test bei 80°C zu einer Ausbreitung des Risses. Bei diesem Versuch wird ein Rohr eingekerbt. In dieses Rohr wird ein Kegel eingeführt, dessen Abmessungen 112 % des Innendurchmessers betragen. Während die Normen einen Wert für die Ausbreitungsgeschwindigkeit von weniger als 10 mm/Tag vorsehen (eine Nichtausbreitung ist nicht vorgesehen), war bei Polyethylen PE100 RC *Evolution* nach 40 Tagen noch keinerlei Beginn einer Rissausbreitung festzustellen.

Dank dieser Ergebnisse der Prüfreihe kann bestätigt werden, dass Rohre aus PE100 RC *Evolution*, ein Produkt darstellen, das sich von anderen auf dem Markt vollständig unterscheidet, dabei aber alle Eigenschaften klassischer PE100-Rohre bewahrt.

Technische Innovationen

Unsere aus Polyethylen PE100 RC *EVOLUTION* hergestellten Rohre weisen eine hohe Beständigkeit gegen langsames Risswachstum (Slow Crack Growth) auf und tragen zur einer Verlängerung der Lebensdauer der Rohrleitung auch im Fall starker Beschädigungen (Abrieb, Einschnitte, Gestein in direkter Berührung mit der Rohrleitung, grabenlose Verlegung) bei.

Die nachstehende Grafik zeigt die Eigenschaften.



Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass Polyethylen folgende Eigenschaften besitzt:

- ✓ Stossfestigkeit und Beständigkeit gegen niedrige Temperaturen dank seiner hohen Zähigkeit. Daher besonders in instabilen Situationen geeignet
- ✓ Korrosionsbeständigkeit auch in aggressiven Umgebungen und bei Vorkommen von Fremdströmen. Kann daher ohne Schutz verlegt werden
- ✓ Geringer Reibungswiderstand aufgrund der glatten Oberfläche, die das Auftreten von Inkrustationen verhindert
- ✓ Beständigkeit gegen eine Vielzahl chemischer Produkte, Lösungsmittel und gegen die meisten bakteriologischen Stoffe im Boden
- ✓ Einfache Verlegung und Instandhaltung aufgrund des geringen Gewichts und der hohen Flexibilität bieten Kosteneinsparungen bei Transport und Verarbeitung
- ✓ Möglichkeit zur Sanierung alter Rohrleitungen mit Hilfe des Relining-Verfahrens.

Die Beständigkeit gegen langsames Risswachstum (SCG) der bimodalen PE100-Granulate wird dank der Optimierung der Polymerisierung und einer präzisen Berechnung der Verteilung des Molekulargewichts erreicht. Auf diese Weise wurde bereits eine Leistung nachgewiesen, die herkömmliches PE100 um das Zehnfache übersteigt.

Die verschiedenen Prüfmethode zur Bewertung der Sprödbbruchbeständigkeit, einschliesslich der Drucktests im Punktlastversuch, haben eine tatsächlich reziproke Entsprechung nachgewiesen.

Die gemessenen Leistungswerte lassen ebenso die Annahme zu, dass sich mit PE100 RC *Evolution* - Granulaten die tatsächlichen Kosten moderner Rohrinstallationsverfahren verringern lassen.

Beim langsamen Risswachstum (SCG) dehnt sich der Riss in der Oberfläche einer Polyethylenleitung, die durch eine Punktbelastung eingekerbt oder belastet worden ist, über einen recht langen Zeitraum aus, der allerdings aufgrund der jeweils vorhandenen Bedingungen unterschiedlich ist.

Das Bestehen dieser Bedingungen ist bei der Prüfung nicht feststellbar. Die Veränderungen werden erst nach Jahren, wenn Instandhaltungsmassnahmen notwendig werden, festgestellt.

Die Forschungsanstrengungen waren darauf ausgerichtet Lösungen zu ermitteln, mit denen reale Problemstellungen gelöst werden können, einschliesslich der Probleme wie sie auf der Baustelle auftreten (mangelnde Sorgfalt oder moderne Verlegesysteme), und unter gleichzeitiger Wahrung der hochwertigen Werkstoffeigenschaften (geringes Gewicht, Biegsamkeit, Verbindungssysteme usw.).

Polyethylen PE100 RC *Evolution*, das für die Herstellung von PE100 RC *Evolution*-Rohren verwendet wird, ist das Ergebnis einer Forschung, die durch eine genaue Berechnung der Molekulargewichtsverteilung und der Optimierung der Polymerisation die Produktion eines Granulats möglich gemacht hat. Dieses Resultat führt dazu, dass PE100 RC *Evolution*-Rohre keine Einschränkungen bei den Eigenschaften der Rohrleitungen ergeben und ausserordentliche Beständigkeitswerte gegen das langsame Risswachstum aufweisen.

Die oben gezeigten hohen Werte der BESTÄNDIGKEIT GEGEN DAS LANGSAME RISSWACHSTUM verleihen den PE100 RC *Evolution*-Rohrleitungen einen höheren Grad der Sicherheit bei der Handhabung auf der Baustelle, die sich wie folgt unterscheiden:

- ✓ **Hygiene:** keine Einschlüsse in der Leitung von aussen nach innen (Verunreinigung)
- ✓ **Wirtschaftlichkeit:** kein Wasserverlust, niedrigere Instandhaltungskosten und Massnahmen, geringere Effizienzverluste beim Betrieb des Netzes;
- ✓ **Betrieb:** weniger Störungen für den Nutzer.

Eigenschaften	Einheit	Polyethylen
FNCT (full notch creep test)	Stunden	≥8760
PLT (point loading test)	Stunden	≥8760
SCG (Notch test)	Stunden	≥8760
Härtegrad Shore	D	65
Vicat Erweichungs- und Formbeständigkeitstemp. (Angewandte Kraft: 50N)	°C	124
Linearer Ausdehnungskoeffizient α	mm/m°C	0,22
Versprödungstemperatur – ASTM D746	°C	< -70
Thermische Leitfähigkeit	W / m°C	0,4
Dielektrische Leitfähigkeit	-	2,5
Kurzzeit Elastizitätsmodul	Mpa	≥1000
Langzeit Elastizitätsmodul	Mpa	≥160
Dichte	Kg/mc	≥950

Schlussbetrachtungen und Instandhaltung der Arbeiten

Es muss beachtet werden, dass Rohre welcher Art auch immer, die ein Wasser- und Gasversorgungsnetz bilden, besondere Eigenschaften besitzen, die den Anforderungen auch hinsichtlich der Verlegesysteme entsprechen, damit nicht zu einem späteren Zeitpunkt Probleme auftreten, die zu einer geringeren technischen Nutzungsdauer als erwartet führen.

Die Verlegeempfehlungen für Rohrleitungen aus Thermoplast sehen generell die Vorbereitung eines geeigneten Verlegebetts vor, das seitlich angemessen verdichtet und mit üblichem Auffüllmaterial (Sand, feiner Kies usw.) überdeckt wird. Ein wichtiger Aspekt ist, die Rohrleitung vor möglichen Unebenheiten des Bodens oder der Grabenwand (Steine) zu schützen, die zu Punktlasten führen können. Mögliche Nichtbeachtung von Verlegevorschriften und/oder unvorhergesehene Situationen können unter herkömmlichen Verlegebedingungen zu unvorhergesehenen Umständen führen, die eine Beeinträchtigung der Lebensdauer und des effizienten Betriebs des Versorgungsnetzes mit sich bringen. PE100 RC *Evolution*-Rohrleitungen bieten dagegen hohe Garantien gegen diese genannten besonderen Vorkommnissen.

Der Wunsch nach Vereinfachung der Installation und einer Verkürzung der Bauzeiten, haben die Installationsfirmen zu neuen Verlegetechniken gebracht. PE100 RC *Evolution* eignet sich ausgezeichnet für die verschiedensten Verlegetechniken. Diese moderne Verlegungsarten, die sich immer weiter entwickeln und deren Kosten ständig wettbewerbsfähiger werden, löst zahlreiche Probleme, die mit herkömmlichen Arbeitstechniken nicht behoben werden können, wie zum Beispiel:

- ✓ Verlegen von Rohrleitungen unter historischen/wertvollen Böden, die nicht aufgedigelt werden können oder sollten
- ✓ Schwierige Situationen wie Wasserläufe, Strassen, Eisenbahnstrecken, Bauten usw.
- ✓ Vermeidung von Überschneidungen mit anderen bereits bestehenden Einrichtungen und/oder unterirdischen Leitungen und der daraus entsprechend resultierenden Versorgungsunterbrechungen
- ✓ Keine Störung des Verkehrs auch in Stadtbezirken

Zu den grabenlosen Verlegetechniken zählen neben Relining und Rohrsplitting (Austausch duktilen Materials) auch Grabenfräsen, Pipe-Bursting (Austausch spröden Materials), Lenkbohrung Kabelpflug sowie Verlegen ohne Sand.

PE100 RC Evolution-Rohrleitungen bieten die folgenden Vorteile:

Sicherheit

Sicherheit (Produkt- und Lieferantenzuverlässigkeit) – (Toleranz gegenüber Arbeits- und Installationsbeschränkungen) Widerstandsfähig gegen äussere mechanische Beschädigungen vor, während und nach dem Einbau.

Vereinfachtes Verlegen

Kein nachträgliches Bearbeiten am Rohr, Rohrverlegung wie bei herkömmlichen PE100, gleiche Verbindungsteile wie z.B. Formstücke, Schweissmuffen usw., einsetzbar, keine teuren, speziellen Verlegewerkzeuge nötig.

Langlebigkeit

Die exzellenten Eigenschaften des PE100 RC Evolution wie zum Beispiel hohe Werte des RCP und SCG geben dem Rohrsystem eine erhöhte Lebensdauer selbst bei Beschädigungen > 100 Jahre (Beschädigungen wie leichte Kerben, Kratzer usw) verringerte oder keinerlei Instandhaltung.

Wirtschaftlichkeit, niedrige Materialkosten, niedrige Installationskosten, niedrige Betriebskosten