

Kunststoffrohrleitungen - Herstellung bis Recycling

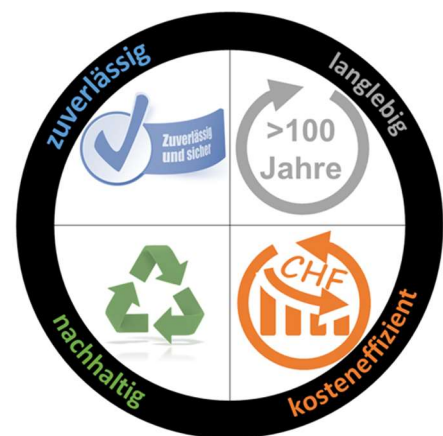
1 Einleitung

Kunststoff-Rohrleitungen leisten seit über **60 Jahren** einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Schweizer Gesellschaft: Sie sichern den Transport des wichtigen Lebensmittels „Wasser“ in Rohrleitungen von der Quelle bis zum Verbraucher und spielen eine wesentliche Rolle beim Abwasser- und Regenwasser-Management. Darüber hinaus sind sie aus der Abwasseraufbereitung, Industrieapplikationen und in der Hausinstallation nicht mehr weg zu denken.

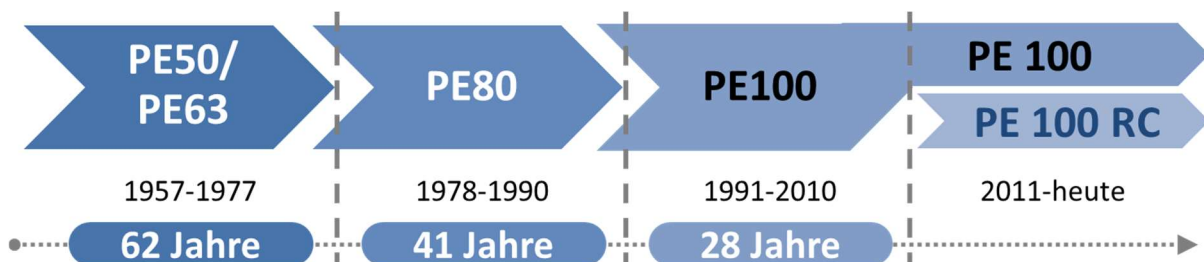
2 Polyethylen (PE) Rohre – gestern und heute

Rohrleitungen aus Polyethylen (PE) haben sich in der Schweizer Wasser- und Gasversorgung vor allem durch die herausragenden Werkstoffeigenschaften durchgesetzt:

- Zuverlässigkeit des Komplett-Systems
- Geringe Schadensrate.
- Langlebigkeit mit Nutzungsdauer von >100 Jahre.
- Wirtschaftlichste Gesamtbetriebskosten.
- Keine Korrosion
- Grosse Flexibilität des Werkstoffs
- Zuverlässige Verbindungstechnik (Schweissen)
- Geringes Gewicht
- niedrigster Ressourcenverschleiss/ beste Ökobilanz.



2.1 60-jährige PE-Historie



PE50/ PE63:

Polyethylen (PE) der ersten Generation wurde erstmals in den Sechziger Jahren in der Schweizer Wasserversorgung eingesetzt. Das damalige PE50/ PE63 wurde früher als PE-HD bezeichnet. Die schwarz durchgefärbten PE50/ PE63-Rohre hatte noch keine Medienstreifen (blau – Wasser; gelb – Gas).

Für in Betrieb befindliche Rohre dieser Kategorie gilt:

- In Betrieb befindliche PE63-Rohre haben das Lebensdauerende noch lange nicht erreicht – es kann von einer weiteren Nutzungsdauer von min. 25-30 Jahren ausgegangen werden. (Siehe DVGW-Forschungsbericht „Integrität von PE-Gas- und Wasserleitungen der ersten Generation“)

- Diese Leitungen sind bedingt schweisbar. D.h. entweder zum Schweißen den MFR bei Rohrhersteller bestimmen lassen oder im Zweifelsfall eine mechanische Verbindung mittels Mehrbereichskupplung erstellen.

PE80/ PE100:

Mit Einsatz von Polyethylen der zweiten Generation (PE80), Anfang der 80er-Jahre, wurden die Vorzüge des Komplettsystems und die zuverlässigen Schweissverfahren flächendeckend im Schweizer Markt erkannt.

Eine Werkstoff-Weiterentwicklung Ende der Achtziger zum Polyethylen der dritten Generation (PE100) ermöglichte eine Leistungssteigerung der mechanischen Belastbarkeit. Damit konnte bei gleicher Druckstufen mit geringeren Rohrwanddicken gearbeitet werden. Der Schweizer Markt war Anfang der 90er-Jahre über die bessere hydraulische Kapazität und die höhere Wirtschaftlichkeit der PE100-Rohrsysteme sehr erfreut.

PE100-RC:

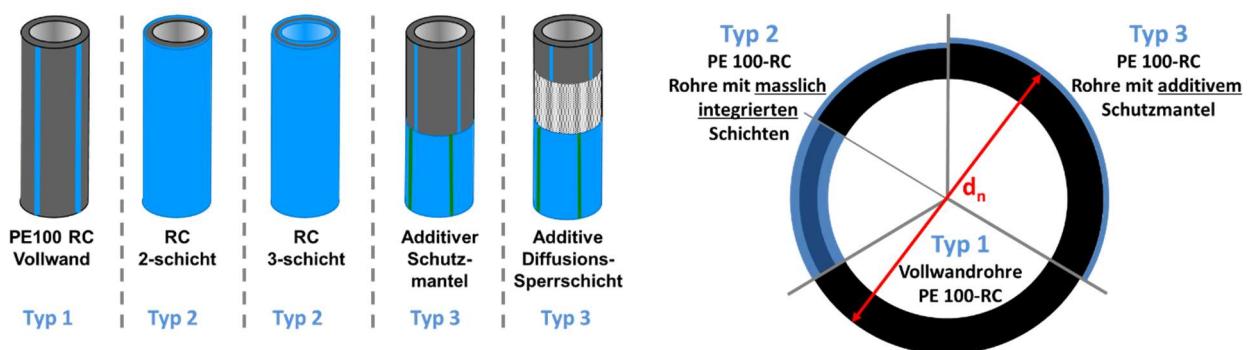
Mit der Entwicklung neuer, grabenloser Verlegeverfahren und dem Einzug sandbettloser Verletechnik war es notwendig die Aussenhaut der Rohre vor Beschädigungen zu schützen. Anfang dieses Jahrzehnts wurden PE100-RC Rohrsysteme mit erhöhter Rissbeständigkeit (Raise Crack resistance) eine neue Ära in puncto wirtschaftlicher Verletechnik eingeläutet.

Dieser PE100-RC Rohrsysteme sind aufgrund Ihrer Rissunempfindlichkeit, der Flexibilität und der Möglichkeit lange Rollen-Rohrstränge einzusetzen auch die erste Wahl bei der Sanierung von biegesteifen Altrohrleitungen.

→ Eine Übersicht der grabenlosen Neuverlege- und Sanierungs-Verfahren finden Sie in der VKR-Richtlinie/Leitfaden RL02 „PE-Druckrohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung“, welche Sie auf der VKR-Webseite im Download-Bereich kostenlos herunterladen können.

2.2 Heutige PE-Rohrtypen

Im Schweizer Markt werden heutzutage folgende Rohrtypen vertrieben:



- ① Vollwandrohre aus PE100-RC → PAS 1075 Typ 1
In der Schweiz sind für Trinkwasser-Anwendungen nur noch PE100-RC Rohre im Einsatz.
- ② Rohr mit integriertem Schutzmantel (9010) → PAS 1075 Typ 2
- ③ Rohr mit integrierter inneren und äusseren Schicht (TS) → PAS 1075 Typ 2
- ④ Rohr mit additivem äusseren Schutzmantel → PAS 1075 Typ 3
(Verbindung auf dem inneren, schwarzen Medienrohr)
- ⑤ Rohr mit Diffusionssperrschicht → PAS 1075 Typ 3
(für kontaminierte Böden oder Bereiche mit Havarie-Risiko)

Für Rohre des Typs 1 und 2 ist die Verbindung direkt auf dem Rohraussendurchmesser (d_n) zu erstellen.

Hingegen müssen für Rohre des Typs 3 für die Erstellung geschweissten – als auch von mechanischen - Verbindungen der additive Schutzmantel bzw. die additiven Schichten entfernt werden.

Für das Abmanteln der additiven Schicht sind geeignete Werkzeuge zu verwenden.

Die Verbindung hat auf dem schwarzen, drucktragenden Medienrohr zu erfolgen, welches den Nenndurchmesser (d_n) aufweist.



3 Neuheiten und Einsatzmöglichkeiten

Die Investitionen in Druckrohrleitungsnetze bedeuten für Wasserversorgungsunternehmen ein beträchtliches finanzielles Kapital. In der Schweizer Wasserversorgung gehen ca. 80% der Investitionen in die Leitungen! Neben den Anforderungen für den Verbraucher (z.B. Sicherheit, Trinkwasserqualität, Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit) muss das ausgewählte Rohrleitungssystem auch den wirtschaftlichen Ansprüchen des Versorgungsunternehmens genügen. Nicht die reinen Erstehungskosten für die Rohrleitungskomponenten stehen hierbei im Vordergrund, sondern die Gesamtbetriebskosten für Bau, Betrieb und Unterhalt.

Obige Faktoren wurden bei der Entwicklung neuer Komponenten für Polyethylen-Rohrleitungen besonderes Augenmerk geschenkt und es können nachfolgend interessante Neuheiten in den Bereichen

- Rohre und Verlegetechnik
 - Formstücke und Verbindungstechnik
 - Kunststoff-Armaturen und
 - Dienstleistungen
- vorgelegt werden.

3.1 Rohre und Verlegetechniken

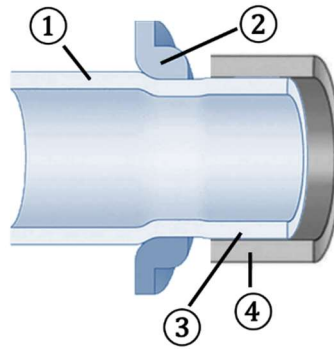
3.1.1 Swagelining

Swagelining ist ein Relining-Verfahren ohne Ringraumverfüllung mit „close-fit“-Technik nach DVGW Arbeitblatt GW 320-2. Innerhalb dieser Verfahrensgruppe hat sich das Reduktionsverfahren (Swagelining) am Markt etabliert.

Der PE-Liningrohrstrang wird dabei durch ein konisches Gesenk gezogen und soweit im Aussendurchmesser reduziert, dass der Rohrstrang ohne Beschädigung in die vorhandene Altleitung eingezogen werden kann. Nach Ende der Zugwirkung dehnt sich der PE-Rohrstrang wieder aus (Memory-Effekt) und legt sich „close-fit“ an die Innenwandung des Altrohrs an.

Dabei sind Richtungsänderungen bis max. 10° zulässig. Stumpfschweißwülste am Rohrstrang müssen vor dem Einziehen aussen und innen entfernt werden.

Das PE-Rohr liegt nach ca. 24-48 Std. vollständig am Altrohr an.



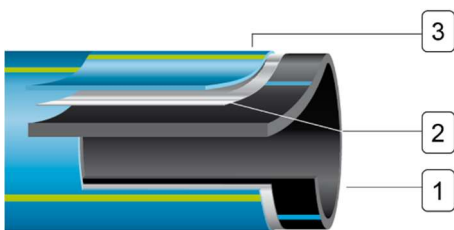
- ① PE-Rohr
- ② Gesenk
- ③ Ø-reduziertes PE-Rohr
- ④ Altrohr



3.1.2 Rohre mit Diffusions-Sperrschicht

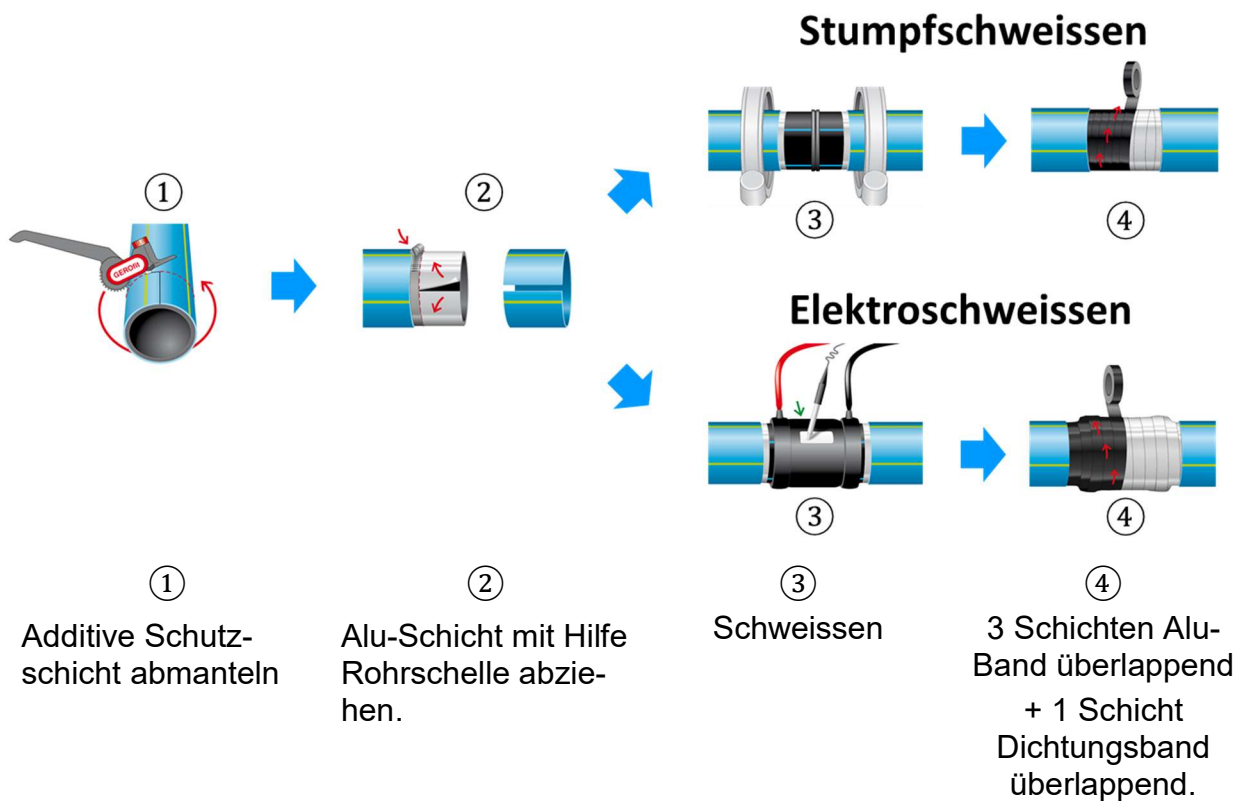
Führen Wasserversorgungsleitungen durch Areale mit Schadstoff belasteten Böden, ist je nach Schadstoffart eine Diffusion durch die Rohrwand und ein Eindringen ins Trinkwasser möglich. Um eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität zu vermeiden, werden PE Rohre mit Diffusions-Sperrschicht angeboten, um für folgende Anwendungen eine zuverlässige und sichere Lösung zu bieten:

- kontaminierte Böden (Altlasten)
- Zonen mit Überschwemmungsrisiko (Kanalisation)
- Areale mit erhöhtem Havarie-Risiko (Bahn, Chemie)



- ① drucktragendes PE Medienrohr
- ② Additive funktionale Zwischenschicht (Alufolie)
- ③ Additive Kunststoff-Aussenschicht

Bei diesem PE100-Rohr - Typ 3 nach PAS 1075 sind auch die additiven Schichten zum Herstellen der Verbindungstechnik zu entfernen. Anschliessend wird die Verbindungsstelle nachträglich mit Aluminium-Band diffusionssicher und mit Dichtungsband vor Verwitterung im Erdreich geschützt.



3.2 Formstücke und Verbindungstechnik

3.2.1 Elektroschweiss-Muffen für Grossrohre

Mit dem Ausbau von Siedlungsflächen in der Schweiz müssen auch die Versorgungsnetze in den Gemeinden sicher und zuverlässig ausgebaut werden. Dabei muss einerseits die Versorgungssicherheit mit Trinkwasser uneingeschränkt aufrechterhalten werden. Andererseits müssen effiziente und wirtschaftliche Verlege- und Verbindungstechnik zum Einsatz kommen. Dies gilt für die Erweiterung von Versorgungsleitungen, aber umso mehr für Transportleitungen im Dimensionsspektrum $>d355\text{mm}$.

PE-Grossrohre $d355\text{-}800\text{mm}$ werden in der Schweiz hauptsächlich als erdverlegte Trinkwasser-Transportleitungen oder oberirdisch in Industrie-Applikationen eingesetzt. Waren in der Vergangenheit Spezialformteile für Abzweige oder mechanische Verbindungselemente mit grossem Installationsaufwand nötig, können heute Elektroschweiss-Formstücke bis $d2000\text{mm}$ praxisgerecht, zuverlässig und wirtschaftlich eingesetzt.



3.2.2 Elektroschweiss-Sättel für Grossrohre

Beim nachträglichen Einbinden von Abzweigen ist es wichtig die Installation möglichst ohne Betriebsunterbrechung der Hauptleitung/ Transportleitung durchführen zu können. Ferner ist es hilfreich, wenn die Dichtheit des Abzweigs vor Inbetriebnahme geprüft werden kann.

Elektroschweisbare PE-Anschluss-Sättel stehen für Hauptleitungen bis $d2000\text{mm}$ zur Verfügung und ermöglichen es Abgänge bis $d500\text{mm}$ unter vollem Betriebsdruck anzuschliessen. Ein weiterer Vorteil dieser Installationsmethode besteht darin, dass sich die Dichtheit des Abzweigs vom Abgang her mittels Prüfstopfen vor Inbetriebnahme zuverlässig prüfen lässt. Dies spart Zeit und bei fehlerhafter Installation eine Menge Wasser!



Grossrohrsattel – Anbohrung unter Betriebsdruck



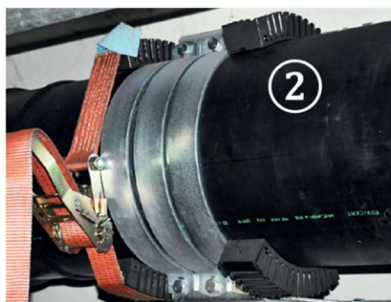
Druckprüfung vor dem Anbohren über den Abgang

3.2.3 Fixierhilfen

Elektroschweisbare Fixierhilfen ($d_n160-1600\text{mm}$) sind schnell sowie einfach montiert und können grosse Schubkräfte aufnehmen.

Sie sind sehr flexibel auf der Baustelle einsetzbar und eignen sich als besonders

1. Einzugssicherung bei der Rohrsanierung
2. Festpunkt bei oberirdischer Verlegung
3. Gewichtsfixierung für bei Absenkleitungen



3.3 Kunststoff-Armaturen

Bei Kunststoff-Lösungen für Versorgungsarmaturen wurden die wesentlichen Schadensursachen traditioneller Armaturen analysiert und eliminiert. Dies sind Korrosion, Inkrustation und sensible Werkstoffübergänge an den Verbindungen.

Systembedingt bieten die nachfolgenden PE-Armaturen hohe Funktionssicherheit und lange Lebensdauer aufgrund folgender Vorzüge:

- Glatte ablagerungsfreie Innenoberfläche
- Korrosionsfreier Werkstoff
- Kleine Dichtungselemente
- Totwasserfreie Konstruktion
- Kunststoffgerechte Verbindungstechnik
- Deutlich reduziertes Gewicht

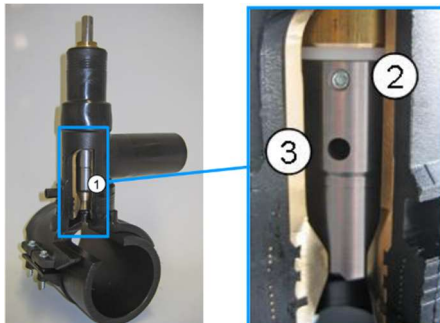
3.3.1 PE-Schieber

Der Hauptleitungsschieber mit rohrgleichem Querschnitt und minimierter Dichtungsfläche sperrt mit doppelter Absperrklappe ab. Mittels Elektroschweiss-Enden lässt sich der Schieber werkstoff-homogen ins Leitungsnetz zuverlässig und sicher einfügen. Besonders bei der Installation von Schieberkreuzen bereitet das deutlich reduzierte Gewicht dem Rohrnetzmonteur grosse Freude.

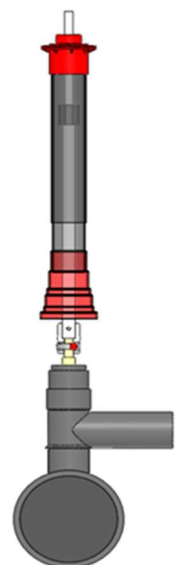


3.3.2 Druckanbohrventil

Zweigen Hausanschlussleitungen von Hauptleitungen ab, kommen neben Anbohrschellen auch sogenannte Druckanbohrventile zum Einsatz. Diese Druckanbohrarmaturen (DAVs) haben eine Armatur direkt in die elektroschweisbare Anbohrschelle integriert, sodass ein Totwasserbereich im Hausanschluss vor der Armatur eliminiert ist.

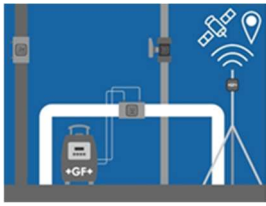


Nach der Installation und Anbohrung der Hauptleitung mit dem integrierten Bohrer, kann die Armatur mittels Einbaugarnitur von der Oberfläche aus beliebig oft geöffnet und geschlossen werden.



3.4 Dienstleistungen

3.4.1 Online Komponenten-Management



Ein cloud-basiertes Komponentenverwaltungssystem für Rohrleitungssysteme registriert die exakte Lage aller Ihrer Komponenten und überwacht Installationsfortschritt und Qualität in Echtzeit. Der Service Track & Trace erfasst die Daten über die

App für iOS und Android und speichert alle Daten zentral und sicher in der Cloud. Auf diese Informationen können Projektverantwortliche dann bequem über die Web-Oberfläche zugreifen.

Mit dem Komponenten-Management-System sparen Sie Schreibezeit, Zeit und Kosten. Sie können Lieferungen und Arbeiten aus dem Büro koordinieren und werden sofort über Neuigkeiten benachrichtigt. So sind Sie stets auf dem Laufenden. Problemstellen können im Handumdrehen aufgespürt werden. Das sichert den zuverlässigen Betrieb und eine herausragende Qualität Ihrer Installationen. Sie können jederzeit die aktuelle Baustellenstatistik abrufen und sich so mindestens 30 % der Fahrten zu Ihren Baustellen sparen.

- Online Lagerverwaltung
- E-Card: Zertifikate & Zulassungen
- Online Anleitungen/ Videos zur Installation
- Durchgängige Produktverfolgung und Geo-Positioning
- Online Qualitätssicherung
- Online Projektfortschritt



❓ Noch nicht bestätigt



✅ Bestätigt



❌ Nicht bestätigt

ID	Produkt	Status	Datum
753911611	12345	Bestätigt	2017-05-10 11:12
753911611	1234567	Bestätigt	2017-05-10 11:12
753911608	222222	Nicht bestätigt	2017-05-10 11:12

3.4.2 Neuer Schweisser-Pass

Generell ist das auf dem Schweisserpass aufgedrucktes Gültigkeitsdatum verbindlich. Nach der Grundausbildung (EA) erfolgt die erste Verlängerungsausbildung nach 3 Jahren.

Neurungen ab 2019:

- Der Schweisspass wird mit einem Foto des zertifizierten Schweissers versehen
- Die Gültigkeitsdauer der Verlängerungsausbildung (VA) beträgt anschliessend nicht mehr 3 Jahre, sondern neu 5 Jahre.



3.4.3 VKR-Verlegerichtlinie/ Leitfaden RL02

Neu liegt nun auch die VKR-Verlegerichtlinie/ Leitfaden RL02 für erdverlegte PE-Druckrohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung auch in Französischer Sprache vor. Druckexemplare können beim VKR schriftlich bestellt werden oder elektronisch auf der VKR-Webseite im Downloadbereich kostenlos heruntergeladen werden.

4 Ökologie

4.1 Öko-Bilanz

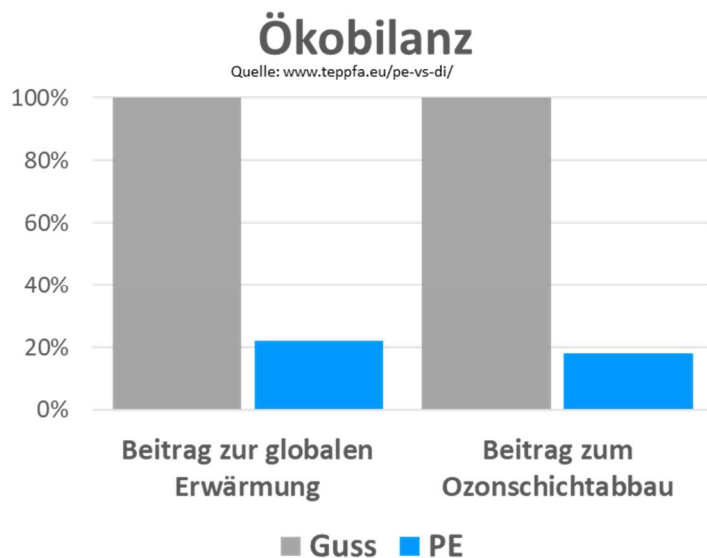
Teppfa (Europäischer Kunststoffrohrverband) hat Institut (VITO) beauftragt eine unabhängige Studie zum Vergleich der Ökobilanz PE zu Duktilem Guss anzufertigen. Diese Studie wurde anschliessend zudem von einem renommierten Umweltberatungsunternehmen (denkstatt) einem kritischen Gutachten unterzogen.

Die Studie basiert auf einem cradle-to-grave-Ansatz. Dieser startet von der Wiege – also der Rohstoffherzeugung über den Herstellungsprozess, zum Transport und der Installation, und endet dann im Grab – also dem Ende der Nutzungsdauer welche die Entsorgung bzw. das Materialrecyclings einschliesst.

Zur Vergleichbarkeit wurde eine «Funktionale Einheit» aus einer 100m langen Hauptleitung DN 100 mm bzw. d_n 110 mm und einer marktüblichen Hausanschlussleitung gebildet.

Der Umwelteinfluss wurde anhand verschiedener Ergebniskriterien beurteilt. Die 2 wichtigsten Kriterien «Globale Erwärmung» und «Ozonschichtabbau» sind in der Grafik dargestellt.

Es wird schnell deutlich, dass PE gegenüber Guss nur ca. 20% des negativen Einflusses auf die Umwelt besitzt. Oder anders ausgedrückt ist PE 5x umweltschonender als Guss. Dieser deutliche Unterschied kommt hauptsächlich von den tieferen Verarbeitungstemperaturen bei der Herstellung von PE. Ein weiterer umweltschonender Bestandteil liegt im geringeren Gewicht von PE, wodurch ein geringerer Energieverbrauch beim Transport und der Installation benötigt wird.



Zusammenfassend kann festgehalten werden:

PE-Rohre sind 5x umweltschonender als traditionelle Rohrwerkstoffe. Hinzu kommt, dass sie sich in allen Phasen des Produktlebenszyklus mit geringem Energieaufwand recyceln lassen.

4.2 Recycling - Kreislaufwirtschaft

Neben klassischen Öko-Bilanzierungen (wie oben aufgeführt), werden neuerdings immer öfter technischen Kreisläufe in den Fokus der ökologischen Betrachtung gestellt.

Dabei geht es weniger um die Effizienz der Prozess, sondern vielmehr um die konsequente Rückführung und Wiederverwertung der Produkte. In einer solchen Kreislaufwirtschaft soll jedes Produkt nach Ende des Produktlebenszyklus wieder als «technischer Wertstoff» für neue Produkte zur Verfügung stehen.

Leider lassen Gesetze, Normen und Sicherheits-aspekte in unserem Fall den Einsatz von komplett stofflich wiederverwerteten Druckrohrleitungen nicht zu. Deshalb wird Rezyklat von Druckrohrleitungen in einem Downgrading-Prozess als technischer Wertstoff für Rohrleitungsanwendungen mit geringerer mechanischer Belastung (Kabelschutz).

Die führenden Unternehmen der Schweizer Kunststoffrohrleitungsindustrie – vertreten durch den VKR - haben sich dazu verpflichtet, die Kunststoffkreislaufwirtschaft zu fördern, um sicherzustellen, dass Kunststoffe weiterhin zum Wohle der Gesellschaft und der Umwelt eingesetzt werden und dabei keine Kunststoffprodukte in die Umwelt gelangen.



5 Fazit

Korrosionsfreie Polyethylen-Rohrleitungssystemen ermöglichen einen wirtschaftlichen Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasser-Leitungsnetzen im Dimensionsspektrum von d20 mm bis d1200 mm. Dabei lassen sich alle Komponenten der unterschiedlichen Hersteller flexibel und bedenkenlos miteinander kombinieren.



Die zuverlässige Verbindungstechnik „Schweissen“, sowie extrem effiziente grabenlose Verlegeverfahren sichern eine wirtschaftliche Installation. Netzerweiterungen können durch elektroschweisbare Anschluss-Sattel sicher und zeitsparenden unter Betriebsdruck eingebunden werden. Korrosionsfreie PE-Armaturen lassen sich kunststoffgerecht und zuverlässig ins Trinkwasserversorgungsnetz einfügen und runden das Komplettsystem ab. Nicht zuletzt bietet der voll recycling-fähige Werkstoff Polyethylen ferner eine technische Kreislaufwirtschaft für Rohrleitungssysteme, um nachhaltig die Ressourcen der Zukunft zu schonen.

6 Beteiligte Firmen und Ansprechpartner

Folgende Firmen und Ansprechpartner haben massgeblich zum Inhalt beigetragen:

Firma	Name	Funktion	E-Mail
Aliaxis	Urs Niederer	Produktmanagement	uniederer@alixis-ui.ch
Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG	Christian Sägesser	Verkaufsleiter Versorgung	christian.saegesser@georgfischer.com
HakaGerodur AG	Mirko Possamai	Anwendungstechnik	m.possamai@hakagerodur.ch
Simona AG	Michel Schwarb	Technischer Verkaufsberater	michel.schwarb@simona-ch.com

VKR - Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile
Schachenallee 29 C
5000 Aarau
www.vkr.ch

