

Richtlinie / Leitfaden für erderlegte PE-Druckrohrleitungen in Gas-, Wasser und Anergie-Anwendungen



Überarbeitung / Neudesign der aktuellen Ausgabe:
Michael Gressmann, VKR, Aarau

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Zweck	4
1.2	Anwendungsbereich	5
1.3	Download	5
2	Warum Sie sich für ein PE-Rohrsystem entscheiden sollten	7
2.1	Lebensdauer >100 Jahre	8
2.2	Niedrigste Schadensrate	9
2.3	Zuverlässig unter Belastung	11
2.4	Sicheres Komplett-Rohrsystem	12
2.5	Korrosionsbeständig	13
2.6	Trinkwassertauglich	14
2.7	Einfache und schnelle Verlegung	15
2.8	Ökologie	16
2.9	Kosteneffizienz	19
3	Grundlagen	21
3.1	Physikalische Eigenschaften	21
3.2	Werkstoff-Klassifikation	22
3.3	SDR und Rohrserien	23
3.4	Druckstufen	24
3.5	Temperaturgrenzen	25
3.6	Abriebfestigkeit	27
3.7	Weitere Berechnungsgrundlagen zur Dimensionierung	27
3.8	Kostenverständnis/ Submission	33
4	Rohre	35
4.1	Einschicht-Vollwandrohre (Typ 1)	35
4.2	Mehrschicht-Vollwandrohre (Typ 2)	36
4.3	Rohre mit additivem Schutzmantel (Typ 3)	36
4.4	Rohre mit funktionalen Zwischenschichten	37
4.5	Kennzeichnung	38
4.6	Transport und Lagerung	40
4.7	Zulassungen	43
5	Verbindungstechnik	45
5.1	Schweißen	45
5.2	Mechanische Verbindungen	50
6	Sicherheit und Ergonomie	54
6.1	Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit	54
6.2	Ergonomische Baustellenbedingungen	55

7	Verlegetechnik	58
7.1	Anforderungen an Personal, Material und Sauberkeit	58
7.2	Rohrgraben	59
7.3	Grabenlose Verlegetechnik	67
7.4	Reparaturen	70
7.5	Bauliche Massnahmen	74
7.6	Abnahme	77
7.7	Entsorgung	77
8	Inbetriebnahme	79
8.1	Druckprüfung	79
8.2	Reinigung/ Spülung/ Desinfektion	89
8.3	Befüllen/ Entlüften	91
9	Normen und Vorschriften	92
10	Anlagen	92
10.1	Warum PE	92
10.2	Planungsgrundlagen	93
10.3	Verlegeleitfaden	94
11	Impressum	95
11.1	Herausgeber	95

Disclaimer

Dieser Leitfaden wurde innerhalb einer Arbeitsgruppe des VKRs zusammengestellt und beinhaltet die Erfahrungen seiner Mitglieder. Die veröffentlichten Informationen sind sorgfältig zusammengestellt, erheben aber keinen Anspruch auf Aktualität, sachliche Korrektheit oder Vollständigkeit. Eine entsprechende Gewähr wird nicht übernommen. Der VKR behält sich vor, jederzeit ohne vorherige Ankündigung den Inhalt oder Teile davon zu verändern, zu ergänzen oder zu löschen.

1 Allgemeines

1.1 Zweck

Diese Broschüre für erdverlegte PE-Druckrohrleitungen in Gas- Wasser- und Fernkälte/ Anergie-Applikationen liefert

- ökonomische Vorzüge von Kunststoff-Rohrsystemen,
- Verlegehinweise für Rohrnetzmonteure und
- Planungsgrundlagen für Ingenieure

Diese Broschüre dient dem Zweck, spezifische Informationen für die Planung und die Verlegung von erdverlegten Polyethylen-Rohrleitungen zur Verfügung zu stellen. Damit sollen einerseits die Bedürfnisse

- der Entscheider zur Materialauswahl
- der Planer für eine werkstoffgerechte Dimensionierung und
- der Rohrnetzmonteure für eine fachgerechte Installation

abgedeckt werden.

Um diesem Spagat gerecht zu werden, wird die Hauptbroschüre für diese 3 Zielgruppen mit jeweils einer spezifischen Anlagen-Rubrik ergänzt.

Die Broschüre basiert auf den Erfahrungen und dem Wissen der Mitglieder. Trotz sorgfältiger Recherche kann keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit übernommen werden. Änderungen vorbehalten.

Dieser Leitfaden enthält keine Garantiezusagen. Er vermittelt technische Informationen, die dem Stand der Technik am Ausgabetag entsprechen. Diese werden ohne Verbindlichkeit erteilt und befreien den Nutzer nicht von der Beachtung der notwendigen Vorsichtsmassnahmen und der Sorgfaltspflicht. Gesetzliche Vorschriften und Normen stehen über diesem Leitfaden. Lokale Versorgungsunternehmen können von diesem Leitfaden abweichende Richtlinien vorschreiben.

Für die produktspezifischen Belange, insbesondere für die Verarbeitung und Verlegung, sind die Angaben der Hersteller massgebend.

1.2 Anwendungsbereich

Der vorliegende Leitfaden bezieht sich auf erdverlegte Rohrleitungen aus Polyethylen (PE100, PE100-RC), insbesondere für Druckrohrleitungen in Gas-, Wasser- und Fernkälte/ Anergie-Anwendungen. Die Informationen dienen somit als PE-spezifische Ergänzung der SVGW Richtlinien G2, W4 und F2.

1.3 Download

Die Aktualität der vorliegenden Broschüre kann vom VKR nur in elektronischer Form auf der VKR-Webseite sichergestellt werden. Sie können die jeweils aktuelle Version kostenlos herunterladen.

Durch Einscannen des beigefügten QR-Codes kommen Sie mit Ihrem Smartphone direkt auf die Internetseite des VKRs.

vkr.ch

Dort befindet sich auch die aktuelle Version des Leitfadens, in dem die jeweiligen Anlagen direkt durch „Anklicken“ geöffnet werden können.



Im Hauptdokument wird an vielen Stellen auf spezifische Anlagen verwiesen. Diese sind durch Symbole für die 3 Zielgruppen untergliedert und farblich gekennzeichnet:

Anlagen	Warum PE	Planungsgrundlagen	Verlegeleitfaden
Zielgruppe	Alle Entscheider bei der Werkstoff-/ Material-Auswahl	Engineering- und Planungsbüros	PE-Schweisser, Rohrnetzmonteure
Symbol			
QR-Code			

In der gedruckten Version des Hauptdokuments dieses Leitfadens sind keine Anlagen beigefügt, da diese vom VKR ständig auf die Nutzerfreundlichkeit hin erweitert und optimiert werden.

Sie können alle aktuellen Anlagen auf folgenden Links herunterladen:

Warum PE	www.vkr.ch/rl02/Warum_PE
Planungsgrundlagen	www.vkr.ch/rl02/Planungsgrundlagen
Verlegeleitfaden	www.vkr.ch/rl02/Verlegeleitfaden

Eine Übersicht aller Anlagen bei Ausgabedatum finden Sie in Kapitel [Richtlinien und Normen](#).

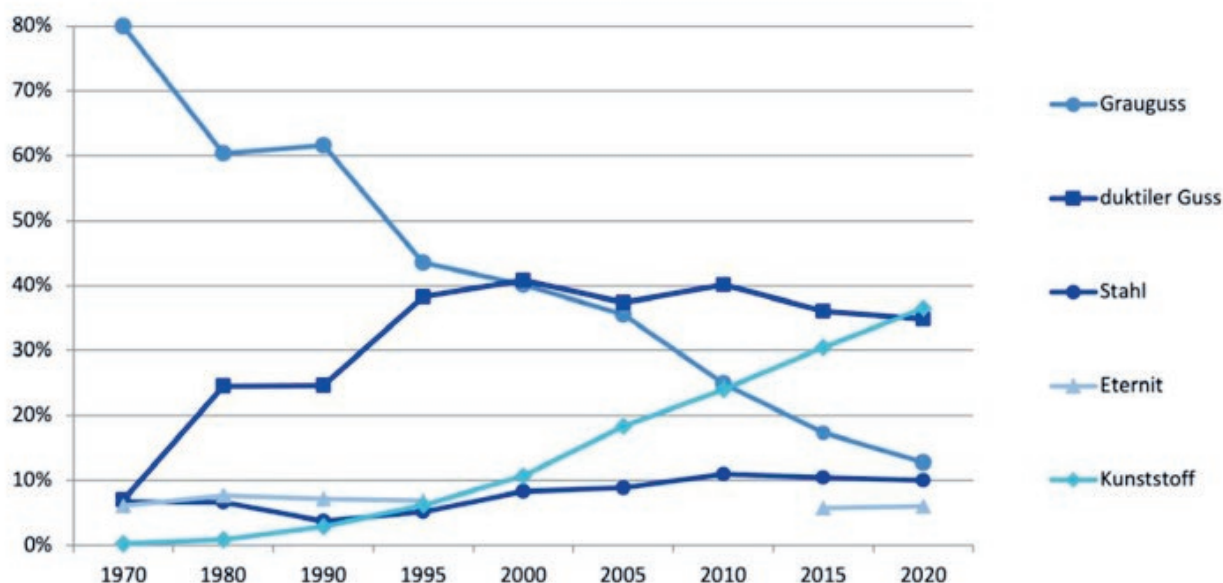
2 Warum Sie sich für ein PE-Rohrsystem entscheiden sollten

Die Investitionen in Druckrohrleitungsnetze bedeuten für Gas- und Wasserversorgungsunternehmen ein beträchtliches finanzielles Kapital. (In der Schweizer Wasserversorgung gehen ca. 80% der Gesamtinvestitionen in die Leitungen und nur 20% in Anlagen!) Neben den Anforderungen für den Verbraucher (z.B. Sicherheit, Gas-/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.

Zuwachs von PE-Rohren

Polyethylen-Rohrsysteme verzeichnen in den vergangenen Jahrzehnten in der Schweiz enorme Zuwachsraten, da sie die Leistungsfähigkeit biegesteifer, metallischer Rohrleitungswerkstoffe deutlich übertreffen.

Abb 1.8 Rohrleitungsmaterialien seit 1970 (inkl. Hausanschlussleitungen)
Fig. 1.8 Matériaux de conduites depuis 1970 (y compris conduites de raccordement)



Quelle: SVGW W15001 (Bj 2020)

Die Hauptgründe warum Verantwortliche in der Gas- und Wasserversorgung erdverlegte Druckrohrleitungen aus Polyethylen einsetzen sind:

- Die Zuverlässigkeit des Systems, der Verbindungstechnik und die nachweislich geringste Schadensrate aller Werkstoffe.
- Die nachgewiesene Langlebigkeit mit einer Nutzungsdauer von >100 Jahre.
- Den belegbar niedrigsten Ressourcenverschleiss und die beste Ökobilanz.
- Die wirtschaftlichste Lösung in den Gesamtbetriebskosten.
- Keine Korrosion
- Grosse Flexibilität des Werkstoffs und der Verbindungstechnik
- Geringes Gewicht



2.1 Lebensdauer >100 Jahre

1961 wurden bei den Farbwerken Höchst, Vorfahren des heutigen Polyethylens eingesetzt. Diese Rohrleitungen waren 41 Jahre bis 2002 ständig im Betrieb.

Untersuchungen an den ausgebauten Rohrleitungen (siehe Abb. Rechts) haben gezeigt, dass noch eine Restlebensdauer von 27 Jahren vorhanden war und somit die Mindestlebensdauer von 50 Jahren deutlich überschritten wurde.

Bei modernen Polyethylen-Rohrwerkstoffen (PE100 oder PE100-RC mit weit günstigerem Zeitstandverhalten und verbesserter Wärmestabilisierung) ist bei fachgerechter Verarbeitung eine rechnerische **Mindestlebensdauer von 100 Jahre** zu erwarten.



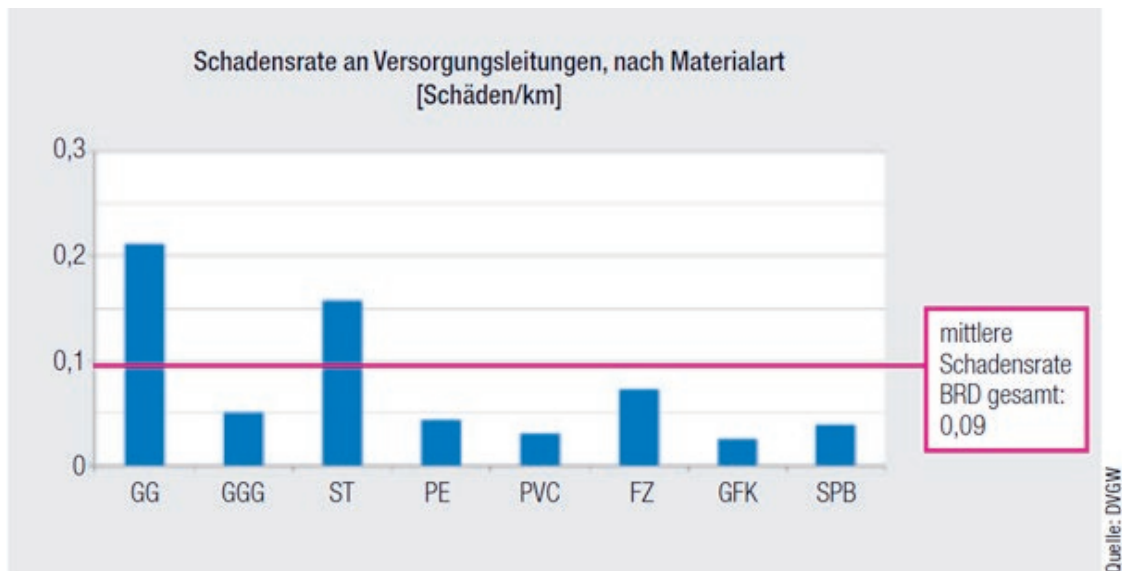
Mehr Details zu diesem Thema erhalten Sie in folgendem Fachbericht:
<http://www.hessel-ingtech.de/pdf/restlebensdauer.pdf>

2.2 Niedrigste Schadensrate

Geringste Schadensrate – niedrigste Instandhaltungskosten

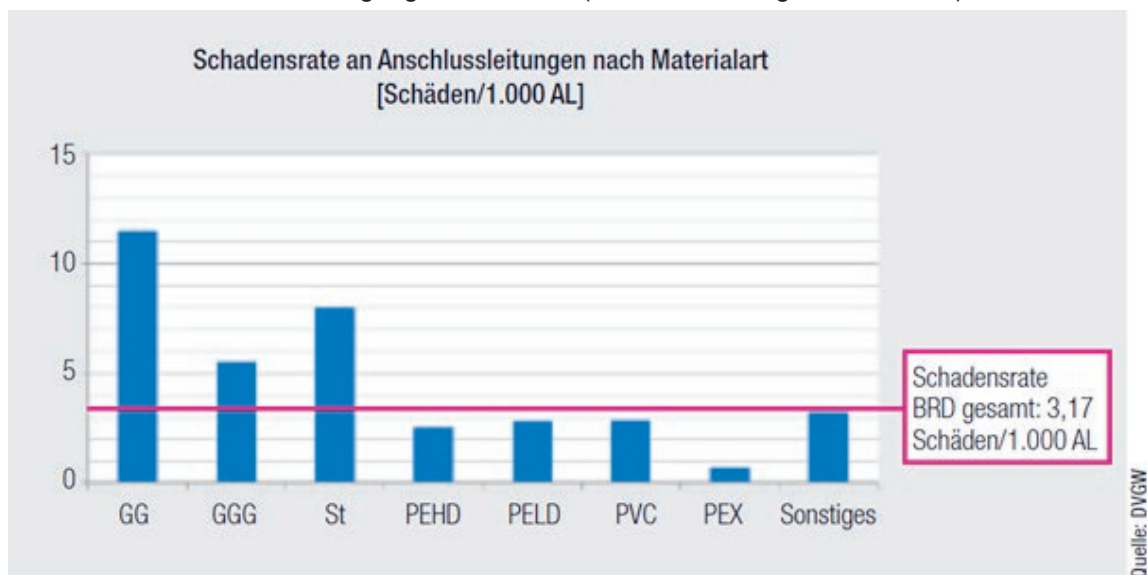
Die geringe Schadenshäufigkeit von PE-Rohrleitungen in der Schadensstatistik (Wasserversorgung Deutschland) macht deutlich, dass mit Polyethylen zuverlässigere und dauerhaftere Rohrsysteme als mit traditionellen Werkstoffen zur Verfügung stehen.

Wasserversorgung Deutschland (Versorgungsleitungen 2010-2012)



GG	Grauguss	PVC	Polyvinylchlorid
GGG	Duktils Gusseisen	FZ	Faserzement
ST	Stahl	GFK	Glasfaserverstärkte Kunststoffe
PE	Polyethylen	SPB	Spannbeton

Wasserversorgung Deutschland (Anschlussleitungen 2010-2012)



GG	Grauguss	PELD	Polyethylen LD
GGG	Duktils Gusseisen	PVC	Polyvinylchlorid
St	Stahl	PEX	Vernetztes Polyethylen
PEHD	Polyethylen HD	Sonstiges	Sonstiges

Die geringere Schadenshäufigkeit von PE-Rohrsystemen bedeutet neben einer höheren Versorgungssicherheit auch geringeren Aufwand und Kosten zur Instandhaltung und Reparatur des Rohrnetzes.



Die aktuelle DVGW-Wasserstatistik finden Sie auf:

<http://www.strukturdatenerfassung.de/auswertung/wasser/>

Die aktuelle DVGW-Gasstatistik finden Sie auf:

<http://www.strukturdatenerfassung.de/auswertung/gas/>

Die bisherige Erhebung der SVGW lässt aktuell leider keine detaillierte Schadensstatistik nach Rohrleitungswerkstoffen zu. Die SVGW Statistik erfasst jedoch die Schadensarten:

Netzschäden SVGW 2020

■ **Korrosion**

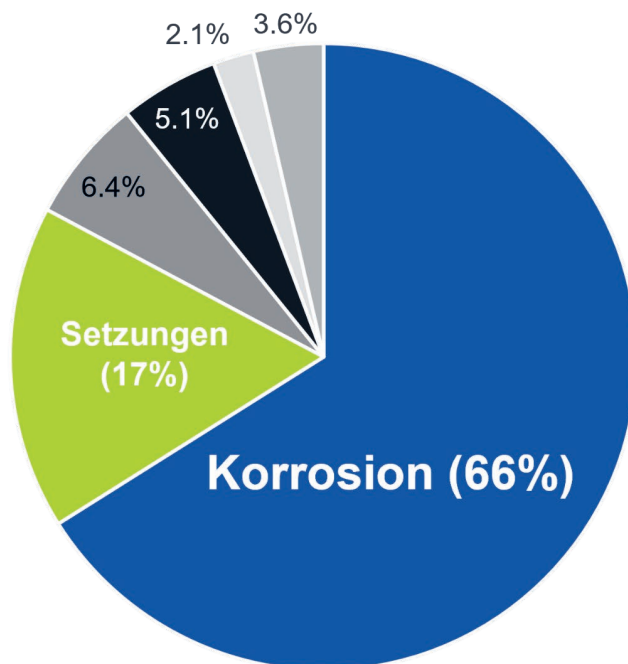
■ **Setzungen**

■ **Mechan.
Fremdeinwirkung**

■ **Undichte
Verbindung**

■ **Undichte Armatur**

■ **Andere Ursachen**



Quelle: SVGW W 15 001 d/f, Ausgabe 2021
Netzschäden Abb. 2.10 Netzschäden 2020

2.3 Zuverlässig unter Belastung

Die Flexibilität und Belastbarkeit von Rohrleitungen unter äusseren mechanischen Belastungen stellt besonders in Gebieten von seismischen Aktivitäten wie Erdsetzungen und Bewegungen ein wichtiges Kriterium dar. In der SVGW Statistik der Netzschnäden sind Setzungen die 2. häufigste Schadensart.

In Japan wurden - nach den Erdbeben und Tsunami-Katastrophen der letzten Jahre - die eingesetzten Rohrleitungsmaterialien und deren Schadensanfälligkeit in den 3 betroffenen Städten Tome, Kurihara und Osaki untersucht. Durch die Flexibilität und Rissbeständigkeit wies Polyethylen um ein vielfaches geringere Schadenshäufigkeiten auf, als biegesteife Rohrmaterialien aus Metall. Die Verwendung von PE steigt in Japan seit diesen Ereignissen rasant.



2.4 Sicheres Komplett-Rohrsystem

Rohre und Fittings aus Polyethylen werden in Europa bereits seit den 50er Jahren erfolgreich in der Gas- und Wasserversorgung eingesetzt.

PE-Rohre und -fittings sind von allen Rohrleitungswerkstoffen in der Gas- und Wasserversorgung am stärksten durch Normen abgesichert und die Produktqualität wird bei den Herstellern durch Drittunternehmen regelmässig fremdüberwacht. Besonders das vollständige Komplett-System - bestehend aus widerstandsfähigen PE-Rohren, den werkstoffhomogenen PE-Formstücken und der sicheren Verbindungstechnik (Schweissen) in Dimensionen bis d_n 1200mm - erlauben eine durchgängige und wirtschaftliche Anwendbarkeit in allen Applikationen der Gas- und Wasserversorgung.

Das stoffschlüssige Schweissen der homogenen Verbindungsstellen bietet dauerhafte Dichtheit und somit ein zuverlässiges und sicheres Rohrnetz.

Abgerundet wird das System durch den zertifizierten Schweisserpass. PE-Schweisser müssen gemäss SVGW G2 (Gas), W4 (Wasser) und F2 (Fernkälte/ Anergie) einen gültigen Schweisserpass gemäss SVGW GWF101 aufweisen. Diese Schweisser werden gemäss SVGW Ausbildungs- und Prüfungsreglement GWF101 durch den VKR oder den SVS ausgebildet und regelmässig rezertifiziert, um eine hohe Verbindungsgüte sicherzustellen. Faktenmässig wird die Sicherheit dieses Gesamtsystems auch durch die niedrige Schadensrate von PE-Rohrnetzen belegt.



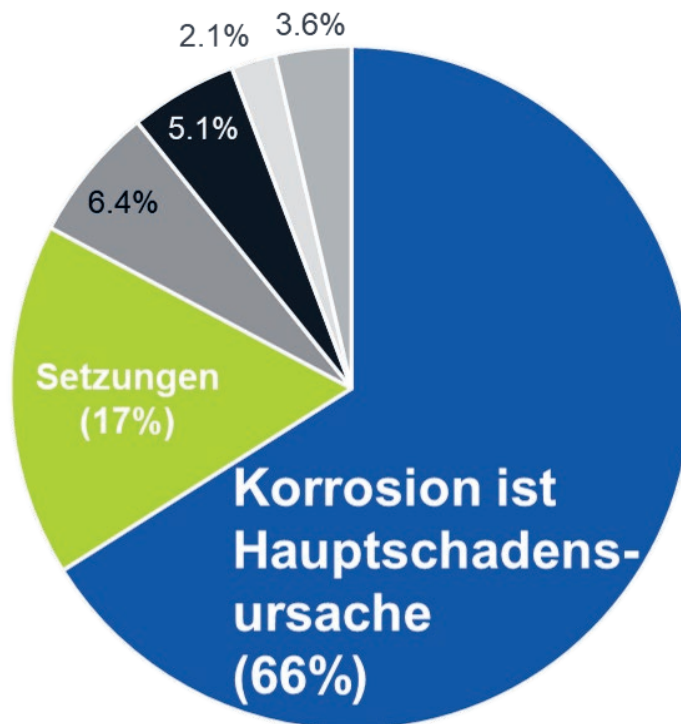
VKR	ZERTIFIKAT	SVS ASS
PE/PVC Schweissen und Verlegen Soudage et pose Saldatura e posa	VKR 19.15709	
	Name:	XXXXXXXXXX
	Vorname:	XXXXX
	Geb.-Datum:	XX.XX.XXXX
	Kurs:	EA 157
	gültig bis:	02/22

123456789012345678901234567890	
Unterschrift	
Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile VKR www.vkr.ch	Schweizerischer Verein für Schweisstechnik SVS ASS www.svs.ch

2.5 Korrosionsbeständig

In den Schweizer Wasserleitungsnetzen stellt Korrosion bei Metallleitungen ein grosses Problem dar, da diese mit 66% die Hauptursache für Netzschäden darstellt.

Netzschäden SVGW 2020



Quelle: SVGW W 15 001 d/f, Ausgabe 2021
Netzschäden Abb. 2.10 Netzschäden 2020

Korrosion tritt bei Polyethylen-Rohrleitungen in Gas-, Wasser- sowie Fernkälte/ Energie-Anwendungen gar nicht auf und PE-Rohre sind auch gegenüber aggressiven Böden korrosionsbeständig.

Ferner weisen sie beim Transport von Trinkwasser keinerlei Inkrustationen auf und bewirken durch die sehr glatte Rohrwand kaum Druckverluste.

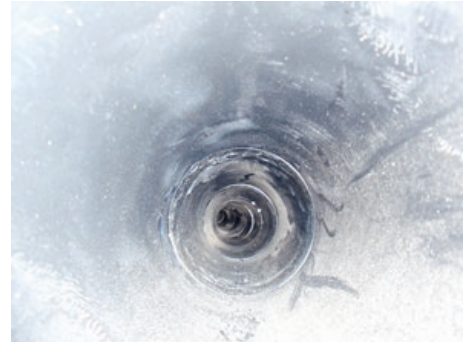
Ferner ist ein zeitaufwendiger, nachträglicher Schutz der geschweissten Verbindungsstelle bei PE-Rohrleitungen nicht nötig.

Die aktuelle Wasserstatistik W15001 und die aktuelle Gasstatistik G15001 kann jeweils online im SVGW-Shop (<https://www.svgw.ch>) erworben werden.

2.6 Trinkwassertauglich

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Rohre und Produkte, die Trinkwasser transportieren. Rohre, Formstücke und Armaturen aus Polyethylen erfüllen alle an sie gestellten chemischen, technischen und hygienischen Anforderungen. Ferner stellen sie einen zuverlässigen Transport von Gas sicher.

Unabhängige Studien zum Thema Biofilm (Mikrobakterielles Wachstum), zeigen deutlich, dass die Besiedlung von Mikroorganismen auf allen Rohrleitungsmaterialien nach einer Betriebsdauer von 2 Jahren in etwa gleiches Ausmass annimmt. Ferner wird jedes PE-Rohrleitungsbauteil im Rahmen der SVGW-Zulassung organoleptisch (hilfsmittelfrei auf Geruch und Geschmack) sowie analytisch (chemisch) auf die Trinkwassertauglichkeit nach KTW W270 geprüft.



Mehr Details zu diesem Thema erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Warum PE“ unter: www.vkr.ch

[Anlage 2.6 PE+ FAQ - Biofil & Trinkwasserqualität](#)



2.7 Einfache und schnelle Verlegung

Das geringe Gewicht und die Flexibilität des Werkstoffs Polyethylen, gepaart mit modernen grabenlosen Verlegeverfahren und effizienter Verbindungstechnik (besonders beim Stumpf- und Elektroschweissen) sorgen für eine einfache und schnelle Installation. Dies wirkt sich dann aufgrund folgender Faktoren positiv auf die Installationskosten aus:

- Einfaches Handling (geringer Aufwand für Transport)
- Minimale Grösse des Rohrgrabens (niedrige Aushub- und Verfüllkosten)
- Minimale Anzahl der Komponenten (direktes Biegen des Rohrs zur Anpassung an Richtungs- oder Trassenführung, Verwendung von Aufschweiss-Sätteln als Abzweig)
- Schnelle Schweisszyklen (geringe Kosten für die Rohrverbindung)
- Grabenlose Verlegemethoden für den Neubau und Relining-Verfahren für die Sanierung



Mehr Details zu diesem Thema erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Warum PE“ unter: www.vkr.ch

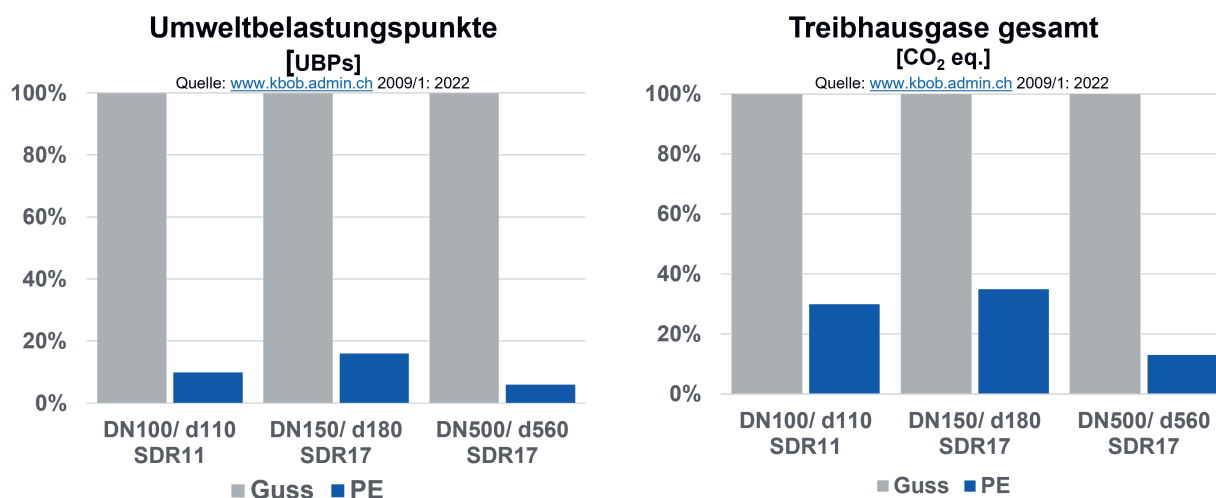
[Anlage 2.7 PE + Fachbericht Grabenlose Verlegetechnik](#)



2.8 Ökologie

KBOB Ökobilanzdaten

Auf der Website der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB) werden Ökobilanzdaten für den Baubereich publiziert. Diese Daten wurden erstmals 2009 veröffentlicht und werden seither regelmässig aktualisiert. In den KBOB Ökobilanzdaten für Rohre werden als Bezugsgrösse kg angegeben. Der Vergleich dieses Wertes allein trägt. Wird hingegen ein Leitungsabschnitt von 100m oder pro Laufmeter für die jeweilige Dimension verglichen, wird schnell klar, dass sowohl die Umweltbelastungspunkte, als auch die Treibhausgase bei PE um ein Vielfaches tiefer liegen als bei Gussrohren. Im dargestellten Vergleich wurden die FZM ummantelte Gussrohre mit PE100 Rohren verglichen.

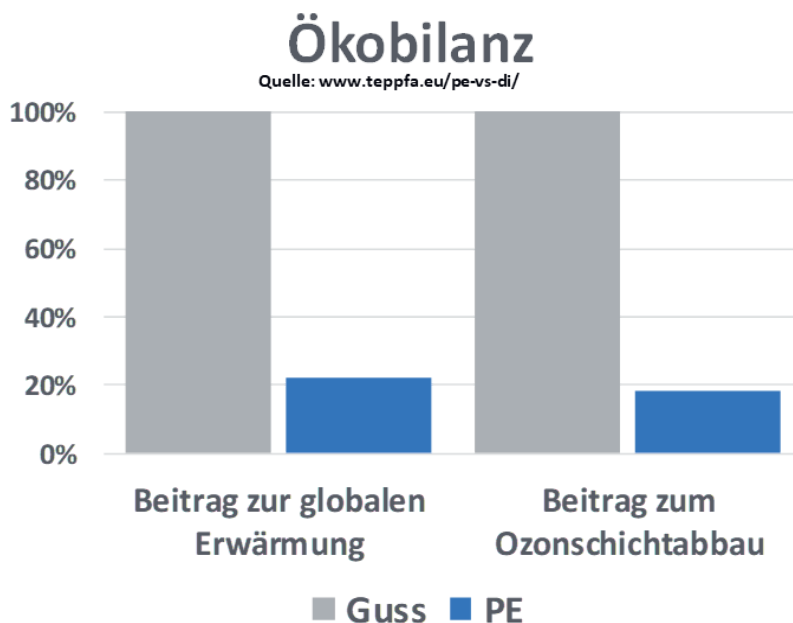


Oben dargestellte Werte berücksichtigen nur die Herstellung und die Entsorgung. Es sind keine Werte für Transport, Verlegung oder die Nutzungsphase berücksichtigt. Dies würde den Vergleich zugunsten von PE nochmals verbessern.

Ökobilanzstudie (cradle-to-grave)

Das Institut „Vito“ (Flemish Institute of Technology) hat im Auftrag der Teppfa (The European Plastic Pipes and Fittings Association) Ökobilanzen (LCA = Life Cycle Assessment) für Polyethylen-Rohrleitungssysteme und ein biegesteifes, metallisches Rohrleitungsmaterial bei erdverlegten Wasserversorgungsnetzen durchgeführt. Die Resultate wurden in sogenannten Umweltproduktdeklarationen (EPD = Environmental Product Declaration) zusammengefasst und zudem von der Firma „denkstatt“ einem kritischen Gutachten unterzogen. Die Ergebnisse zeigen, dass Rohrleitungssysteme aus **Polyethylen 5x geringere Auswirkungen auf die Umwelt** haben als dies bei den traditionellen Materialien der Fall ist.

Die dargestellten Ergebnisse sind „cradle to grave“ (von der Wiege bis ins Grab) und spiegeln daher die Umweltbelastung von der Rohmaterial-Herstellung, über den Transport und die Verlegung und Installation, sowie die Nutzung während der gesamten Betriebsdauer bis zum Ausbau und der Verwertung beim Lebensende der Rohrleitung wieder.



Mehr Details zu diesem Thema erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Warum PE“ unter:

www.vkr.ch

[Anlage 2.8 PE + Zusammenfassung - Ökobilanz Teppfa](#)



Weitere Informationen in englischer Sprache sowie die Umweltproduktedeklarationen, die Berichte für Dritte (third party report) und das kritische Gutachten zu den von Vito durchgeführten Ökobilanzen, sind direkt auf der Webseite der Teppfa zu finden: teppfa.eu

Kunststoffe sparen Energie

Neben den oben erwähnten technischen Vorteilen wie z. B. Korrosionsbeständigkeit weisen Kunststoffe auch ökologische Vorteile auf. Durch das leichte Gewicht und die isolierende Wirkung sind Kunststoffe für eine Vielzahl von energieeffizienten Anwendungen geeignet: in Fahrzeugen, für Verpackungen, in Isolationen und für Rohrleitungssysteme. Kunststoffe werden hauptsächlich aus Erdöl hergestellt. Etwa vier Prozent des weltweit geförderten Erdöls werden zu Kunststoff verarbeitet. Die Bestrebungen, den Verbrauch von Erdöl und anderen fossilen Brennstoffen zu reduzieren, bedeuten aber keinen Verzicht auf Kunststoff – im Gegenteil: Durch den Einsatz von Kunststoffen wird weniger Energie verbraucht!

In einer Studie¹ hat Plastics Europe quantifiziert, wie sich der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen auswirken, wenn Kunststoffprodukte durch andere Werkstoffe ersetzt würden.

Resultate:

- Erzeugnisse aus Kunststoff ermöglichen signifikante Einsparungen von Energie und Treibhausgasemissionen.
- Der Ersatz von Kunststofferzeugnissen durch andere Werkstoffe führt in den meisten Fällen zu einer Zunahme von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Würden so viele Kunststoffprodukte wie möglich durch andere Werkstoffe ersetzt werden, wäre über 50 % mehr Energie erforderlich, als heute während des gesamten Lebenszyklus aller Kunststoffprodukte verbraucht wird. In anderen Worten: Die Kunststoffprodukte, die heute auf dem Markt sind, haben eine Energieeinsparung von 2400 Millionen GJ pro Jahr ermöglicht. Dies kommt einer Menge von 50 Millionen Tonnen Erdöl gleich, die sich auf 200 sehr grosse Öltanker verteilen.

Mehr Details zu dieser Studie erhalten Sie unter:

<http://www.plasticseurope.org>

Für die weitere Verbesserung der Ökobilanz von Kunststoffrohren steht die Reduktion des Werkstoffbedarfs im Zentrum. Das gilt für die Entwicklung von Rohrleitungskomponenten wie auch für die Anwender und Planer:

- Werkstoffbedarf weiter reduzieren
- Einsatz von Rezyklaten für gering belastete Teile
- Keine Überdimensionierung bei der Planung (z. B. Durchmesser, Druckniveau)

¹ Pilz, H., Brandt, B., Fehring, R. (2010): Die Auswirkungen von Kunststoffen auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in Europa. Denkstatt GmbH im Auftrag von PlasticsEurope, Brüssel, Belgien

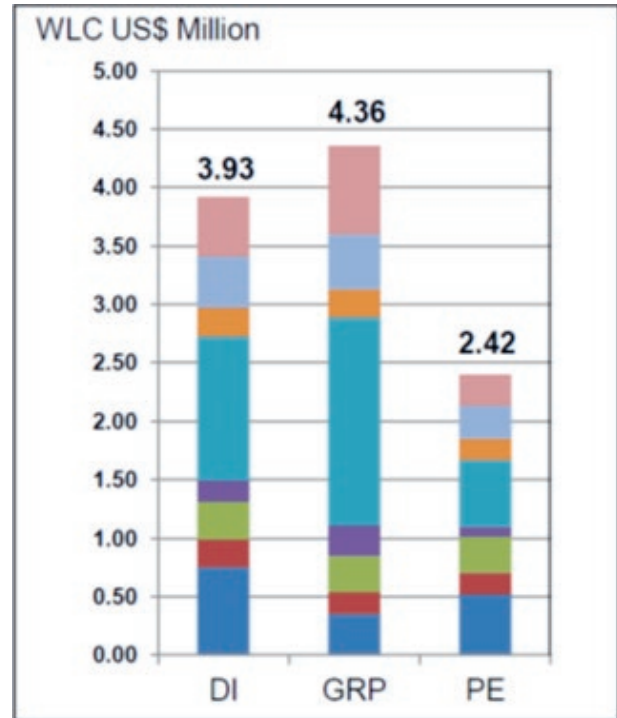
2.9 Kosteneffizienz

2.9.1 Gesamtbetriebskosten

Thames Water (einer der grössten Wasserversorgungsunternehmen in Grossbritannien) hat im Jahr 2004 ein Grossprojekt zur Erneuerung von sanierungsbedürftigen Trinkwasser-Transportleitungen gestartet. Im beigefügten Bericht werden die wichtigsten Erkenntnisse dieses Projekts zusammengefasst.

Dabei wurden die Gesamtkosten einer 5km langen innerstädtischen Rohrleitung DN400mm (DI=Guss, GRP=GFK) bzw. d_n 450mm (PE100 / SDR17) in London verglichen.

Es ist europaweit bereits unbestritten, dass PE-Rohrsysteme innerhalb der Verteilnetze bis d_n 250 mm die wirtschaftlichste Lösung bieten. Der Gesamtkostenvergleich von Thames Water zeigt aber auf, dass selbst im Transportleitungsbereich > DN 300 mm projektspezifisch Polyethylen die kosteneffizienteste Lösung aller möglichen Rohrleitungswerkstoffe darstellen kann.



Darstellung der Gesamtbetriebskosten dieses Projekts

WLC = Gesamtbetriebskosten
DI = Guss
GRP = GFK



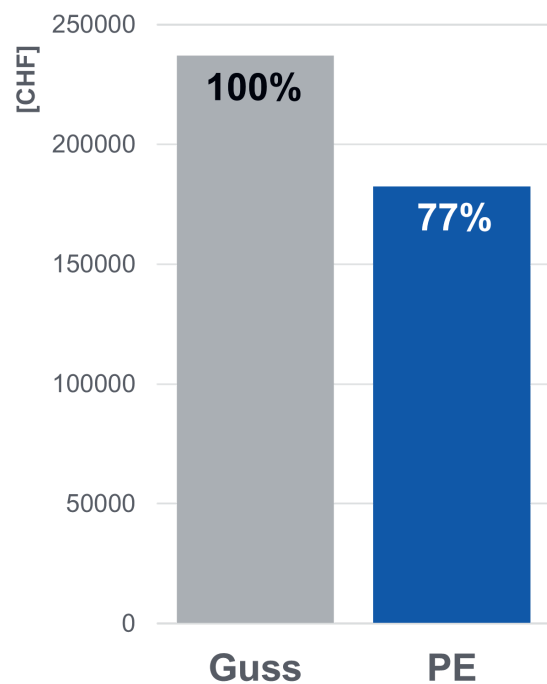
Mehr Details zum Vergleich der Gesamtbetriebskosten bei diesem Projekt erhalten Sie unter:

<http://www.borouge.com>

2.9.2 Kosten des Rohrleitungsbaus

Der dargestellte Vergleich für die Kosten des Rohrleitungsbaus wurde anhand eines realen Projekts in der Region Zürich mittels Devisierung von FZM-Rohrsystemen und PE-Rohrleitungen verglichen. Beinhaltet waren verschiedene Rohrabschnitte einer Netzerweiterung für ein neues Wohnquartier in den Nennweiten DN 80 - DN 150 bzw. d_n 90 mm bis d_n 180 mm. Materialspezifische Besonderheiten zur Verlegung und Verbindungstechnik wurden bei der Devisierung berücksichtigt.

Kosten Rohrleitungsbau



Oder bitten Sie eine der VKR-Mitgliedsfirmen um eine persönliche Beratung zu diesem Thema.

3 Grundlagen

Polyethylen wird bereits seit mehr als 50 Jahre als sicherer und zuverlässiger Rohrleitungswerkstoff in der Gas- und Wasserversorgung eingesetzt. Von den ehemaligen HD-PE Typen (PE50, PE63) hat sich der Markt über PE80 zu den bewährten Hochleistungswerkstofftypen PE100 bzw. PE100-RC entwickelt.

Die gültigen Normen beinhalten zwar noch PE80, in der Schweiz werden heutzutage für die Gas- und Wasserversorgung ausschliesslich, nur noch PE100-RC Rohre und PE100 Fittings eingesetzt. Diese zeichnen sich durch eine wirtschaftliche Verletechnik, eine zuverlässige Verbindungstechnik und einen hygienisch einwandfreien Transport von Trinkwasser bzw. einen gefahrlosen Transport von Gas aus.

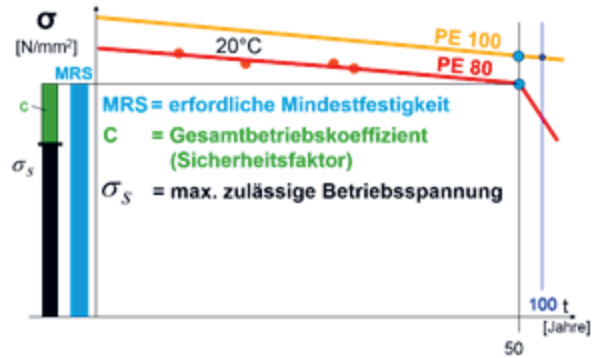
Da PE80 in der Schweiz heutzutage weder eingesetzt noch verfügbar ist, werden in diesem Leitfaden die Besonderheiten dieses Werkstoff-Typs nicht mehr aufgeführt.

3.1 Physikalische Eigenschaften

Eigenschaft	Einheit	PE100/PE100-RC
Dichte (bei 23°C)	g/cm ³	0.95 - 0.97
Streckspannung	N/mm ²	23 - 25
Zug-E-Modul (bei 23°C)	N/mm ²	900 - 1100
Kerbschlagzähigkeit (Charpy bei 23°C)	kJ/m ²	83
Kerbschlagzähigkeit (Charpy bei -40°C)	kJ/m ²	13
Wärmeausdehnungskoeffizient	mm/m*K	0.15 - 0.2
Wärmeleitfähigkeit (bei 23°C)	W/m*K	0.38
Wasseraufnahme (bei 23°C)	%	0.01 - 0.04

3.2 Werkstoff-Klassifikation

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen der verschiedenen Kunststoffe im Langzeitverhalten Rechnung zu tragen, werden Kunststoffrohre bezüglich ihrer erforderlichen Mindestfestigkeit nach ISO 12162 klassifiziert. Die dabei verwendeten Klassifikations-Ziffern (z.B. PE100) sind der 10-fache Betrag der erforderlichen Mindestfestigkeit (zulässigen Wandspannung z.B. 10 N/mm²) mit Wasser bei 20°C und einer berechneten Betriebsdauer von 50 Jahren. Die erforderliche Mindestfestigkeit (zulässige Wandspannung) darf nicht mit dem zulässigen Innendruck verwechselt werden.



Material	Mindestfestigkeit (MRS)
PE100	10.0 N/mm ²
PE100-RC	10.0 N/mm ²

3.3 SDR und Rohrserien

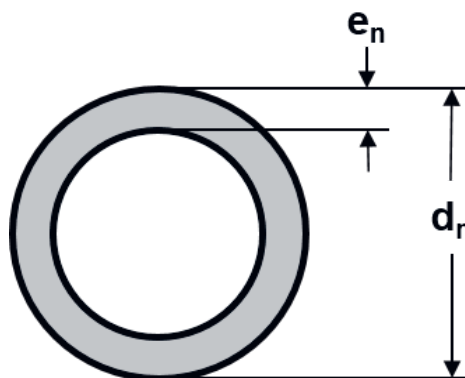
Rohre oder Formstücke mit dem gleichen Verhältnis von **Nenn-Aussendurchmesser zu Nennwanddicke** bilden eine SDR-Klasse bzw. Rohrserie. Es gibt zwei verschiedene Berechnungsarten

Rohrserie S:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2 \cdot e_n}$$

Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis
SDR (= Standard Dimension Ratio):

$$SDR = \frac{d_n}{e_n}$$



Eine Übersicht wichtiger Rohrabmessungen bei der Verlegung erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“ unter:

[VKR RL02](#)

[Anlage 3.3 Verlegeleitfaden Datenblatt - Abmessungen PE Rohre](#)



3.4 Druckstufen

Der maximal zulässige Betriebsdruck (PN) bei Wasser und 20°C errechnet sich wie folgt:

$$PN = \frac{MRS \cdot 10}{c \cdot S} \quad \text{oder} \quad PN = \frac{20 \cdot MRS}{c \cdot (SDR - 1)}$$

- PN Maximal zulässiger Betriebsdruck in bar. Im Gasbereich ist oft auch die Bezeichnung MOP (Maximum Operating Pressure) und im Wasser die Bezeichnung PFA gebräuchlich. (Bezogen auf 20°C und 50 Jahre rechnerische Grundlage zur Klassifikation.)
- MRS Mindestfestigkeit des Werkstoffs in N/mm² (z.B. 10.0 N/mm² für PE100)
- c Gesamtbetriebskoeffizient
- S Rohrserie (z.B. S5 = 5)
- SDR Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (z.B. SDR11 = 11)

3.4.1 Gesamtbetriebskoeffizient

Die nachfolgenden Gesamtbetriebsfaktoren (Design- bzw. Sicherheitsfaktoren) sind Minimalwerte. Es obliegt dem ausführenden Planer höhere Werte einzusetzen, wenn dies aufgrund der Applikation, der lokalen Gegebenheiten und der Risikobewertung sinnvoll erscheint.

Werkstoff	Anwendung	Minimaler Gesamtbetriebskoeffizient c_{min}
PE80/ PE100	Wasser	1.25
PE80/ PE100	Gas	2.0

3.4.2 Zulässige Betriebsdrücke für die Wasserversorgung

S	S16	S12,5	S8	S5	S3,2
SDR	SDR33	SDR26	SDR17	SDR11	SDR7,4
PN von PE100 [bar]	5,0	6,3	10,0	16,0	25,0* (16)

*Der berechnete max. Innendruck beträgt bei PE100 25,0 bar. Der SVGW (W4) lässt jedoch für Wasserversorgungsleitungen aus PE generell nur max. 16,0 bar zu. Für spezielle Anwendungen (z.B. Leitungen für Wasserfassungen) können jedoch die berechneten Werte verwendet werden.

Bezogen auf eine rechnerische Betriebsdauer von 50 Jahren bei 20°C.

3.4.3 Zulässige Betriebsdrücke für die Gasversorgung

S	S8	S5
SDR	SDR17	SDR11
d_n [mm]	≥ 75*	alle
MOP (PN) von PE100 [bar]	5,0	5,0

*Rohrserie S 8, SDR 17 ist für Nenn-Aussendurchmesser d_n kleiner 75 mm nicht zulässig

Die Tabellenwerte entsprechen den Vorschriften des SVGWs (G2).

Bezogen auf eine rechnerische Betriebsdauer von 50 Jahren bei 20°C.

Die Berechnung muss bei Gas mit einem minimalen Gesamtbetriebskoeffizienten von c = 2,0 erfolgen.

3.5 Temperaturgrenzen

Im Betrieb:

Polyethylenrohre (PE100 & PE100-RC) können dauerhaft von -30°C bis +40°C als Rohrleitungen eingesetzt werden. Allerdings gelten gemäss EN 12201-1 für die „heisseren“ Dauerbetriebstemperaturen (> 25°C bis 70°C) veränderte zulässige Betriebsdrücke und Standzeiten.

Für höhere Dauerbetriebstemperaturen stehen andere Kunststoffrohre (PE-RT, PP bis 95°C) zur Verfügung.

Bei tiefen Temperaturen verhindert die gute Isolationswirkung von Polyethylen ein frühzeitiges Einfrieren. Friert trotzdem mal eine noch nicht durchströmte Trinkwasserleitung im offenen Graben während der Inbetriebnahme ein, wird sich die Leitung - aufgrund der Flexibilität von PE – ohne Defekt nur ausdehnen. Beim langsamen Erwärmen des Leitungsstrangs (z.B. durch Isolation und Wärmezufuhr) kann man die Leitung nach dem Spülen wieder problemlos in Betrieb nehmen.



Eine Übersicht der maximal zulässigen Betriebsdrücke für Wasser in Abhängigkeit der Temperatur erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.5a Planungsgrundlagen Merkblatt - Zulässige Betriebsdrücke bei Temperatur](#)



Bei der Verlegung

Polyethylen ist aufgrund seiner sehr guten flexiblen Eigenschaft bis zu einer Frosttemperatur von ca. -30°C gegen äussere mechanische Beanspruchungen (Stösse, Schläge) unempfindlich und daher auch bis zu dieser Temperatur in konventioneller oder sandbettloser/ grabenloser Technik verlegbar. Allerdings sind je nach Verbindungsart bei Extrem-Temperaturen spezielle Massnahmen zu beachten. (Detaillierte Informationen erhalten Sie im Kapitel Verbindungstechnik)

Bei Temperaturunterschieden, welche bei der Verlegung oder zwischen Verlegung und Betrieb auftreten, muss die Längenausdehnung/ -verkürzung berücksichtigt werden.

Dies wird mit folgender Formel berechnet:

$$\Delta L [mm] = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

ΔL :	Längenänderung in mm
L:	Länge des Rohres in m
α :	Längenausdehnungskoeffizient 0,2 mm / m * K
ΔT :	Temperaturdifferenz in K (°C)



Eine Tabelle der Längenausdehnung bei Temperaturunterschieden, zum schnellen Einsatz in der Praxis erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“

www.vkr.rl02

[Anlage 3.5b Verlegeleitfaden Datenblatt - Längendehnung](#)



3.6 Abriebfestigkeit

Mitgeführte Feststoffanteile (Sand, Rost, etc.) in Trinkwasser- oder Gasleitungen bewirken bei traditionellen Werkstoffen oft einen deutlichen Abrieb (Abrasion) an der Rohrinnenoberfläche und somit eine Reduktion der Lebensdauer. Thermoplastische Materialien und insbesondere Polyethylen zeichnet sich durch eine sehr hohe Abriebfestigkeit aus. Polyethylen-Rohrleitungen werden deshalb oft zum Schlamm- und Feststofftransport im Bergbau und Minen eingesetzt.



Ein Vergleich des Abriebverhaltens von PE und Stahl erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik Planungsgrundlagen:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.6 Planungsgrundlagen Vergleich - Abrieb PE-St](#)



Zusätzliche Berechnungsdetails zu den nachfolgenden Themen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik Planungsgrundlagen oder unter www.vkr.ch/rl02.

3.7 Weitere Berechnungsgrundlagen zur Dimensionierung



Eine Übersicht wichtiger Rohrabmessungen zur Dimensionierung erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik Planungsgrundlagen:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.7 Planungsgrundlagen - Abmessungen Dimensionierung](#)



3.7.1 Hydraulische Auslegung

Berechnung des Rohrdurchmessers

In einer ersten Annäherung lässt sich der Innendurchmesser wie folgt berechnen:

$$d_i = b \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

d_i	Innendurchmesser des Rohrs [mm]
Q	Durchflussmenge [m³/h] bzw. [l/s]
v	Fliessgeschwindigkeit [m/s]
b	Umrechnungsfaktor für Einheiten für Q in m³/h à $b = 18.8$ für Q in l/s à $b = 35.7$

Richtwerte für Fliessgeschwindigkeiten:

	<u>Wasser</u>	<u>Gas</u>
Haupt- und Transportleitungen	≤ 1.5 m/s	10 – 30 m/s
Verteilungen	≤ 2.0 m/s	
Brandfall	3 m/s	



Eine vereinfachte grafische Ermittlung des Durchmessers und des Druckverlustes (Wasser) erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.7.1a Planungsgrundlagen Nomogramm - Druckverlust](#)



Berechnung des Druckverlusts

Der Gesamt-Druckverlust einer Rohrleitung setzt sich aus den Einzeldruckverlusten des Rohrs, der Formstücke, der Armaturen und aus Druckdifferenzen durch Höhenunterschiede zusammen.

$$\Delta p = \Delta p_r + \Delta p_f + \Delta p_v + \Delta p_{\text{geo}}$$

Δp	Gesamt-Druckverlust
Δp_r	linearer Druckverlust des Rohrs
Δp_f	Druckverlust von Formstücken
Δp_v	Druckverlust von Armaturen
Δp_{geo}	Druckdifferenz aus Höhenunterschieden



Eine detaillierte Information zur Berechnung der Einzel-Druckverluste erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“ unter:

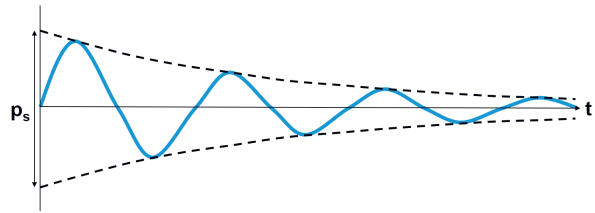
www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.7.1b Planungsgrundlagen Merkblatt - Berechnung Druckverlust](#)



3.7.2 Druckstösse

Druckstösse können durch das Öffnen und Schliessen von Armaturen oder durch das Einschalten von Pumpen entstehen. PE-Rohrleitungen mit einem Gesamtbetriebskoeffizienten von $C=1.25$ verkraften kurzzeitige Druckspitzen (im Sekundenbereich) von bis zu 50% des Nenndrucks bei 20°C ohne Schäden.



Der Druckstoss (p_s) wird mit der folgenden Gleichung berechnet

$$p_s = p_M \cdot a \cdot \Delta V_M \cdot 10^{-5}$$

p_s	Druckstoss [bar]
a	Wellengeschwindigkeit der Druckwelle [m/s]
Δv_M	Änderung der Fließgeschwindigkeit des Mediums [m/s]
p_M	Dichte des Fließmediums [kg/cm ³]



Eine Merkblatt zur Berechnung der Wellengeschwindigkeit erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“ unter:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.7.2 Planungsgrundlagen Merkblatt - Berechnung Druckstoss](#)

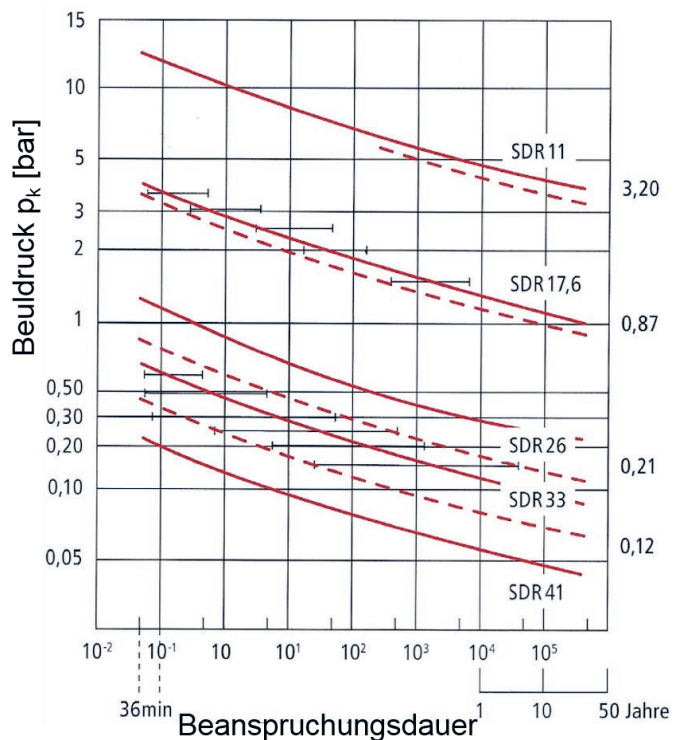


3.7.3 Unterdruck/ Vakuum

Absolutes Vakuum entspricht einem Differenzunterdruck von 1 bar, d. h. der wirksame Druck auf die Rohrwand ist um 1 bar kleiner als der Druck auf die Rohraussenwand unter Standardatmosphäre.
Bei Unterdruck muss insbesondere die Formstabilität des Rohres (Beulen) betrachtet werden. Sie lässt sich mit der Beulformel für zylindrische Rohre berechnen:

Ein Rohr unter absolutem Vakuum (Differenzunterdruck 1 bar) ist dann ausreichend gegen Beulung dimensioniert, wenn der kritische Beuldruck $p_k = 2$ bar ist, d. h., wenn mit einem Mindest-Designfaktor* von 2 gerechnet wird. Einflüsse durch Unrundheit und Exzentrizität sind gesondert zu berücksichtigen. Mit diesen Annahmen ergibt sich für PE100/ PE100-RC SDR11 eine maximale Einsatztemperatur von 40°C. Dünnwandigere Rohrserien sind unter den getroffenen Annahmen nicht geeignet.

*25 Jahr-Werte für Langzeitkriechmodul, Querkontraktionszahl und Designfaktor=2



Eine detaillierte Information zur Berechnung des kritischen Beuldrucks erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“ unter:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.7.3 Planungsgrundlagen Merkblatt - Berechnung Beuldruck](#)



Mechanische Verbindungen weisen genauso wie Fittings, eine deutlich grössere Wanddicke gegenüber den Rohren auf.

Allerdings muss die Vakuumfestigkeit der Dichtungen beachtet werden.

Flanschdichtungstyp	Zulässiges Vakuum (Differenzunterdruck)
Flachdichtung	Nicht möglich
Profildichtung	1 bar
O-Ring	1 bar

3.7.4 Diffusion

Gasverluste durch Permeation (Ausdiffundieren) sind bei PE-Rohren und PE-Rohrleitungsteilen ohne Bedeutung, da sie wegen der relativ grossen Wanddicken äusserst gering sind. Da zudem die PE-Rohrleitungen für die Gasversorgung ausschliesslich durch Schweißen verbunden werden, sind an den Verbindungsstellen keine Gasaustritte möglich.

Das ausdiffundierte Erdgasvolumen kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$V_{dG} = P \cdot \frac{\pi \cdot d_n \cdot L \cdot p \cdot t}{e_n}$$

V_{dG}	diffundiertes Erdgasvolumen [cm ³] NTP
P	Permeationskoeffizient [cm ³ /m*bar*Tag] NTP Erdgas: $P_{PE100} = 0.056$ cm ³ /m*bar*Tag
d_n	nominelle Aussendurchmesser [mm]
L	Länge der Rohrleitung [m]
p	Partialdruck des Gases im Rohr [bar]
t	Zeit [Tagen]
e_n	nominelle Wanddicke [mm]
NTP	Volumen bezogen auf Normaltemperatur (23°C) und Normaldruck (1 bar).

Für die Gefahr der Diffusion von Schadstoffen/ Gefahrenstoffen aus kontaminierten Böden in Trinkwasserleitungen können PE-Rohre mit funktionalen Zwischenschichten (metallische Sperrschichten) eingesetzt werden. Mehr Details zum Aufbau der Rohre erhalten Sie im Kapitel Rohre. Weiterführende Fragen zur Diffusion Ihres speziellen Anwendungsfalls besprechen Sie bitte mit einem der Ansprechpartner der VKR- Rohrherstellerfirmen.

3.8 Kostenverständnis/ Submission

Zur wirksamen und wirtschaftlichen Verwendung öffentlicher Mittel werden Lieferungen von Gütern und Dienstleistungen durch öffentliche Ausschreibungen beschafft.

Die Grundlagen und der Submissionsprozess sind in der SVGW W4 Teil 2 und im Teil 5 Praxisbeispiel 1 – Eignungs- und Zuschlagskriterien bei Submissionen beschrieben.

Die Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB) standardisiert im Normpositionenkatalog (NPK) die Kapitelgruppen für die Beschreibung und Quantifizierung einer baulichen Leistung. Erdverlegte Werkleitungen für Gas, Wasser und Fernkälte/ Energie werden in der NPK-Gruppe 412 geführt.

3.8.1 Kostensplit

Im erdverlegter Rohrleitungsbau für Neubau- und Sanierungsmassnahmen liegt in der Regel ein wesentlicher Teil der Kosten beim Tiefbau und in der Herstellung des Oberflächenbelags. Das Rohr und die Verbindungstechnik stellen nur einen geringen Kostenanteil dar. Bei reinen Materialausschreibungen sind daher Einschränkungen an der Qualität des Rohrleitungsmaterials, Kosteneinsparungen mit geringer Hebelwirkung.



3.8.2 Gesamtbetriebskosten

Nur die Betrachtung der Gesamtbetriebskosten (über die gesamte Lebensdauer) der angebotenen Alternativen gewährleistet, dass langfristig die öffentlichen Mittel nicht verschwendet werden. Standardannahmen der Werkstoffwahl nach Dimensionsspektrum sind zwar weit verbreitet, aber bei näherer Betrachtung der spezifischen Projektierung wenig hilfreich. Vor der Ausschreibung ist daher zunächst darauf zu achten, welches Verlegeverfahren und welcher Rohrwerkstoff für die jeweils betrachtete Projektierung und unter den vorliegenden Rahmenbedingungen am besten geeignet ist und somit auch die günstigsten Gesamtbetriebskosten ergibt.

Wesentliche Einflussfaktoren zur Ermittlung der Gesamtbetriebskosten bilden hierzu die Lebensdauer (>100 Jahre bei PE) und die Schadensrate (Bei PE: ≤ 0.04 Schäden/ km bei Versorgungsleitungen oder 2.5 Schäden pro 1000 Hausanschlüsse – Quelle DVGW-Wasser). Eine entsprechende hohe Gewichtung des Zuschlagskriteriums "Gesamtbetriebskosten" bei der Submissionsvergabe ist daher unerlässlich.



Ein Submissionsbeispiel für Eignungskriterien bei kommunaler Wasserversorgung bzw. bei industrieller Anwendung erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“ unter :

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 3.8 Planungsgrundlagen Beispiel - Submission](#)



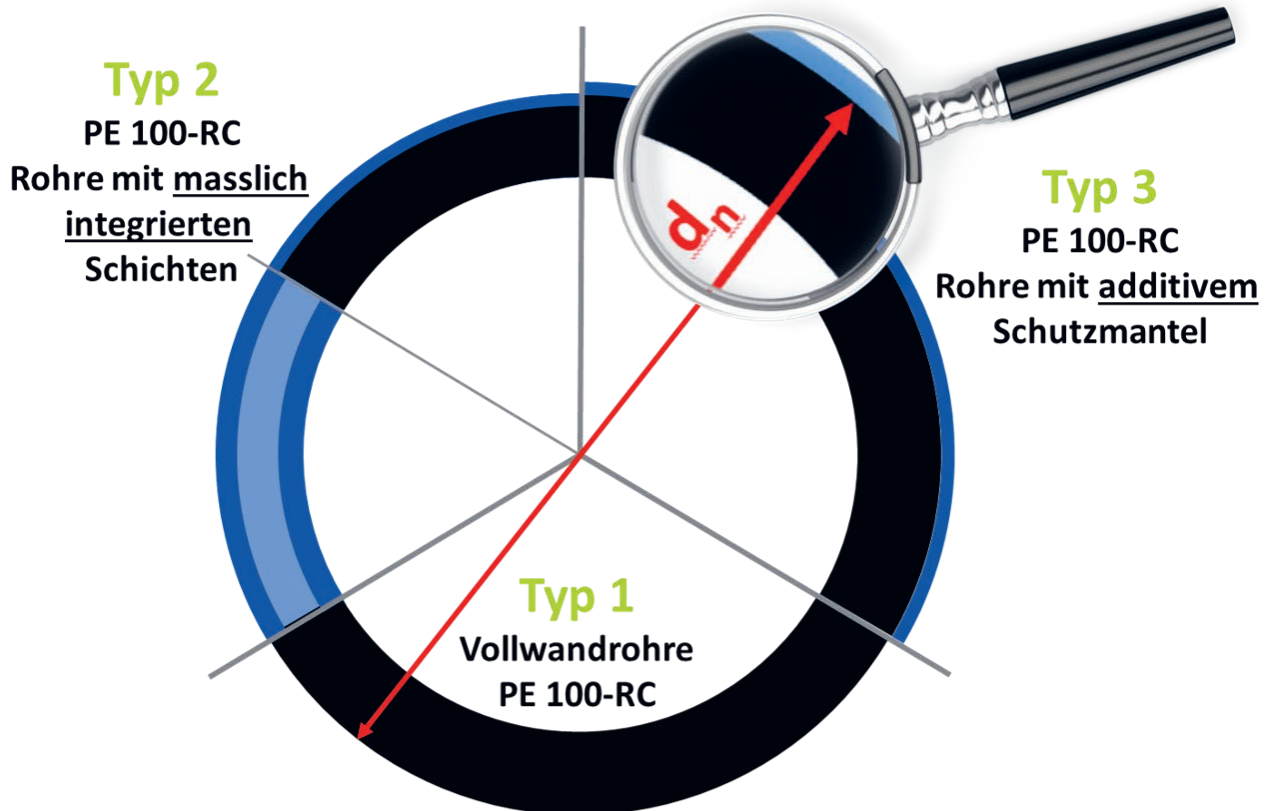
3.8.3 Nachhaltigkeit

Ein schonender Umgang mit unseren Ressourcen stellt insbesondere beim Vergabeprozess mit öffentlichen Mitteln eine wichtige Voraussetzung dar. Dies wird in den kommenden Jahren noch mehr an Bedeutung gewinnen und sollte bereits heute bei der Submission langfristiger Investitionen, in erdverlegte Rohrleitungsnetze, ein Zuschlagskriterium sein.

Polyethylen-Rohrleitungen haben insbesondere im erdverlegten Rohrleitungsbau im Vergleich zu metallischen Rohrwerkstoffen eine **deutlich bessere Ökobilanz**. (PE: 5x geringere Auswirkungen auf die Umwelt – siehe Kapitel 2 Ökologie).

4 Rohre

Polyethylen-Rohre werden bzgl. Ihrer Schutzeigenschaften für erdverlegte Verlegeverfahren gemäss PAS 1075 in die folgenden Typen eingeteilt:

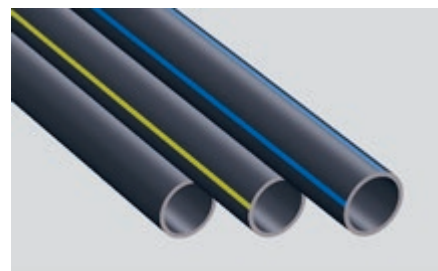


4.1 Einschicht-Vollwandrohre (Typ 1)

Einschichtige PE-Vollwandrohre bestehen aus nur einer homogenen Polyethylen-Schicht.

In der Vergangenheit wurden hierzu die Werkstoffklassifikation PE63 und PE80 eingesetzt. Heutzutage werden vorwiegend PE100-Typen verwendet. In der Schweiz werden heute nur noch Polyethylen-Druckrohre aus PE100-RC angeboten. Dabei bedeutet RC = „Raised Crack resistance“ und sind PE-Werkstofftypen mit erhöhter Rissbeständigkeit.

In der PAS 1075¹ werden PE100-RC-Rohre in Typen eingeteilt, welche die Eignung für die verschiedenen alternativen Verlegeverfahren beschreibt. Weitere Details zur Eignung von Mehrschicht-Vollwandrohren für die verschiedenen Verlegeverfahren finden Sie im Kapitel Verlegetechnik.



¹ PAS 1075 - Publicly Available Specification = öffentlich verfügbare Spezifikation
"Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken"

Einschicht-Vollwandrohre aus PE100-RC werden in der PAS1075 als Typ 1 klassifiziert.



Mehr Details zu RC-Materialien erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“ :

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 4.1 Planungsgrundlagen Fachbericht - PE100-RC](#)



4.2 Mehrschicht-Vollwandrohre (Typ 2)

Zwei- und mehrschichtige PE-Vollwandrohre sind aus mehreren funktionalen Schichten von PE100-RC aufgebaut. Auch mehrschichtige Vollwandrohre erfüllen am äusseren Durchmesser die Normabmessungen.

Diese Schichten begünstigen beispielsweise die Rissbeständigkeit beim Einziehen von Rohrsträngen im sandbettlosen bzw. grabenlosen Rohrleitungsbau oder machen die Rohre unempfindlicher bzgl. Punktlast bei sandbettloser Verlegung, wenn das Aushubmaterial wiederverwendet wird.

Mehrschicht-Vollwandrohre aus PE100-RC werden in der PAS1075 als Typ 2 klassifiziert.

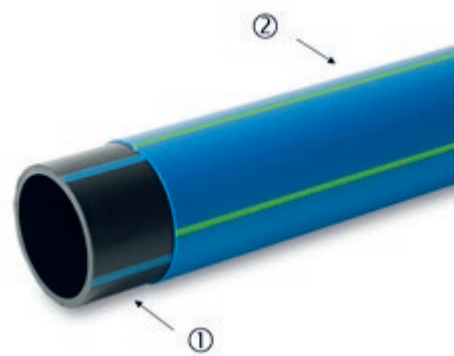


4.3 Rohre mit additivem Schutzmantel (Typ 3)

Diese Rohre sind aus einem Medienrohr (1) und einer separaten Kunststoff-Aussenschicht (2) aufgebaut. Diese Aussenschicht dient meist als Schutzmantel gegen Kerben und Riefen. Daher werden Schutzmantelrohre häufig in der grabenlosen Neuverlegung bzw. Sanierung eingesetzt.

Rohre aus PE100-RC mit zusätzlichem Schutzmantel werden in der PAS1075 als Typ 3 klassifiziert.

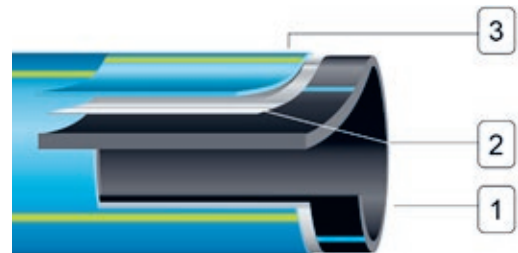
Bitte klären Sie mit dem Rohrhersteller ab, ob an den Verbindungsstellen der Schutzmantel entfernt werden muss.



4.4 Rohre mit funktionalen Zwischenschichten

Zwischen Medienrohr und Schutzmantel werden Sperrschichten aus Metall- und Kunststoff-Folien (2) homogen eingebettet, um beim Einsatz in kontaminierten Böden ein diffusionsdichtes Rohrsystem zu erhalten.

- 1 drucktragendes PE Medienrohr
- 2 funktionale Zwischenschicht (z.B. Metallfolie)
- 3 Kunststoff-Aussenschicht



Praxisbeispiele zu diffusionsdichten Schutzmantelrohren für kontaminierte Böden erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Planungsgrundlagen“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 4.4 Planungsgrundlagen Beispiele - diffusionsdichte Schutzmantelrohe](#)



4.5 Kennzeichnung

PE-Rohre werden in der Schweiz für unterschiedliche Medien farblich gekennzeichnet:

Werkstoff	Gas		Wasser	
	Rohr	Streifen	Rohr	Streifen
PE 100	RAL 1033	-	RAL 5005	-
	RAL 9004	RAL 1033	RAL 9004	RAL 5005
	-	-	-	-
PE 100 RC	RAL 1033	-	RAL 5005	-
	RAL 904	RAL 1033	RAL 9004	RAL 5005

Rohre mit Schutzmantel werden ergänzend noch mit einem Grünen Streifen markiert.

Schwarz-gefärbte PE Rohre kommen in industriellen Druck-Anwendungen (Anergie) und im Abwasser zum Einsatz.

PE-Rohre und -Formstücke müssen zur weiteren Identifikation eindeutig durch einen Aufdruck oder eine Prägung dauerhaft gekennzeichnet sein:

Kennzeichnung von Rohren und Formteilen	Beispiel
Hersteller oder Herstellermarke	Müller, MÜRO
Werkstoff und Klassifikation	PE100 RC
Nenn-Aussendurchmesser d_n [mm]	110
Nennwanddicke e_n [mm] (nur beim Rohr)	10
Rohrserie oder SDR-Klasse	S5; SDR11
Zulässiger Betriebsdruck (bar) ***	PN 16 *
Verwendungszweck ***	GAS, W, P **
SVGW-Zertifizierungsnummer ***	SVGW 9506-K 219
Code für Produktionslos und -stätte	123459-b
Referenznormen ***	Gas (SN) EN 1555 Wasser (SN) EN12201 Abwasser (Druck) (SN) EN 13244

* Nur für die Wasserversorgung

** W = Wasser, P = Entwässerungs-/ Abwasser-Druckanwendung

*** für Rohrleitungsteile können diese Angaben auf der Etikette oder Verpackung aufgedruckt werden.

Eine CE-Kennzeichnung von Kunststoffrohren und -Formstücken ist aufgrund fehlender harmonisierter Normen bisher nicht zulässig.



Ein Positionspapier zur aktuellen Situation der CE-Kennzeichnung bei Kunststoffrohren erhalten Sie in der Anlagen- Rubrik „Planungsgrundlagen“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 4.5a Planungsgrundlagen Positionspapier - CE-Kennzeichnung](#)



Die SDR-Klasse gibt beim Rohr und bei den Formstücken zusammen mit der Werkstoff-Klassifikation den Hinweis auf den max. zulässigen Betriebsdruck.

Heizwendel-(Elektro-)Formteile weisen zum automatischen Einlesen der Schweissparameter ins Schweissgerät einen Barcode ① nach ISO 13950 auf.

Zur vorbeugenden Qualitätssicherung durch elektronische Bauteilrückverfolgung können PE-Rohre und -Formstücke zusätzlich mit einem Rückverfolgbar-keitsbarcode ② nach ISO 12176-4 ausgestattet sein.

Die Verschweisbarkeit (Kompatibilität) mit unterschiedlichen SDR-Klassen bei Heizwendel-(Elektro-)Formteilen ist entweder auf dem Produkt angegeben ③ oder der Spezifikation des Herstellers zu entnehmen.



Eine Übersichtshilfe zur Identifikation wichtiger des Schweiss- und Rückverfolgbarkeits-Barcodes erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 4.5b Verlegeleitfaden Merkblatt - Interpretation Schweiss-&Trace-Code](#)



4.6 Transport und Lagerung

PE-Rohre werden in kleineren Dimensionen sowohl in Ringbunden, als auch in Stangen geliefert. Grösseren Durchmessern werden ausschliesslich als Stangenware geliefert.

4.6.1 Transport

Rohre und Formteile sind durch geeignete Fahrzeuge und Maschinen sicher und schonend zu transportieren.

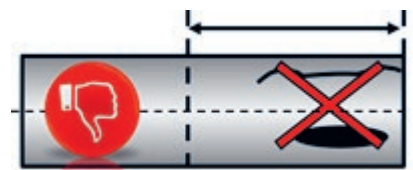
Es ist darauf zu achten, dass

- während des Transports die Lasten nicht herabfallen oder verrutschen können und
- an den Rohrleitungskomponenten keinerlei Beschädigungen oder Deformationen entstehen

Stangenrohre

Bei den groben Bedingungen auf der Baustelle ist speziell beim Handling von Rohren folgendes zu beachten:

- Auch beim Handling von überlangen Rohrsträngen (20 m) dürfen die Enden nicht direkt auf der Strasse oder im Graben entlang gezogen werden. (Kratzer!)
- Falls dies nicht vermieden werden kann sind geeignete Schutzmantelrohre einzusetzen.
- Rohrstränge, die ausserhalb des Grabens zusammengeschweisst werden dürfen nicht direkt über die Grabenkante eingezogen werden. Es sind geeignete Rollenböcke zum Einziehen in den Graben zu verwenden.
- Rohre sind während Transport und Lagerung mit Schutzkappen vor Verschmutzung zu schützen (Trinkwasser-Hygiene).
- Bei Standardrohren (ohne Schutzeigenschaft) sind nur Kratzer < 10% der Wanddicke bei den Rohren zulässig.
- **Im Schweiss-/ Dichtbereich sind jedoch keine Kratzer zulässig!**



Rollenrohre

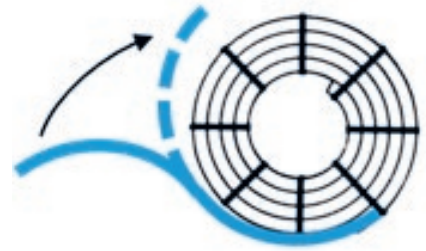
Rollenrohre haben den Vorteil, dass lange Rohrabschnitte ohne zusätzliche Verbindungsstellen verlegt werden können. Bei dieser Transporteinheit sind jedoch bei der Verlegung folgende Besonderheiten zu beachten.

Rollenrohre haben eine hohe Eigenspannung und sind dadurch aufwendiger zu verlegen. Daher sind Rollenrohre > d_n 110 mm nur in technisch begründeten Fällen zu verwenden.

Das Abwickeln der Rohre vom Bund kann auf mehrere Arten erfolgen. Bei Rohren bis 63 mm Aussendurchmesser wird im Allgemeinen der Bund in Senkrechstellung abgerollt, wobei der Rohranfang festzuhalten ist. Bei grösseren Abmessungen empfiehlt sich die Verwendung einer Abwickelvorrichtung. Die Ringbunde können beispielsweise flach auf Holz- oder Stahl-Drehkreuze gelegt und von Hand oder mit einem langsam fahrenden Fahrzeug abgewickelt werden. Die Rohre müssen gerade abgewickelt und dürfen nicht geknickt werden.

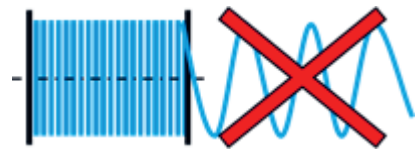


Beim Abwickeln der Rohre von Trommeln oder Ringbunden ist zu beachten, dass die Rohrenden beim Lösen der Befestigung federnd wegschnellen können. Da besonders bei grösseren Rohren erhebliche Kräfte frei werden, ist entsprechend vorsichtig vorzugehen. (Unfallgefahr!)



Beim Abwickeln ist ausserdem zu beachten, dass die Flexibilität der PE-Rohre von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird. Bei Temperaturen in Frostnähe sind die noch aufgewickelten Rohre ab 75 mm Aussendurchmesser nach Möglichkeit zu erwärmen. Dies kann z. B. mit Dampf oder einen Pipeheater erfolgen.

Abziehen in einer Spirale ist unzulässig.



Rollenrohre haben zwangsweise eine Ovalität
→ ggfs. Rundrück-/ Ausrichtvorrichtungen verwenden oder ein Stangenrohrstück anschweissen, um eine spannungsfreie und sichere Verbindungstechnik zu ermöglichen. Die Montageanleitungen der Hersteller sind zu berücksichtigen.



4.6.2 Empfang und Lagerung

Kontrolle vor Arbeitsbeginn

Vor Arbeitsbeginn sollte kontrolliert werden, ob die benötigten Komponenten den spezifizierten Liefervorschriften entsprechen und ob die erforderlichen Rahmenbedingungen für die geplanten Rohrleitungsarbeiten erfüllt sind:

- Entsprechen die Rohre und Formstücke den Liefervorschriften (Anzahl, Typ, d_n , SDR, SVGW-Prüfzeichen)?
- Sind die richtigen Maschinen und Werkzeuge vor Ort?
- Können Schweissstellen genügend gegen Witterungseinflüsse geschützt werden?
- Sind eventuelle Kratzer und Riefen bei den Rohren nicht tiefer als 10% der Wanddicke? (Im Schweiss-/ Dichtbereich sind keine Beschädigungen auf den Rohr-Oberflächen zulässig)
- Ist die Ovalität $< 3\%$ (für Elektroschweiss-Verbindungen $< 1.5\%$)



Eine Checkliste zur Baustellenorganisation erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 6.2.1 Verlegeleitfaden Checkliste - Baustellenorganisation](#)



Lagern auf der Baustelle

Die zulässige Freilagerungsdauer von eingefärbten (blau, gelb, orange, braun, grün) PE-Rohren beträgt in Mitteleuropa maximal 2 Jahr. Schwarze Rohre können unbeschränkt im Freien gelagert werden, da sie mit Grafit (Russ) UV-stabilisiert sind.

Die maximale Lagerdauer für farbige PE-Rohre und PE-Formstücke in geschlossenen Räumen ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Die Position des Rohrlagers auf der Baustelle sollte möglichst nahe bei der späteren Installationsstelle angelegt werden. Es ist ferner darauf zu achten, dass der Untergrund fest, eben und keine scharfen Kanten oder spitze Steine enthält. Ein einfaches Rangieren und sicheres Anheben/ Ablegen der Rohre durch die Transportmittel muss im Lagerbereich jederzeit gewährleistet sein.

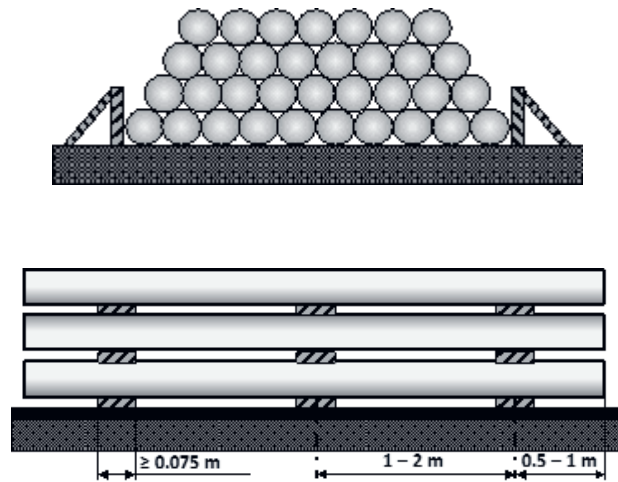
Die Rohrenden sind, während Transport und Lagerung mit Schutzkappen geschlossen zu halten. Während Transport und Lagerung dürfen Rohre nicht durch Chemikalien, Öle/ Fetten oder Kraftstoff verunreinigt oder eingenebelt werden.

Die Rohre sind pro Dimension in sichere und fachgerechte Rohrstapel anzuordnen. Die Stapelung, Rohrauflagen und Stützkonstruktionen dürfen die Rohre nicht beschädigen, deformieren oder abplatten.

Die folgenden Angaben stellen Richtgrößen für eine sichere und fachgerechte Lagerung dar:

Die maximale Stapelhöhe sollte 1 m nicht übersteigen. Bei loser Freilagerung auf flachem und geeignetem Untergrund (auf feinkörnigem Bettungskies, Sand, Schnee oder Gras) ohne Holzverschalung ist der Stapel pyramidenförmig aufzubauen (pro Lage ein Rohr weniger) und in der untersten Lage mit einer fachgerechten Sicherung durch Keile - gegen Wegrollen unter Last - zu sichern.

Bei Verwendung von Holzverschalungen oder Holz-Zwischenlagen mit seitlicher Positionssicherung, kann von einer pyramidenförmigen Stapelung abgesehen werden und blockweise gestapelt werden.



Müssen Rohre unterschiedlicher SDR-Klassen innerhalb eines Stapels gelagert werden, so sind die dickwandigeren Rohre unten anzuordnen.

Fittings sind trocken in Originalverpackung (Karton & Beutel) bei einer Umgebungstemperatur von 0° bis +50°C zu lagern. Auf spezielle Lagervorschriften/ Lageorientierung ist zu achten.

4.7 Zulassungen

Die Verwendung der Kunststoff-Rohre und –Rohrleitungsteile in der Gas- und Wasserversorgung und der Entwässerung unterliegen einer **Zulassungspflicht**.

Das heisst, die Rohre und Rohrleitungsteile haben bestimmte Güteanforderungen zu erfüllen. Diese werden bei der Erstzulassung gemäss einem ausgedehnten Plan von einem unabhängigen Prüfinstitut getestet und bei entsprechender Eignung von der Zulassungsstelle freigegeben. Später wird produktionsbegleitend durch die Hersteller jedes Produktionslos selbst geprüft (**Eigenüberwachung**). Ergänzend überwachen unabhängige Prüfinstitute in regelmässigen Abständen die Produktionsprozesse und die Produktqualität (**Fremdüberwachung**).

Werden alle Anforderungen erfüllt, erhalten bzw. behalten die Produkte ihre Zulassung: Für **Gas- und Wasserrohrleitungen** durch den **SVGW** (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches) Rohre und Rohrleitungsteile sind mit der SVGW-Zulassungsnummer gekennzeichnet. Der aktuelle Zulassungskatalog ist unter www.svgw.ch abrufbar.

Musterbeispiel Wasser

Marke (Hersteller)	Produkte	Dim.	Vertreter Schweiz	Hersteller-Adresse	SVGW Zert.-Nr.
Rohr-o-Len (Musterrohr)	Ø20-630 PE100 SDR11	Ø20-630	Muster-Handels GmbH CH-9000 St. Gallen 071 220 93 45	Musterrohr AG CH-8000 Zürich 044 251 21 26	0009-K 245 00-089-9
Fit-Fix (H&B)	Formteile PE100 SDR11	Ø20-450	H&B Schweiz AG Rue du Marché 40 CH-1204 Genève 022 317 09 09	H&B Sweden Box 960 50189 Borås +46 33 14 00 20	9506-K 219 02-014-9

Musterbeispiel Gas

Vertreter Schweiz	Hersteller	Zertifikat	Gültig bis	Norm/ Beurt.-Basis	Typen/ DN/ Druck
Dichtfit AG CH-8000 Zürich	Dichtfit GmbH DE-10000 Berlin	04-054-6	30.9.17	DVGW VP 614	Pressfittingsystem Dichtfit SS/ 5 bar da 15-108

5 Verbindungstechnik

Prinzipiell stehen für die längskraftschlüssige Verbindung von erdverlegten PE-Druckrohrleitungen folgenden Verbindungsarten zur Verfügung:

Schweisssverbindungen (nicht lösbar)

- Heizelementstumpfschweissen
- Heizwendel-(Elektro-)Schweissen
- Heizelementmuffenschweissen

Mechanische Verbindungen (lösbar)

- Flanschverbindungen
- Klemmverbindungen
- Steckverbindungen

Es ist darauf zu achten, dass die zur Lagerung verwendeten Rohrverschlusskappen vor der Herstellung der Verbindung entfernt werden.

5.1 Schweissen

Durch Schweissung entstehen unlösbare und kraftschlüssige, mediumsichte Verbindungen. Die Dichtigkeit ist durch das Verschmelzen des Werkstoffs der Rohre oder der Rohrleitungsteile gewährleistet. Es werden keine Dichtungselemente benötigt.

PE-Schweisser, die Gas-, Wasser- und Energie-Rohre aus Polyethylen verbinden müssen gemäss SVGW Richtlinien G2 (Gas), W4 (Wasser) und F2 (Fernkälte und Energienetze) ein gültiges Schweisserzertifikat/ Schweisserpass gemäss GWF 101 besitzen.

Rohre und Formteile aus PE100 und PE100-RC sind gemäss DVS 2207-1 bedenkenlos im Schmelzindexbereich MFR 190/5 von 0.2 bis 1.7g/ 10min. schweisssbar.

Beim Schweissen unter ungünstigen Witterungseinflüssen (Kälte < 5°C, Wind, Feuchtigkeit, direkte Sonneneinstrahlung) ist gemäss DVS 2207-1 der unmittelbare Schweissbereich durch geeignete Massnahmen (Einzelten, Beheizen) zu schützen. Im Zweifelsfall ist eine Referenzschweissung herzustellen und zu prüfen.

Es ist darauf zu achten, dass Rohre, Formteile und Schweissgeräte vor dem Schweissen gleiches Temperaturniveau aufweisen.



Eine Massnahmenliste bei ungünstigen Witterungseinflüssen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 5.1a Verlege-technik Merkblatt -
PE-Schweissen ungünstige Witterung](#)



Als Vorbereitung zum Schweissen müssen Rohrenden rechtwinklig abgetrennt werden. Die Trennwerkzeuge dürfen das Rohr weder verformen noch beschädigen und der Einsatz von Schmierstoffen beim Trennen ist nicht zulässig.



Ein Merkblatt zu geeigneten Trennwerkzeugen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 5.1b Verlegeleitfaden Merkblatt -
PE-Trennwerkzeuge](#)



Saubere Oberflächen sind für die Verbindungsgüte beim Schweissen äusserst wichtig. Deshalb sollten unmittelbar vor dem Schweissen das Heizelement und die Fügepartner (Rohr und Fitting) mit sauberen, nicht fasernden, unbedruckten Papiertüchern und 100% verdampfenden PE-Reiniger (z.B. 99.8% Ethanol) sorgfältig gereinigt werden.



Ein Merkblatt zu PE-Reinigungsmittel erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

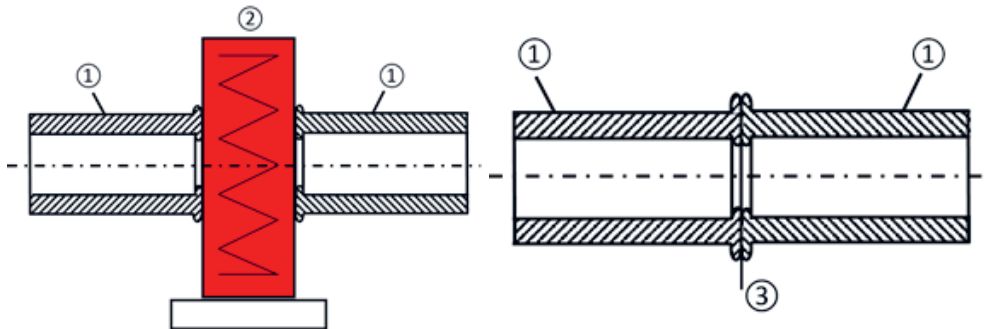
[Anlage 5.1c Verlegeleitfaden Merkblatt -
PE-Reinigung](#)



5.1.1 Stumpfschweissen

Beim Heizelement-Stumpfschweissen werden die Verbindungsflächen der Rohre oder der Formteile mittels eines Heizelements (Schweiss-Spiegel) erwärmt und anschliessend unter Druck zusammengefügt.

Beim Stumpfschweissen lassen sich nur Rohre bzw. Formteile gleicher SDR-Stufe/ Rohrserie miteinander verbinden!



Die folgenden Phasen des Schweissprozesses und die Voraussetzungen sowie Detailschritte sind in der DVS 2207-1 ausführlich beschrieben

- Hobeln
- Angleichen
- Anwärmen
- Umstellen/ Fügen
- Abkühlen

Die Anforderungen an die Schweissmaschine und Zubehör, (wie Trenngeräte und Rollenböcke) sowie deren mindestens 1x jährlicher Wartungsintervall ist in DVS 2208-1 geregelt.

Bei den PE-Stutzen-Formteilen wird in

- kurzschenklig (nur fürs Stumpfschweissen geeignet) und
- langschenklig (fürs Stumpf- und Elektroschweissen geeignet) unterschieden.

Nach der Schweissung ist die Verbindung am ganzen Umfang bzgl. Wulstbildung zu kontrollieren. Der Schweisswulst soll möglichst gleichmässig und glatt sein. Es sind keine unverschweissten Stellen, Wulstverfärbungen oder Kerben zulässig. Schweissfehler sind in DVS 2202-1 beschrieben.

Die Schweissverbindung ist mit Schweissnummer, Abkühlzeitende, Datum und Visum zu beschriften. Gemäss DVS 2207-1 wird empfohlen die Verfahrensdaten in einem manuellen Schweissprotokoll oder auf elektronischen Datenträgern zu dokumentieren.



Eine Vorlage des Schweissprotokolls mit den DVS-Parameter beim PE-Stumpfschweissen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 5.1.1 Verlegeleitfaden Schweissprotokoll - Stumpfschweissen](#)

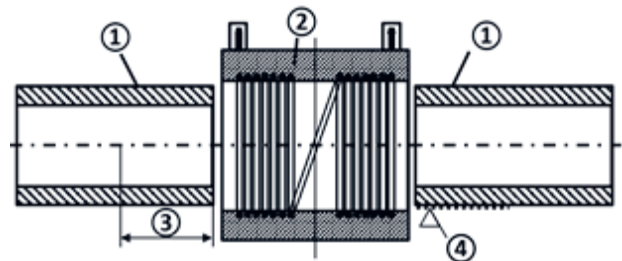


5.1.2 Heizwendel-(Elektro-)schweissen

Beim Heizwendel-/ oder Elektroschweissen überlappen sich die Verbindungsflächen (Rohroberfläche und Fitting-Innenseite) und werden mit Hilfe von im Fitting positionierten Widerstandsdrähten (Heizwendel) durch elektrische Energie auf Schweisstemperatur erwärmt und dadurch geschweisst.

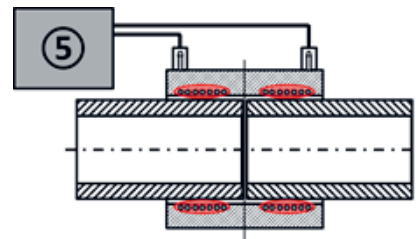
Rohre und Formstück ungeschweisst

- ① Rohr
- ② Fitting
- ③ Einstecktiefe
- ④ rotationsgeschälte Oberfläche



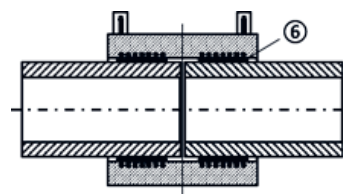
Schweissen

- ⑤ Schweissgerät



Fertige Verbindung

- ⑥ Fügeebene



Elektroschweiss-Formstücke ermöglichen das Verbinden von Rohre bzw. langschenklige Stutzen-Formteile verschiedener SDR-Stufe/ Rohrserie!

Die Anwendbarkeit (Kompatibilität) für den jeweiligen SDR-Stufen-/ Rohrserien-Bereich ist dem Barcode- oder Beutel-Etikett des jeweiligen Elektroschweiss-Fittings zu entnehmen oder beim Hersteller zu erfragen.

Der Schweissprozess gliedert sich in folgende Phasen:

- Rohr schälen (Rotationsschälgerät mit gleichmässigem Waddickenabtrag ≥ 0.2 mm einsetzen.)
- Rohr und Elektroschweissfitting reinigen (nur im geschälten Bereich)
- Einstecktiefe/ Fittingposition markieren (auf spannungsfreie Montage achten)
- Schweissen
- Abkühlen

und die Voraussetzungen sowie Detailschritte sind in der DVS 2207-1 ausführlich beschrieben.

Beim Elektroschweissen werden die Schweissdaten, mittels Barcode, automatisch ins Schweissgerät eingescannt.

Die Anforderungen an das Schweissgerät, das Schälgerät, Rundungschellen und weitere Werkzeuge sowie deren mindestens 1x jährlicher Wartungsintervall ist in DVS 2208-1 geregelt.

Nach der Schweissung ist das Schweissgerät auf Fehlermeldungen, das Ansprechen des Schweissindikators und die Verbindung auf besondere Vorkommnisse zu kontrollieren. Schweissfehler sind in DVS 2202-2 beschrieben.

Die Schweissverbindung ist mit Schweissnummer, Abkühlzeitende, Datum und Visum zu beschriften. Gemäss DVS 2207-1 wird empfohlen die Verfahrensdaten in einem manuellen Schweissprotokoll oder auf elektronischen Datenträgern zu dokumentieren.



Eine Vorlage des Schweissprotokolls mit den häufigsten Fehlerursachen beim Heizwendel-(Elektro-)Schweissen sowie deren Abstellmassnahmen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 5.1.2 Verlegeleitfaden Schweissprotokoll - Elektroschweissen](#)



5.2 Mechanische Verbindungen

Längskraftschlüssige, mechanische Verbindungen kommen in allen Bereichen der Wasser- und teilweise auch in Gas¹-Versorgungsnetzen vor und werden zumeist folgendermassen eingesetzt:

- Flanschverbindungen als lösbare Anbindung an Pumpen, Armaturen und Behälter oder als Übergänge auf andere Rohrleitungswerkstoffe
- Rohrkupplungen, Mehrbereichs- und Systemkupplungen als Werkstoffübergang oder als Reparaturlösung
- Steckverbindungen im Rohrleitungsbau
- Steck- und Klemmverbinder zumeist als lösbare, fixe oder temporäre Verbindung im Hausanschlussbereich

Das Schneiden von Gewinden auf PE-Rohr (ähnlich wie bei Metall) ist nicht zulässig!

5.2.1 Flanschverbindung

Flanschverbindungen werden aus den Komponenten Vorschweissbund, Losflansch, Dichtung gebildet und durch Schrauben, Unterlegscheiben und Muttern längskraftschlüssig und dicht verschraubt. Generell ist darauf zu achten, dass die einzelnen Komponenten dimensionsmässig bzgl. dem Medium, dem Betriebsdruck, der Gebrauchstemperatur und der Bodenbeschaffenheit aufeinander abgestimmt sind.



Vorschweissbund

Beim Vorschweissbund - der direkt mit dem Rohr verschweisst wird - sind sowohl kurzschenklige Ausführungen nur zum Stumpfschweissen als auch langschenklige Ausführungen fürs Elektro- und Stumpfschweissen gebräuchlich.

Losflansch

Losflansche müssen die Anzugsmomente der Schrauben aufnehmen können und die resultierende Kraft ohne Verformung in den Vorschweissbund weiterleiten können. Deshalb müssen Flansche sehr formstabil sein! Im erdverlegten Rohrleitungsbau sind Kunststoff-Losflansche (PP oder PE) mit Stahleinlage oder korrosionsschutz-beschichtete Losflansche aus Stahl oder Edelstahl-Losflansche verwendbar.

Ab Nennweite DN200 sind speziell bei Losflanschen das unterschiedliche Lochbild bei den unterschiedlichen Druckstufen (PN10 oder PN 16) zu beachten.

¹ gemäss SVGW G2 sind vorzugsweise Schweissverbindungen im Gasbereich einzusetzen

Dichtung

Als Dichtung sind bei PE-Werkstoffübergängen die Flanschdichtungen mit Stahleinleger und bei PE-PE-Materialpaarungen die Flanschdichtungen mit Stahleinleger und angeformtem O-Ring zu verwenden.

Die KTW-Richtlinie (W270) des DVGW, die auch für den SVGW Gültigkeit hat, schreibt für **Trinkwasser-Anwendungen EPDM** Dichtwerkstoffe vor. Im **Gasbereich** hingegen fordert der DVGW gemäss DIN 3535 eine **NBR**-Gummi-Dichtung. Mittlerweile sind auch **NBR-Duo**-Gummimischungen am Markt verfügbar welche sowohl **in Gas- als auch in Wasserapplikationen** zugelassen sind.

Vorzugsweise sind bei den Dichtungswerkstoffen (EPDM, NBR) eine **Shore-A-Härte** von **65° bis 75°** zu verwenden.

Ab Nennweite DN200 ist auch bei Dichtungen die unterschiedliche Druckstufe (PN10 oder PN 16) zu beachten.

Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

Auch hier ist der Korrosionsschutz der Komponenten im Erdboden zu beachten. Für die Leichtgängigkeit sind PTFE-Beschichtungen oder SVGW zugelassene Schmiermittel (z.B. Klüber Fett VR69-252) zu verwenden.



Montage



Ein detailliertes Merkblatt zur Montage von PE-Flanschverbindungen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 5.2.1 Verlegeleitfaden Merkblatt - Montage PE-Flanschverbindungen](#)



5.2.2 Klemm-Verbindung

Klemmverbinder werden meist im Hausanschlussbereich bis d_n 63mm oder zum Anschluss temporärer Notversorgungsleitungen verwendet, da die Handhabung einfach sowie schnell ist und keine Montagehilfen oder Vorbereitungsarbeiten notwendig sind. Durch Anziehen der Überwurfmutter wird sowohl die Zugsicherheit als auch die Abdichtung erzeugt. Die Dichtwirkung wird dabei über einen O-Ring oder eine Profildichtung hergestellt. Die Längskraft-schlüssigkeit erfolgt über einen Klemmring, welcher sich in die Rohroberfläche eingräbt.



Es sind die Herstellerangaben bzgl. Montage/ Demontage zu beachten. Ggfs. müssen bei dünnwandigen Rohren und Metall-Klemmverbindern, Stützhülsen im Bereich der Verbindung ins Rohr eingeschoben werden.

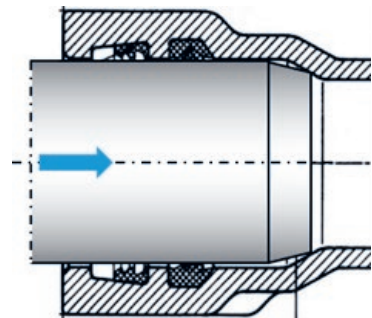
Wie auch bei anderen Verbindungsarten muss das Rohr rechtwinklig abgeschnitten sein. Es sind keinerlei Deformationen, Kerben oder Kratzer im Dichtungsbereich des Rohrs zulässig. Einstecktiefe am Rohr markieren. Ein Anfasen und Einfetten (mit SVGW zugelassenem Gleitmittel) erleichtert die Montage.

5.2.3 Steckverbindung

Heutige Steckverbindungen werden fast ausschliesslich als längskraftschlüssige Verbinder im Hausanschlussbereich (d_n 20-63 mm) und in Verteilleitungen bis d_n 315mm innerhalb der Wasserversorgung eingesetzt. In der Gasversorgung sind Steckverbindungen nicht zulässig!

Ein in der Muffe integrierter Klemmring oder Klemmsegmente bewirkt bei Zugbeanspruchung eine Verkeilung mit dem Rohr. Die Abdichtung erfolgt entweder durch einen O-Ring oder durch eine Profildichtung.

Neben Steckfittings aus Kunststoff (POM, PP oder PE) werden auch metallische Steckverbinder für PE-Rohre angeboten.

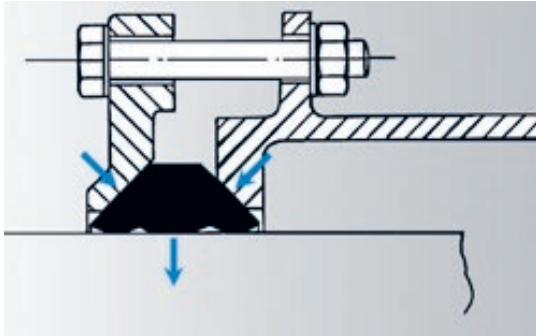


Vereinzelt werden auch direkt Rohre geliefert, bei denen die Steckmuffe bereits ans Rohr angeschweisst ist.

Es sind keinerlei Deformationen, Kerben oder Kratzer im Dichtungsbereich des Rohrs zulässig. Rohr und Fitting im Dichtbereich reinigen. Einstecktiefe am Rohr markieren. Zur erleichterten

Montage Rohr anfasen und einfetten (mit SVGW zugelassenem Gleitmittel). Verkeilung des Klemmrings durch Rückwärtsziehen des Rohrs auslösen.

5.2.4 Mehrbereichskupplung



Mehrbereichskupplungen sind durch die Abdeckung eines grossen Durchmesserbereichs in der Lage, Werkstoffübergänge auf unterschiedlichste Rohrmaterialien herzustellen. Sie können daher sehr flexibel bei spontanen Reparaturarbeiten eingesetzt werden, wenn Unsicherheit über das vor Ort vorzufindende Rohrleitungsmaterial besteht.

5.2.5 Metallübergänge

Nicht korrosionsgeschützte Metallteile sind im Erdreich vor Korrosion zu schützen!
(z.B. mit Densoflex Korrosionsschutzband.)

6 Sicherheit und Ergonomie

6.1 Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit

6.1.1 Gefahren im Umgang mit Materialien

Polyethylen (PE100, PE100-RC) ist inert und physiologisch unbedenklich (bei Hautkontakt, und gemäss BAG für hygienischen Trinkwassertransport zugelassen). Polyethylen-Rohre und -Formstücke sondern bei Betriebstemperaturen keine schädlichen Dämpfe ab.

Gefahr von Verbrennungen beim Schweißen

PE-Rohre und -Formstücke werden bei Temperaturen von ca. 200°C geschweisst, deshalb können beim Hautkontakt mit heissen Oberflächen (Schweisstellen, Heizelemente) Verbrennungen entstehen. PE hat eine hohe Wärmekapazität und bleibt daher auch relativ lange warm.



Gefahren im Brandfall

PE schmilzt bei ca. 120-135°C auf. Beim weiteren Erwärmen an Luft beginnt ab einer Temperatur von ca. 300°C der oxidative Materialabbau, bei der Zersetzungsgase (Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf und verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen) entstehen. Diese Zersetzungsgase können das PE entzünden und es tropft dann brennend ab.

- Rauch im Brandfall nicht einatmen
- Das Löschen von PE kann mit jedem handelsüblichen Feuerlöscher erfolgen.



Elektrostatik

Beim Handling und beim Abladen von PE-Rohren kommt es aufgrund von Reibung an den Oberflächen zu einer elektrostatischen Aufladung. Daher ist insbesondere in der Nähe von Stoffen mit Entzündungs- oder Explosionsgefahr Vorsicht geboten.

PE-Reiniger

Zum Reinigen der Schweissflächen und Heizelemente wird PE-Reiniger auf Ethylalkohol- oder Isopropanol-Basis verwendet. Diese beiden Substanzen sind nicht gesundheitsgefährdend, haben aber eine stark entfettende Wirkung.

- PE-Reiniger sind stark entfettend → Nach Arbeitsschluss Hände nachfetten.
- offene Flammen fernhalten → PE-Reiniger sind entzündlich
- Kontakt mit Schleimhäuten (Augen, Mund, Nase) vermeiden. Bei Unfällen Sicherheitsdaten der Hersteller beachten.



6.1.2 Arbeitssicherheit auf der Baustelle

Beachten Sie bitte folgende Regeln und Vorschriften:

SUVA (www.suva.ch)

- Persönliche Schutzausrüstung (Suchbegriff PSA)
- Checkliste „Checkliste Gräben und Baugruben“ (Nr. 67148)
- Merkblatt "Erdgasleitungen: So arbeiten Sie sicher" (Nr. 66125)
- Merkblatt „Sicheres Einsteigen und Arbeiten in Schächten, Gruben und Kanälen“ (Nr. 44062)

suva

SVGW (www.svgw.ch)

- Richtlinie „Richtlinie für die Unfallverhütung und den Gesundheitsschutz im Gas- und Wasserfach“ (Regelwerk/ Shop: Suchbegriff GW2 Teil A)
- TISG-Kurse zum Arbeiten an gasführenden Anlagen (Aus- und Weiterbildung: Suchbegriff TISG)



6.2 Ergonomische Baustellenbedingungen

Sichere und verlässliche Baustellenbedingungen sind nicht nur zur Unfallverhütung sinnvoll, sondern schaffen ein effizientes Arbeitsumfeld und sind die notwendige Basis zur Herstellung einer qualitativ hochwertigen und langlebigen Rohrverbindung.



6.2.1 Vorausplanung und Baustellenlogistik

Eine zuverlässige Baustellenlogistik ist für das kosten- und ressourcen-effiziente Arbeiten unerlässlich.

Alle notwendigen Rohrleitungskomponenten, Hebe- und Transport-Maschinen, Schweißgeräte, Generator, Werkzeuge und Hilfsmittel müssen termingerecht auf der Baustelle zur Verfügung stehen und in gewarteten und betriebsbereiten Zustand sein.



Eine Checkliste „Baustellenorganisation“ erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 6.2.1 Verlegeleitfaden Checkliste - Baustellenorganisation](#)



Eine detaillierte Planung der sinnvollen Abfolge der unterschiedlichen Verbindungstechniken und die Vorfertigung von Rohrmodulen ermöglicht einerseits eine kostenoptimierte Projektabwicklung und schafft andererseits eine höhere Verbindungsqualität.

6.2.2 Baustelleneinrichtung

Die Baustelle muss optimale äussere Bedingungen zur Installation von Rohren und deren Verbindungen zulassen:

- geeignetes Materiallager für Rohre, Formteile und Gerätschaften (aktuell nicht im Graben benötigte Maschinen und Werkzeuge) auf der Baustelle.
- Position des Rohrlagers möglichst nahe der späteren Installationsstelle. Ein ebener und fester Untergrund ermöglicht einfaches Rangieren und sicheres Anheben/ Ablegen der Materialien durch die Transportmittel. Zugänglichkeit des Rohrlagers muss jederzeit gewährleistet sein.
- In grösseren Dimensionen müssen geeignete Transport- und Handling-Möglichkeiten zur Installation zur Verfügung stehen. (fachgerechtes Verwenden von Hebe- und Spanngurten, um Beschädigungen zu vermeiden)
- Beachten Sie auch die Hinweise aus [Kapitel „Rohre/ Transport und Lagerung“](#) zur sicheren Lagerung und den gefahrlosen Transport von Rohren und Formteilen.
- Vermeiden Sie Verunreinigung der Schweiß- und Dichtflächen durch die Umgebung. Tragen Sie saubere Arbeitskleidung und eliminieren Sie aus der Schweißumgebung alles was stark verschmutzt, ölig oder fettig ist oder ölige oder fettige Nebel bildet.

6.2.3 Hilfsmittel bei der Installation

Hilfsmittel erleichtern die Verlegung und reduzieren das Gefahrenpotential bei der Installation

- Zum gefahrlosen Abwickeln von Rollenrohren beachten Sie bitte die Hilfsmittel und Angaben aus dem [Kapitel „Rohre/ Transport und Lagerung“](#).
- Zum einfachen und positionsgenauen Bewegen von Rohren höhenverstellbare Rollenböcke verwenden.
- Die Vorfertigung von Rohrmodule sollte an einem sauberen, trockenen und effizient eingerichteten baustellennahen Arbeitsplatz erfolgen. Vorsicht dann beim Absenken der sperrigen Rohrmodule in den Graben.

7 Verlegetechnik

7.1 Anforderungen an Personal, Material und Sauberkeit

7.1.1 Personal

PE-Schweisser, die Gas-, Wasser- und Anergie-Rohre aus Polyethylen verbinden müssen gemäss SVGW Richtlinien G2 (Gas), W4 (Wasser) und F2 (Fernkälte und Anergienetze) ein gültiges Schweisserzertifikat/ Schweisserpass gemäss GWF 101 besitzen.

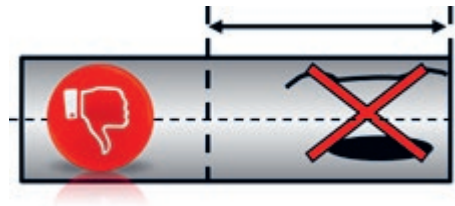
Ergänzend wird eine produktspezifische Einweisung durch die Hersteller/ Lieferanten zur Verlege- und Verbindungstechnik empfohlen.

7.1.2 Material

Technische Vorgaben

Die Rohre, Formstücke und Armaturen sind vor Arbeitsbeginn entsprechend der technischen Planungsvorgaben des Projekts zu prüfen:

- Geometrische Eignung (d_n , SDR)
- Druckstufe (PN)
- Zulassung (SVGW) und Kennzeichnung (Werkstoff, Farbe, Verwendungszweck, Produktionslos, etc.)
- Spezielle Anforderungen an die Verbindungstechnik (z.B.: max. Ovalität der Rohre <3%, jedoch beim Elektroschweissen <1.5% bzw. max. 3mm)
- Visuelle Kontrolle bei Einsicht-Vollwandrohren: Kratzer bis max. 10% der Wanddicke zulässig. Im Schweiss-/ Dichtbereich sind **keine** Kratzer Riefen oder Abplattungen zulässig!



7.1.3 Sauberkeit

Gemäss SVGW G2, W4 und F2 ist der Rohrnetzmonteur dafür verantwortlich, dass während der Bauphase keinerlei Verschmutzungen oder Verunreinigungen ins Rohrleitungssystem gelangen dürfen. Da Trinkwasser ein Lebensmittel darstellt, unterliegt es der Lebensmittelgesetzgebung. Daher ist einerseits die Hygiene bei Trinkwasserleitungen wichtig und andererseits muss im Gas, bei der Anergie und im Wasser sichergestellt werden, dass sensible Armaturen und Instrumente (z.B. Gas- oder Wasserzähler) nicht beschädigt werden.

Massnahmen hierzu sind beispielsweise:

- Rohrleitungsteile und Armaturen auf Sauberkeit prüfen
- Rohrenden bei Arbeitsunterbrechungen verschliessen
- Nur Komponenten (Rohre, Fittings, Armaturen, Dichtungen, etc.) verwenden, die vom SVGW zugelassen sind

7.2 Rohrgraben

Die Gestaltung des Rohrgrabens und die Güte der Verlegung hat wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer von Rohrleitungen. Sie entscheidet, ob ein Rohr unzulässige Setzungen ertragen muss, oder ob durch eine unsachgemäße Bettung, Beschädigungen bereits während der Bauphase eingetragen werden.

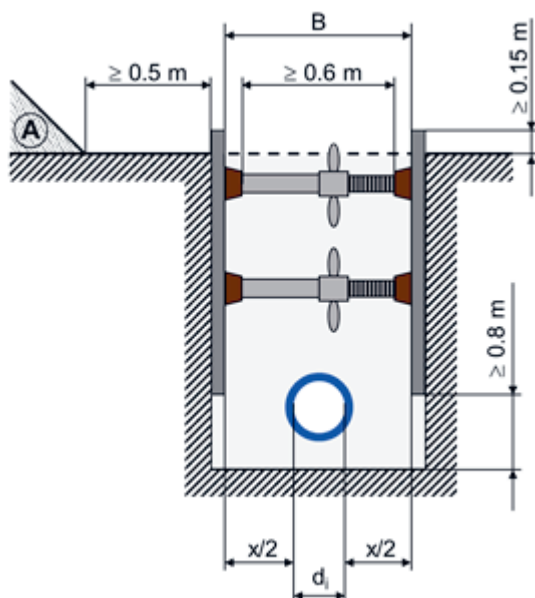
Ferner liegt ein wesentlicher Teil (~ 90%) der Kosten für den Neubau oder die Sanierung einer erdverlegten Rohrleitung beim Tiefbau und der Belagswiederherstellung. Eine effiziente und fachmännische Verlegung und Gestaltung des Rohrgrabens ist daher sehr kostenrelevant.

7.2.1 Rohrgrabenbau

Die gesetzlichen Bestimmungen, die Richtlinien der SUVA, die Vorgaben der BauAV und der EN 1610 sowie die SIA 190 legen die Anforderungen an den Rohrgraben fest.

- unverspriesste Gräben mit senkrechten Wänden und standfestem Boden:
- Tiefe max. 1.5m
- verspriesste Gräben mit senkr. Wänden/ standfestem Boden:
- Verspriesung bis max. 0.8m über Sohle
- Gräben mit schlecht standfestem Boden, geböschste Gräben und Stufengräben: siehe SIA 190 und BauAV¹
- Der Mindestarbeitsraum $x/2$ entspricht dem seitlichen Abstand zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenspriesung.

Graben mit Verspriesung
bei Grabentiefe > 1.5 m



B	Grabenbreite
A	Aushub
d_n	Rohrinnendurchmesser
$x/2$	halber seitlicher Arbeitsraum

Im Böschungsbereich A muss ggfs. ein statischer Sicherheitsnachweis durch einen Geotechniker erbracht werden. → Details siehe BauAV

¹ BauAV: Bauarbeiten-Verordnung Stand 2022

Mindestgrabenbreite im Verhältnis zur Grabentiefe

Grabentiefe [m]	Mindestgrabenbreite B [m]
< 1.00	0.60
$\geq 1.00 \dots \leq 1.75$	0.80
$> 1.75 \dots \leq 4.00$	0.90
> 4.00	1.00

- Die Mindestgrabenbreite darf unterschritten werden, sofern dem Personal das Betreten des Grabens verboten ist, z.B. bei automatisierten Einbautechniken oder bei der Verwendung von selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen. Jedoch müssen die sicherheitsrelevanten Einschränkungen aus den Planunterlagen ersichtlich sein.
- Wenn maschinelle Verdichtung der Verdämmung oder Bettung erforderlich ist, muss der Mindestarbeitsraum $x/2 = 0.25\text{m}$ betragen, ab $d_n 630$ jedoch Mindestarbeitsraum $x/2 = 0.5\text{m}$.
- Der horizontale Abstand zwischen Rohren im gleichen Graben muss 0.35m (bei Rohr- $\varnothing < 700$) bzw. 0.50m (bei Rohr- $\varnothing > 700$) betragen

Minimale Grabenbreite ($B = d_n + x_1 + x_2$) im Verhältnis zum Rohrrinnendurchmesser

d_i [mm] ²	d_n [mm] ³	min. Grabenbreite B [m]
< 400	< 500	$d_n + 0.40$
$\geq 400 \dots \leq 1200$	$\geq 500 \dots \leq 355$	$d_n + 0.60$ $x_1 \geq 0.40$

- Der Grabenverbau muss den anstehenden Boden (auch im Bereich kreuzender Leitungen) kraftschlüssig stützen.
- Der Ein- und Rückbau des Grabenverbaus muss nachteilige Auswirkungen auf bestehende Bauwerke ausschliessen. Der Graben muss auch auf der Stirnseite gesichert sein.
- Der seitliche Arbeitsraum muss für alle anfallenden Arbeiten zur Verfügung stehen.
- Auflockerungen des Bodens unter dem Bauwerk und der Leitungszone dürfen nur soweit erfolgen, wie diese in der statischen Berechnung berücksichtigt wurden. Boden- und Grundwasserverhältnisse sind hinsichtlich der möglichen Auflockerung des verdichteten Bodens beim Rückbau besonders zu beachten.
- Kein Kraft- oder Formschluss zwischen Grabenverbau und Betonaufleger in der Grabensohle.
- Der Grabenverbau darf erst entfernt werden, wenn er durch das Verfüllen ersetzt ist.
- Beim Rückbau des Grabenverbaus muss sichergestellt sein, dass das verdichtete Verfüllmaterial mit dem anstehenden Boden verbunden ist. Kann dies nicht sichergestellt werden, müssen die entstandenen Hohlräume mit einem geeigneten Material und Verfahren gefüllt werden.
- für Hausanschlüsse werden Grabenbreiten von 0.80m empfohlen, für Hydrantenanschlüsse 0.90 m (siehe SVGW W4 Teil 5 – Praxisbeispiel 6)

² Gemäss SIA 190 bzw. BauAV ist $d_i = DN$ (Innendurchmesser) zur Festlegung der min. Grabenbreite relevant.

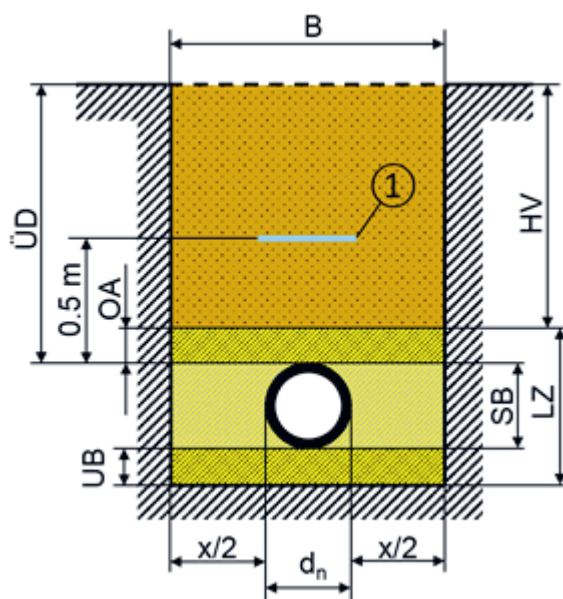
³ Ergänzend zur SIA 190 wird hier zusätzlich zu $d_i = DN$ (Innendurchmesser) auch der für PE-Rohre massgebende Aussendurchmesser (d_n) dargestellt.

7.2.2 Rohrbettung und Grabenprofil

Die Qualität der Bettung bestimmt direkt die Lebensdauer der verlegten Rohre. Daher gilt gemäss SIA 190 (Ziffer 5.3.1):

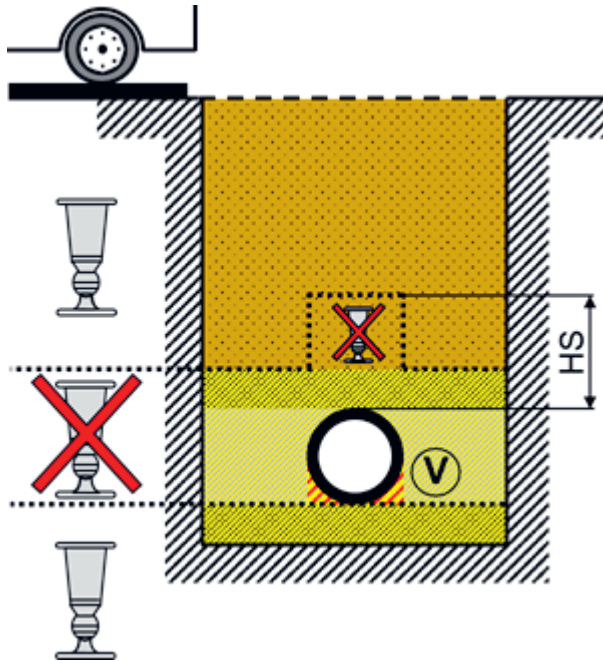
- Die Bettung muss eine gleichmässige Druckverteilung im Rohrauflegebereich sicherstellen.
- Wenn im Bereich unterhalb der Bettung ein Bodenaustausch angeordnet wird, muss dieser über die gesamte Grabenbreite erfolgen.
- Das Rohr muss sowohl in der Sohllinie als auch im Zwickelbereich mit dafür geeigneten Verdichtungsgeräten gleichmässig unterstopft sein.
- Der Verdichtungsgrad der Seitenverfüllung muss mit den statischen Vorgaben der Planung übereinstimmen.
- Schütthöhe, Material und das zum Einsatz kommende Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt sein.
- Im Bereich der Seitenverfüllung und der Abdeckung sowie im Bereich von Anschlüssen muss so verdichtet werden, dass die Rohrleitung nicht beschädigt wird und in ihrer Lage bleibt.
- Wenn die Grabenverhältnisse lokal keine ausreichende Verdichtung der Seitenverfüllung zulassen, kann die Rohrleitung teilweise oder ganz mit hydraulisch gebundenem Material verfüllt werden.

Rohrbettungsprofil



ohne Verspierung
max. Grabentiefe 1.5 m zulässig

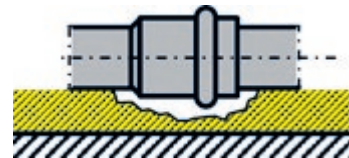
B	Grabenbreite
O	Trassenwarnband
ÜD	Überdeckungshöhe
HV	Höhe der Verfüllung mit ursprünglichem Aushubmaterial
LZ	Leitungszone mit Bettungsmaterial (ungebrochener Betonkies 0-16mm oder Brechsand < 11mm)
OA	Höhe der oberen Abdeckung Mind. 15cm über Rohr, bzw. mind. 10cm über Rohrverbindung
SB	Seitliche Bettungsschicht
UB	Höhe der unteren Bettungsschicht $UB=100\text{mm}+1/10 \cdot d_n$ (normale Böden) $UB=100\text{mm}+1/5 \cdot d_n$ (felsige Böden)
d_n	Rohraussendurchmesser
$x/2$	halber seitlicher Arbeitsraum



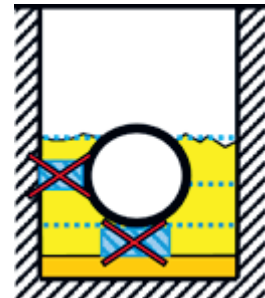
HS
Höhe der Schutzschicht 30-50cm über
Rohr (je nach Verdichtungsmaschine)

V
Verdichtung der Zwickelbereiche
seitlich unter dem Rohr besonders
beachten

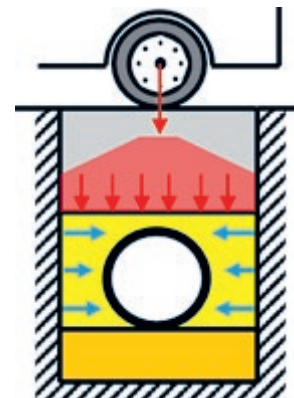
Rohrleitungen im offenen Graben müssen flächig aufliegen. Deshalb muss unterhalb von Verbindungsstellen oder im Bereich von Armaturen während der Verlegung ein Teil der Bettung in der Grabensohle freigelegt werden. Anschliessend ist besonders im Bereich schwerer Bauteile (z.B. Metallarmaturen > 90kg / DN200) auf eine gute Verdichtung und eine an die Kontur angepasste Sandbettung zu achten.



Vor der Bettung provisorische Rohrauhlager und Abstützungen (Kanthölzer) entfernen! Rohrbettung schichtweise verdichten sowie Spriessung entfernen.



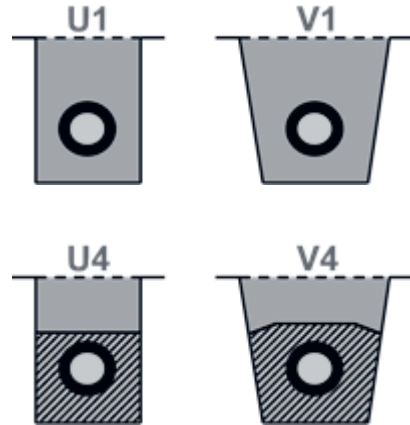
Untere und seitliche Rohrbettung muss Erd- und Verkehrslasten aufnehmen! Auf gute Verdichtung seitlich von der Rohrleitung achten! Bedingt durch die Platzverhältnisse Verdichtung entweder mit dem Fuss oder mit Handstamper durchführen.



Der Planer legt das Verlegeprofil fest. In SIA 190 sind die verschiedenen Grabenprofile beschrieben. Für Kunststoffrohrleitungen in offener Bauweise sind nur die Profile U1/ V1 und U4/ V4 zulässig.

Gas-/ Wasser-Druckrohre & Kanalisationen

In der Leitungszone sind ungebundene Baustoffe gemäss dem nachfolgenden Kapitel zulässig.



Liegenschaftsentwässerung

Für diese Normalprofile muss bewehrter oder unbewehrter Beton C20/25 verwendet werden.

Weitere Anforderungen an die Normal-Profile und Rohrgräben sind gemäss SIA 190:

- Die Dicke der unteren Bettungsschicht (UB) sollte bei normalen standfesten Böden

$$UB = 10 \text{ cm} + \frac{1}{10} \cdot d_n$$

Bei Fels, steinigem oder dicht gelagertem Untergrund oder Böden mit fester Konsistenz (z.B. Ton, Geschiebemergel, Moränekies) sollte die Dicke der unteren Bettungsschicht

$$UB = 10 \text{ cm} + \frac{1}{5} \cdot d_n$$

- Die Dicke der oberen Abdeckung OA ist von den eingesetzten Verdichtungsgeräten abhängig. Sie beträgt in der Regel 300 mm, jedoch mindestens 150 mm über dem Rohrscheitel bzw. 100 mm über der Rohrverbindung.

Weiter zu beachten ist, dass:

- Die minimale Überdeckung im Strassenbereich 1,0 m ist.
- Gasrohrleitungen eine minimale Überdeckung von 1,0 m aufweisen müssen.
- Der horizontale lichte Abstand parallellaufender Rohre und Kabeln > 40 cm sein soll.
- Kunststoffleitungen vor kreuzenden oder parallellaufenden "warmen" Leitungen (Fernwärme, Wärmepumpe, ...) zu schützen sind.

7.2.3 Verwendbare Baustoffe

Rohrumhüllung in der Leitungszone

Die Baustoffe in der Leitungszone – gemäss den Anforderungen des Planers - müssen eine dauerhafte Stabilität und die Tragfähigkeit der Rohrleitung sicherstellen.

- Diese Baustoffe dürfen das Rohr, die Rohrwerkstoffe, das Grundwasser oder den Boden nicht beeinträchtigen. Gefrorene Baustoffe dürfen grundsätzlich nicht verwendet werden
- Baustoffe für die Leitungszone dürfen entweder anstehender Boden (mit nachgewiesener Brauchbarkeit) oder angelieferte Baustoffe sein.
- Baustoffe für die Bettung dürfen keine Bestandteile enthalten, die grösser sind als:
 - o 22 mm für Rohre $d_n \leq 200$ mm;
 - o 40 mm für Rohre $d_n > 200$ mm ... $d_n \leq 630$ mm;
 - o 60 mm für Rohre $d_n > 630$ mm.
- anstehender Boden darf für die Leitungszone wiederverwendet werden, wenn er den Ausführungsbestimmungen bzw. der Planung entspricht und die Verdichtungsanforderungen erfüllt.
- anstehender Boden muss frei sein von Materialien, die das Rohr schädigen können (z. B. "Überkorn", Baumwurzeln, Müll, organisches Material, Schnee und Eis) sowie Tonklumpen.

Die nachstehend aufgeführten, angelieferten Baustoffe, die Recycling-Baustoffe umfassen können, sind geeignet. Auswirkungen auf die Umwelt sollten beachtet werden.

- zulässige körnige ungebundene Baustoffe (Granulat) sind:
 - o Einkornmaterial (-kies);
 - o Material mit abgestufter Körnung
 - o Sand
 - o Korngemische (All-In);
 - o gebrochene Baustoffe (0-11mm)
- zulässige mineralisch gebundene Baustoffe sind:
 - o zementverfestigter Boden;
 - o stabilisierter Boden (z. B. mit Zement, Kalziumkarbonat);
 - o Leichtbeton;
 - o Magerbeton;
 - o unbewehrter Beton;
 - o bewehrter Beton;
 - o selbstverdichtende Verfüllbaustoffe
- andere als die vorgenannten verdichtungsfähigen Baustoffe dürfen für die Leitungszone verwendet werden, wenn deren Eignung nachgewiesen ist. Natürliche oder künstliche Stoffe, die der Rohrleitung Schaden zufügen können, sind nicht geeignet.
- Beim Einsatz von industriell hergestellten Gesteinskörnungen (z. B. Giessereisand) und Recycling-Baustoffen müssen deren Umweltverträglichkeit hinsichtlich des Rohrleitungsbaus und des umgebenden Bodens und Wassers sowie deren Eignung aus bodenmechanischer Sicht vom Planer bewilligt sein.

Bei Verwendung von Flüssigboden ist «hydraulisch ungebundener Flüssigboden» zu verwenden, damit der Einsatz eines Saugbaggers bei zukünftigen Leitungsarbeiten möglich ist.

Hauptverfüllung

- Baustoffe für die Hauptverfüllung müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen.
- Die meisten Baustoffe dürfen für die Hauptverfüllung verwendet werden. Es ist möglich, dass einige Baustoffe, z. B. Einkornmaterial, nicht für alle Bedingungen geeignet sind.
- Aushub mit darin enthaltenen Steinen bis maximal 300 mm Korngrösse, oder der Dicke der Abdeckung, oder entsprechend der Hälfte der Dicke der zu verdichtenden Schicht – der jeweils geringere Wert ist anzuwenden – kann für die Hauptverfüllung verwendet werden. Dieser Wert darf darüber hinaus in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich (z.B. unter Strassen) von den Bodenbedingungen, dem Grundwasser und dem Rohrwerkstoff noch weiter verringert werden.

7.2.4 Sandbettlose Verlegung

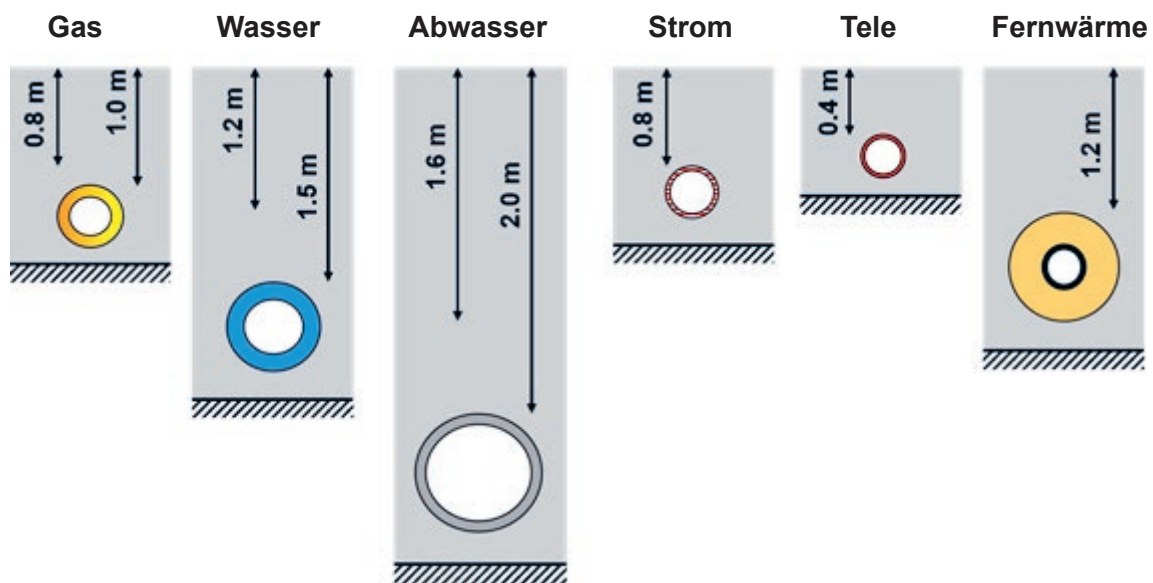
Bei der offenen Verlegung von PE100-RC Rohren oder Schutzmantelrohren, die nach der PAS 1075⁴ zugelassen sind, kann Aushubmaterial zur Grabenverfüllung der Rohrleitung verwendet werden, sofern dieses Aushubmaterial keine rohrschädigenden Materialien (übermässige Rohrdeformation oder chemischer Angriff des Rohrs) enthält.

Nicht zulässig im Aushubmaterial sind: übergrösse Gesteinsbrocken, Baumwurzeln, Müll, organisches Material, grosse Tonklumpen >75mm, Schnee und Eis.

7.2.5 Tiefe erdverlegter Rohrleitungen

Druckrohrleitungen und Abwasserleitungen sind immer auf die **frostfreie** Tiefe zu verlegen. Diese kann natürlich in unterschiedlichen Regionen sehr stark variieren.

Eine generelle Regel, auf welcher Höhe welche Rohrsparte liegt, gibt es daher nicht. Die Tiefen sind teilweise von den Kommunen definiert oder können örtlich sehr unterschiedlich sein. Die nachfolgende Übersicht gibt nur einen groben Überblick, ist allerdings keinesfalls allgemein gültig.



⁴ PAS 1075 - Publicly Available Specification "Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken"

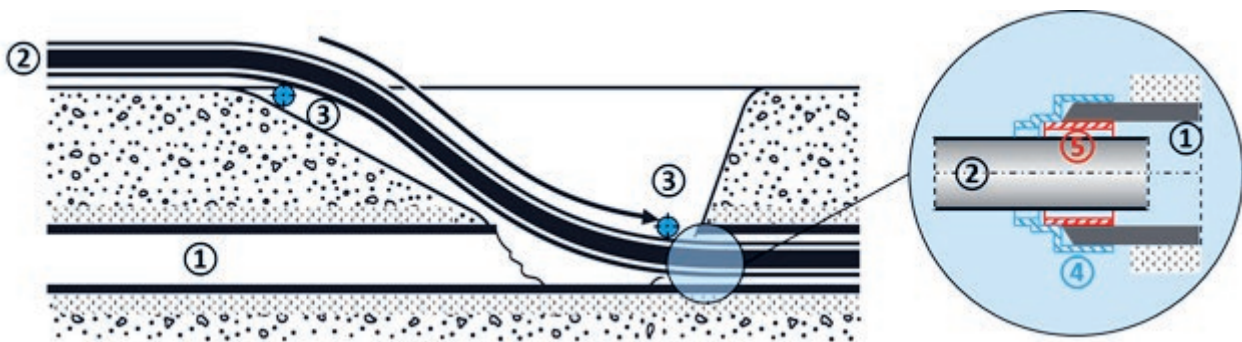
7.3 Grabenlose Verlegetechnik

Aufgrund der herausragenden Eigenschaften von PE100-RC (grosse Flexibilität, erhöhte Rissunempfindlichkeit und Robustheit) wurden grabenlose Verlegeverfahren entwickelt, welche gegenüber Verlegung im offenen Rohrgraben erhebliche zeitliche und wirtschaftliche Vorteile bringen.

Grabenlose Verlegetechniken beanspruchen die einzuziehenden Rohre in besonderem Masse. Daher sind Einschicht-Vollwandrohre aus PE100 ohne zusätzliche Schutzschicht zur grabenlosen Verlegetechnik nicht geeignet!

Unabhängig vom Verlegeverfahren ist folgendes zu beachten:

- Bei grabenloser Verlegetechnik ist kein Trassenwarnband erforderlich (SVGW G2). Im Zweifelsfall sind PE-Rohre mit zusätzlichen Ortungsmöglichkeiten verfügbar.
- Beim Einziehen sind die max. zulässigen Zugkräfte der Rohre und die Mindestradien einzuhalten.
- Einzuziehende Rohrstränge dürfen nur durch Heizelement-Stumpfschweissen verbunden werden.
- Da der Rohranfang besonders stark beansprucht wird, ist diese Rohranfangspartie zusammen mit den Schweissnähten des Rohrstrangs spezifisch auf unzulässige Beschädigungen zu prüfen.
- Beim Einziehen des Rohrstrangs ist darauf zu achten, dass die Rohroberfläche nicht beschädigt wird!
 - o Nicht über den Untergrund "schleifen", sondern Rollenböcke verwenden
 - o Beim Rohreinzug scharfe Kanten am "Alt"-Rohr mit einer Manschette schützen

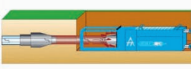
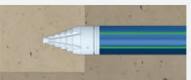


- ① Alt-Rohr
- ② neues PE-Rohr
- ③ Umlenk-Rolle
- ④ äussere Manschette
- ⑤ innere Manschette



Prinzipiell kann in grabenlose Neuverlegung und grabenlose Erneuerung unterschieden werden und die Übersichten geben die Eignung der verschiedenen Rohrtypen mit den unterschiedlichen Verlegeverfahren wieder.

7.3.1 Grabenlose Neuverlegung⁵

		Typ 1	Typ 2	Typ 3	
Verfahren	Schema	PE-100 einschichtig 	PE-RC ein- oder mehrschichtig 	PE-RC mit Schutzmantel 	PE Medienrohr mit Schutzrohr 
Spülbohrverfahren (HDD) mit Pilot- & Aufweitbohrung 			 Nur bei geeign. Boden	 	 
Microtunneling Pressung und Rohrvortrieb 		 Mit Gleitkuven	 Mit Gleitkuven	 	
Press-/ Ziehverfahren mit Hilfsrohren 			 Nur bei geeign. Boden		 
Erdrakete (gesteuert oder ungesteuert) 			 Nur bei geeign. Boden		 
Fräsverfahren 			 		
Pflügvorverfahren 			 		

  Ideal
  Ja
  Möglich, Bed. klären
  Nein

Das Einziehen langer Rohrstränge - sowohl im grabenlosen Neubau, als auch bei der grabenlosen Sanierung - muss teilweise mit sehr hohen Zugkräften erfolgen. Um das Rohr beim Einziehen nicht zu beschädigen, sollten die zulässigen Zugkräfte entsprechend der Mindestfestigkeit (bei PE100/ PE100-RC 10 N/mm²) nicht überschritten werden.

Ungeachtet von Dimension und SDR-Stufe erlaubt dies (bei annähernd reibungsloser Bewegung auf Rollenböcken) einen PE100/ PE100-RC Rohrstrang von maximal 1000 m Länge einzuziehen.



Checklisten zur Planung und Durchführung bei grabenloser Verlegung erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr/rl02

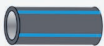
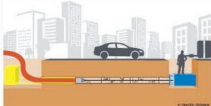
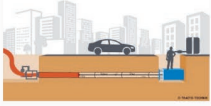
[Anlage 7.3.1 Verlegeleitfaden Checkliste - grabenlose Verlegung](#)

[Anlage 7.3.3 Verlegeleitfaden Datenblatt - Grabenabmessungen beim Rohreinzug](#)



⁵ Inhalt entspricht SVGW W4 Teil 5 – Themenblatt 1

7.3.2 Grabenlose Sanierung⁶

		Typ 1	Typ 2	Typ 3	
Verfahren	Schema	PE-100 einschichtig	PE-RC ein- oder mehrschichtig	PE-RC mit Schutzmantel	PE Medienrohr mit Schutzrohr
					
Rohrstrang-Relining mit Ringraumverfüllung		 Mit Gleitkuven	 Mit Gleitkuven	 	
Rohrstrang-Relining ohne Ringraumverfüllung			 Mit Gleitkuven	 	
Close-fit - Swagelining - Rolldown-Verf. - Compact-Pipe - U-Liner					
Berstlining (Stat./ Dynam.) - Schneid-Ziehverf. - Aufweitverf. - Pipe Cracking					 

  Ideal
  Ja
  Möglich, Bed. klären
 



Eine Checkliste zur Projektierung grabenloser Erneuerung erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 7.3.2a Verlegeleitfaden Checkliste - Projektierung grabenlose Verlegung](#)



Eine Tabelle zulässiger Zugkräfte für Rohrstränge unterschiedlicher Dimensionen und SDR-Stufen erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 7.3.2b Verlegeleitfaden Datenblatt - zulässige Zugkräfte](#)



⁶ Inhalt entspricht SVGW W4 Teil 5 – Themenblatt 1

Obwohl aus wirtschaftlichen Gründen möglichst lange Rohrabschnitte durch Relining-Massnahmen saniert werden, müssen doch an Verzweigungspunkten Abzweige angeschlossen werden. Diese Abzweige können in herkömmlicher Technik durch die Einbindung eines T-Stücks erfolgen.

Eine wirtschaftlichere Variante zur Anbindung des Abgangs an das Hauptleitungsrohr stellt allerdings das direkte Aufschweißen eines Anschluss-Sattels statt eines T-Stücks dar. (Zeit- und Kosten-Ersparnis).

7.4 Reparaturen

Zu Reparaturzwecken an Kunststoffrohrleitungen stehen folgende Formstücke und Verbindungstechniken zur Verfügung:

- Elektroschweißen (Überschiebmuffe als Schlaufe oder Reparaturschelle)
- Klemmverbindung (Kupplung oder Schelle)
- Steckverbindung (Überschiebmuffe als Schlaufe)
- Rohrkupplungen als Dichtschellen (für PE nur als temporäre Notlösung!)

Beim Schweißen muss die Verbindungstelle trocken sein.

Das Schweißen unter Gasaustritt ist aufgrund der Explosionsgefahr verboten!

Generell ist das Arbeiten an unter Druck stehenden Gasleitungen gefährlich!

Die SUVA bietet hierzu ein Sicherheits-Merkblatt "Erdgasleitungen: So arbeiten Sie sicher" an, welches Sie kostenlos herunterladen können:

[Merkblatt: Erdgasleitungen --> So arbeiten Sie sicher](#)

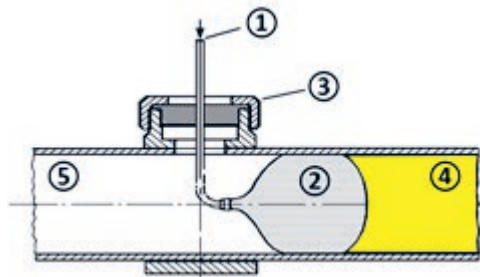


7.4.1 Medienfluss absperren

Für Gas- und Wasser-Leitungen gleichermaßen gilt, dass der Medienfluss vor der Reparatur gestoppt werden muss. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

- Armatur (Schieber, Kugelhahn, Druckanbohrventil) schliessen
- Setzen einer Sperrblase (Für Gas anwendbar. Aus hygienischen Gründen nicht im Wasser.)
- Abquetschen

Sperrblasen



- ① Alt-Rohr
- ② Sperrblase
- ③ gasdichter Verschluss
- ④ Gasseite
- ⑤ Reparaturseite

Gas:

- Grösste Vorsicht beim Arbeiten an unter Druck stehenden Gasleitungen (strikte Einhaltung der Richtlinie SVGW GW2).
- In der Nähe von Reparaturstellen provisorische Absperrvorrichtungen in alle gasführenden Leitungen einbauen.
- Provisorische Absperrvorrichtung = Sperrblasen setzen.
- Gasdruck ≤ 50 mbar (bei Handblasen).
- Gasabsper-Blasen gegen den Strom mit Sperrblasenschellen und Blasensetzgeräte installieren (Handblasen nur im Notfall!).

Wasser:

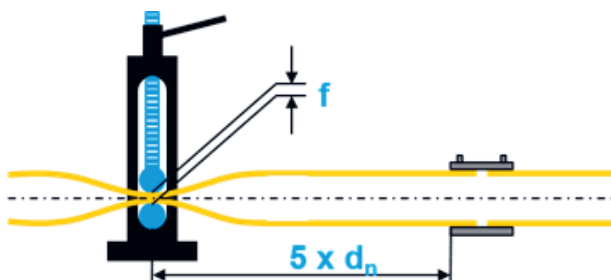
- Keinen Druckaufbau vor der Blase erzeugen, sonst wird diese ins Rohr gezogen!
- Die Blase wird mit dem Strom eingefügt (umgekehrte Richtung zu Gas) und es ist ein Ablauf vor der Blase über die Sperrblasenschelle zu ermöglichen!
- Im Trinkwasserbereich muss die Sperrblase den hygienischen Anforderungen entsprechen (sauber, fettfrei, etc.)

Abquetschen

Die Flexibilität von PE lässt das Abquetschen des Rohrs zum Absperren des Medienflusses zu. Es ist allerdings folgendes zu beachten (DVGW GW 332):

- Abquetschen nur als Notmassnahme im Schadenfall
- Abstand zu Verbindungsstellen von $> 5 \times d_n$
- Nur einmaliges Abquetschen pro Stelle. Um dies zu vermeiden, ist die geodätische Position im Werkplan/ Netzkataster bzw. im GIS zu dokumentieren. Zusätzlich ist die Quetschstelle bleibend zu markieren (Warn-Aufkleber) oder es ist in unmittelbarer Nähe ($< 5d_n$) eine Elektroschweiss-Schelle aufzuschweissen.
- Rohr langsam abquetschen und langsam rückverformen (speziell in der Kälte)
- Geeignete marktübliche Abquetsch-Werkzeuge mit richtigen Distanzhaltern verwenden, damit Abquetschgrad eingehalten wird
- Bei höheren Drücken: Doppeltes Abquetschen mit Zwischenentlüftung im Gas bzw. Zwischenentleerung im Wasser
- Abquetschen für Durchmesser $d_n \geq 160\text{mm}$ oder Wanddicken $e \geq 10\text{mm}$ wird nicht empfohlen.

Ein undefiniertes Abquetschen bis zur Dichtheit ist nicht zulässig! Der Abquetschgrad von 0.8 sollte daher nicht unterschritten werden, da sonst an den Quetschstellen eine Materialschädigung entsteht.

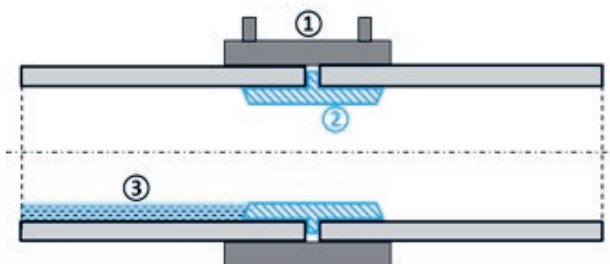


$$f \geq 0.8 \cdot 2 \cdot e$$

$f \rightarrow$ Abquetschgrad

Rohrtüllen

Nachfliessendes Wasser (z.B. durch undichte Schieber) ist bei einigen Verbindungsarten (z.B. Schweißen) schädlich. Hierzu bieten Rohrtüllen eine Rückhalte-/ Abflussmöglichkeit. (Evtl. Druckaufbau während Schweißung ausschliessen.)



- ① Elektroschweissmuffe
- ② Rohrtülle
- ③ aufgestautes Restwasser

7.4.2 Kleine Schäden



- ① Defektes Rohrstück
- ③ Verschlusskappe

- ② Reparaturschelle

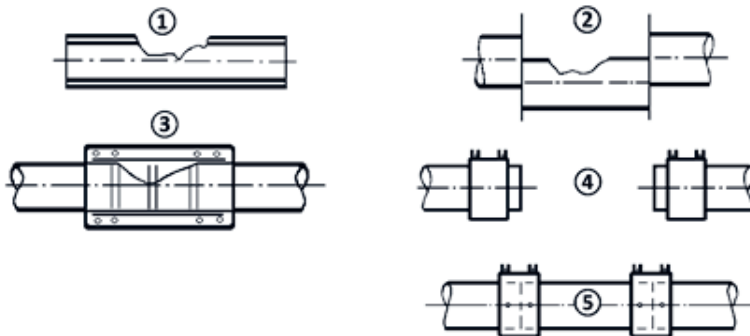
Bei kleinen Schäden (Pickelloch, kurze aber tiefe Risse/ Kratzer) kann die defekte Stelle mit einer verschlossenen Stutzen- oder Anbohrschelle repariert werden.



Dabei ist es sinnvoll die Kerbwirkung an den Rissenden der defekten Stelle zunächst durch Ausbohren zu reduzieren.

7.4.3 Grosse Schäden

Bei grossen Schäden (z.B. durch einen Baggereingriff) ist das defekte Rohrstück herauszuschneiden und mittels "Schlaufen" ein neues Rohrstück einzusetzen.



- ① Defektes PE-Rohr
- ② Rohrstück herausschneiden
- ③ Rohrkupplung (Dichtschelle für PE jedoch nur als Notlösung!)
- ④ übergeschobene E-Muffen
- ⑤ Repariertes PE-Rohr

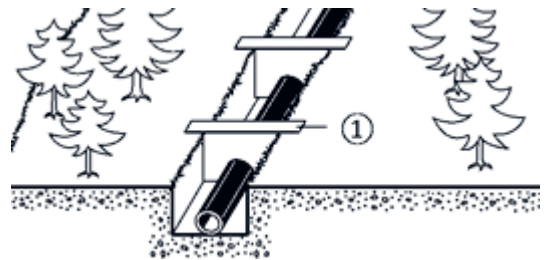
7.5 Bauliche Massnahmen

Ergänzend zum Rohrgraben sind ggfs. weitere bauliche Massnahmen zur Sicherstellung des dauerhaften Betriebs und der uneingeschränkten Funktion des Rohrleitungssystems notwendig.

7.5.1 Befestigungen und Abstützungen

Erdverlegte Rohrleitungen werden ausser mit dem Innendruck zusätzlich mit anderen äusseren Lasten beaufschlagt. Diese Lasten sind einerseits Erdlasten, andererseits kommen im Strassenbereich häufig auch Verkehrslasten hinzu.

Werden unterschiedliche Höhengniveaus überbrückt, wirken in den Steilstrecken Hangabtriebskräfte auf die Rohrleitung. Ein Abrutschen des Rohrs muss durch Einbau entsprechender Betonriegel (1) verhindert werden. Bei der Ausführung und Dimensionierung der Betonriegel ist ferner zu berücksichtigen, dass die Bettung im Rohrgraben ausgespült werden kann und somit die Rohrleitung unterspült wird. Die Ausführung der Riegel und der entsprechenden Drainage muss in den Planungsunterlagen vorgeschrieben werden.

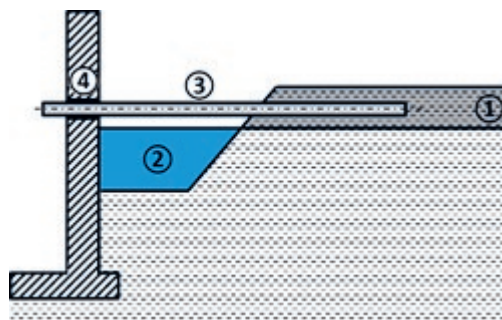


7.5.2 Baugruben

Leitungen im Bereich von Baugruben oder Kanalisationsgräben sind

- Zunächst mechanisch zu verdichten.
- Und die Hausanschlussleitung ist im Bereich der Baugrube gegen Senkungen und Abscherung mit einem Betonriegel oder einer armierten und im Gebäude verankerten Schleppplatte zu schützen

- ① Rohrgraben
- ② Betonriegel
- ③ PE-Rohr
- ④ Hauseinführung



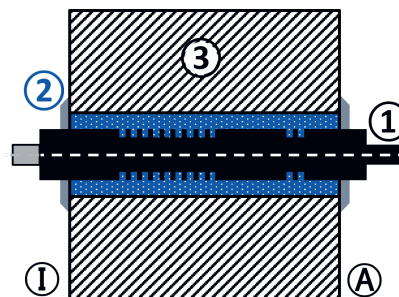
7.5.3 Hauseinführung

Der Durchgang einer Rohrleitung durch eine Gebäudeaussenwand/ -fassade nennt sich Gebäude- oder Hauseinführung.

Hauseinführungen sind zugfest, gas- und wasserdicht zu gestalten. Dies erfolgt, indem man entweder die Hauseinführung im Mauerdurchbruch mit einen speziellen Dichtschaum vergiesst oder konventionell einmauert. Alternativ sind auch Systemlösungen mit Pressringen verfügbar. Als Hauseinführung sind nur speziell dafür vorgesehene Formstücke zulässig. Ein direktes Einmauern des Kunststoffrohres ist verboten!

Gasleitungen dürfen – aufgrund der Feuerbeständigkeit - nur mit metallischen Rohren oder entsprechendem Futterrohren ins Haus eingeführt werden.

- ① Hauseinführung/ Mauerdurchführung
- ② spez. Dichtschaum, Quellmörtel
- ③ Aussenwand
- A Aussen
- I Innen

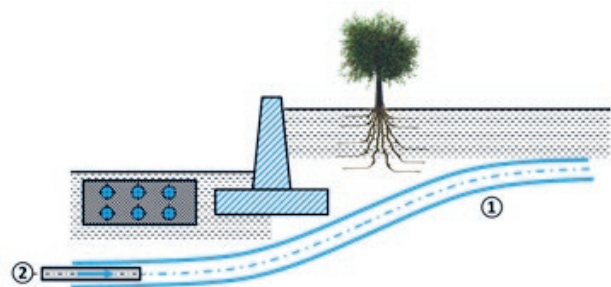


Die Ausführungsbeispiele gemäss SVGW W4 Teil 5 Praxisbeispiel 5 "Mauerdurchführung" für offene und grabenlose Bauweise sind zu beachten.

7.5.4 Schutzrohre

Schutzrohre ① kommen an örtlich unzugänglichen Stellen (grossen Kabeltrassen, im Bereich von Bäumen, hinter Stützmauern, etc.) zum Einsatz. Sie erleichtern nachträgliche Sanierungs-Massnahmen und schützen das Rohr.

Schutzrohre dürfen einbetoniert werden, es dürfen hierzu aber keine Medien-Rohre verwendet werden. Schutzrohre mit Hinweis/ Markierung auf Medium (Gas, Wasser) verwenden. Die Enden der umhüllenden Rohre sind gegenüber dem Medienrohr ② an den Enden zu verschliessen.



7.5.5 Richtungsänderungen

Richtungsänderungen können mit Formstücken (Bogen, Winkel) ausgeführt werden. Ferner ist es auch möglich projektspezifisch segmentgeschweisste Rohrbögen aus kurzen Rohrstücken herzustellen. Dabei muss aber gemäss EN 12201-3 ab einem 15° Fitting ($2 \times 7.5^\circ$ Schnittwinkel am Rohr), ein Verschwächungsfaktor von 0.8 beachtet werden!

Schnittwinkel $> 15^\circ$ sind nicht zulässig.

T-Stücke aus geschweissten Rohrab schnitten haben hingegen einen Verschwächungsfaktor von ≤ 0.6 .

Durch die hohe Flexibilität von PE können lange Rohrstränge auf der Baustelle direkt und ohne Erwärmung gebogen werden. Damit beim Verlegen der Rohre keine Beschädigungen durch Knicken entstehen, dürfen die Rohre nicht mit Heissluft o. ä. erwärmt werden und es sind folgende minimale Biegeradien einzuhalten:

PE-Rohre SDR11/ S5 & SDR17/ S8

$$R_{20^\circ\text{C}} = 20 \times d_n$$

$$R_{10^\circ\text{C}} = 35 \times d_n$$

$$R_{0^\circ\text{C}} = 50 \times d_n$$



Eine Tabelle für die minimal zulässigen Biegeradien erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 7.5.5 Verlegeleitfaden Datenblatt - zulässige Biegeradien](#)



7.5.6 Erdung

Eine Erdung war prinzipiell nur bei Wasserleitungen zulässig und wird vom SVGW heute nicht mehr empfohlen! Die Erdung elektrischer Anlagen ist über Kunststoffrohre nicht möglich. Bei der Sanierung von bestehenden Metallrohren durch nicht elektrisch-leitende Kunststoffrohre muss vorgängig die Erdung (Gebäudeschutzleiter) fachmännisch sichergestellt werden. Die Erdung ist dann mit dem Hauseigentümer nach Regeln des lokalen Energieversorgungsunternehmens abzustimmen. (SVGW W4 Themenblatt 9)



Die Vorlage eines Informationsschreibens über den Neubau einer nichtleitenden Wasserrohrleitung und die Erdung von Liegenschaften an den Hauseigentümer erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 7.5.6 Verlegeleitfaden Formular - Hauseigentümerinformationen Erdung](#)



7.6 Abnahme

Zur Qualitätssicherung werden während der verschiedenen Phasen für die unterschiedlichen Verantwortungsbereiche die Abnahmeprüfbedingungen definiert (SVGW W4 Teil 5 - Checkliste Nr. 2). Neben dem Projektleiter (Planung), der Bauführung, dem Bauunternehmen und der Bauleitung; kommen hier auch auf den Rohrnetzmonteuren Aufgaben zur Qualitätskontrolle zu.



Eine Übersicht der Kontrollaufgaben bei der Eingangskontrolle, während der Verlegung und vor/während der Inbetriebnahme für den Rohrnetzmonteuren erhalten Sie in der Anlagen-Rubrik „Verlegeleitfaden“:

www.vkr.ch/rl02

[Anlage 7.6 Verlegeleitfaden Merkblatt - Kontrollen Rohrnetzmonteuren](#)

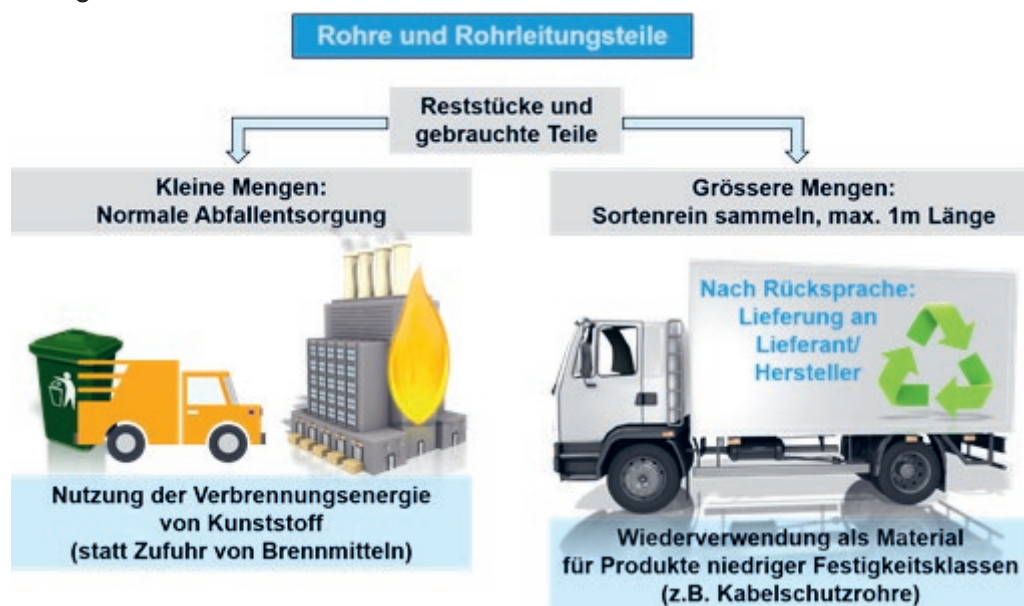


7.7 Entsorgung

Bei jeder Rohrnetzverlegung fallen Abfälle an. Aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen sollte das Abfallvolumen gering und unsortierte Abfälle vermieden werden. Abfälle dürfen nicht im Rohrgraben entsorgt werden!

PE-Abfälle

Eine sorgfältige Planung auf der Baustelle reduziert die nicht mehr verwendbaren Rohrabschnitte und Rohrleitungsteile auf ein Minimum.



Grösseren Mengen

Fallen grössere Mengen von sortenreinen Kunststoffen an, wie bei der Vorfabrikation oder im Rohrleitungsbau, eignen sich diese vorzüglich für den Recyclingprozess. Diese können entweder nach Rücksprache zum Lieferanten oder zu einem Kunststoff-Recycling-Unternehmen geliefert werden. Diese Unternehmen wiederum werden die sortenreinen Rohrabchnitte wieder so aufbereiten, dass andere funktionale Gegenstände (z.B. Kabelschutzrohre) daraus hergestellt werden können.

Die Rohr- und Formteil-Hersteller informieren Sie gerne über eine möglichst effiziente Recyclingmöglichkeit.

Kleinere Mengen

In vielen Fällen ist es allerdings weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll, kleinere Mengen nicht sortenreiner Kunststoffabfälle beim Hersteller wiederzuverwerten.

In diesem Fall wählt man die Verbrennung mit dem normalen Abfall. Dabei wird die Energie des Erdöls, welche der Kunststoff enthält, wieder frei und diese wird zur Erzeugung von Wärme und Strom verwendet.

Sonstige Abfälle

Abfälle (z.B.: Papiertücher, leere Flaschen PE-Reiniger, PE-Späne, etc.) dürfen nicht im Baugraben entsorgt werden. Ein sortenreines Trennen dieser Abfälle bereits auf der Baustelle, in separate Abfallsäcke, erleichtert später die umweltfreundliche Entsorgung.

8 Inbetriebnahme

8.1 Druckprüfung

Die Druckprüfung dient zur Abnahme fertiger Rohrleitungen oder Teilstrecken davon. Sie deckt allerdings nur grobe Verarbeitungs- oder Verlegerfehler auf:

- unverschweisste Elektro-Schweissverbindungen
- nicht nachgezogene Schrauben bei Flanschverbindungen
- nicht eingelegte Dichtungen bei Steckverbindungen
- Fremdstoffe in der Schweissung (Gräser, Papier, ...)
- Beschädigung durch Drittpersonen (Baggereingriff)

Die Druckprüfung (Druckprobe oder Dichtheitsprüfung) liefert keine Information über die Qualität von Verbindungen! Die Verbindungsqualität kann nur durch fachgerechte Installation sichergestellt werden!

8.1.1 Richtlinien

Nach SVGW- Richtlinien G2 (Gas) und W4 (Wasser) muss für jede Rohrleitung eine Druckprüfung durchgeführt werden.

Es ist dabei zu beachten, dass die gesamte Rohrleitungsfunktion inkl. aller Verbindungen, Armaturen und mit den entsprechenden Abstützungen/ Widerlager geprüft wird.

8.1.2 Sicherheit

Nebst den Allgemeinen Sicherheitsvorschriften sind zusätzlich folgende Punkte einzuhalten:

- Nur Arbeiten im Rohrgraben ausführen, welche im direkten Zusammenhang mit der Druckprüfung stehen.
- Beginn und Dauer der Prüfung muss den am Bau beteiligten Personen mitgeteilt werden.
- Während dem Druckaufbau darf sich niemand im Rohrgraben aufhalten.
- Bei Arbeiten an unter Druck stehenden Rohrleitungen ist darauf zu achten, dass sich niemand im Bereich wegfliegender Teile aufhält → seitlich zur Rohrachse aufhalten.



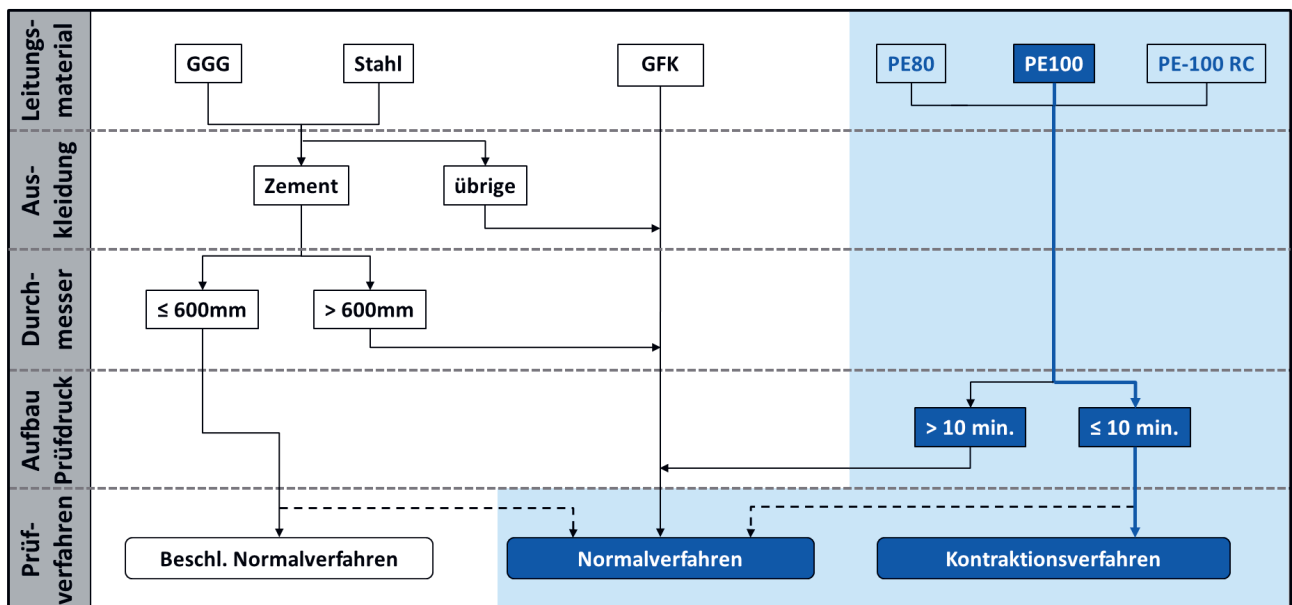
8.1.3 Verfahrensübersicht

Wasser (gemäss SVGW W4 Themenblatt 14)

Bei **PE-Rohrleitungen** kann das **Kontraktionsverfahren** (Volumenverringierung) angewendet werden, **wenn** der **Prüfdruck** innerhalb von **≤ 10 min.** aufgebracht werden kann.

Für **grössere Leitungen** bzw. **grössere Volumen** wird das zeitaufwendigere **Normalverfahren** angewendet.

Dichtheitsprüfung mit **max. 0.5 bar Luft** oder inertem Gas sind **nur als Vorprüfung** bei sensiblen Bauabschnitten (Unterquerung, Bahntrasse) **zulässig** und entbinden nicht von einer **anschliessenden ordentlichen Druckprüfung im Kontraktions- oder Normalverfahren**.



Ferner werden für kurze Leitungen (<30m) und Anschlüsse an bestehende Leitungen $d_n \leq 63$ **Sichtprüfungen** mit Betriebsdruck (OP) durchgeführt.

Gas

Für Gasleitungen wird für offene kurze Leitungsabschnitte ($\leq 15\text{m}$) und Anschlüsse an bestehende Gasleitungen die visuelle **Dichtheitskontrolle** eingesetzt. Für ganz oder weitgehend zugedeckte erdverlegte Leitungen kommt das **Druckmessverfahren** zum Einsatz.

Versorgungsleitungen:

MOP	Prüfmedium	Mind. Prüfdruck	Beruhigungszeit	Mind. Prüfdauer	Zulässige Druckänderung
$\leq 0.1 \text{ bar}$	Luft, N ₂	1 bar	3 h	T = 3 h/ m ³ Vol. Mind. 3 h	50 mbar
$\leq 1 \text{ bar}$		3 bar	9 h		
$\leq 5 \text{ bar}$		7,5 bar	24h		

Anschlussleitungen (Prüfvolumen $\leq 0.4 \text{ m}^3$)

MOP	Prüfmedium	Mind. Prüfdruck	Beruhigungszeit	Mind. Prüfdauer	Zulässige Druckänderung
$\leq 0.1 \text{ bar}$	Luft, N ₂	1 bar	3 h	10 Min.	0 mbar
$\leq 1 \text{ bar}$		3 bar	9 h	60 Min.	30 mbar
$\leq 5 \text{ bar}$		7,5 bar	24h		

Details zu Prüfdrücken, Prüfdauern und Anforderungen gemäss SVGW G2

8.1.4 Prüfdruck bestimmen (Wasser)

Die Dichtheitsprüfung - mit Ausnahme der Sichtprüfung - ist grundsätzlich mit einem höheren Druck als dem höchsten Systembetriebsdruck (MDP) durchzuführen. Für Versorgungsnetze ist von einem höchsten Systembetriebsdruck MDP nicht unter 10 bar auszugehen. Für alle Rohrleitungen ist, ausgehend vom Systembetriebsdruck (MDP), der Systemprüfdruck (STP) zu bestimmen. Bei nicht berechnetem Druckstoss (meist der Fall) gilt mit dem angenommenen Systembetriebsdruck (MDP_a):

$$STP = MDP_a + 5.0 \text{ bar}$$

und

$$STP = 1.5 \cdot MDP$$

STP → Systemprüfdruck

MDP_a → angenommener Systembetriebsdruck

Davon ist jeweils der kleinere Wert zu wählen.

Der so ermittelte Prüfdruck ist auf die tiefste Stelle des Prüfabschnittes anzuwenden. Am höchsten Punkt muss noch mindestens 10% Reserve zum Systembetriebsdruck sein. Für den am höchsten Punkt herrschenden minimalen Systemprüfdruck (STP_{min}) gilt dann:

$$STP_{min} \leq 1.1 \cdot MDP$$

STP_{min} → minimaler Systemprüfdruck

MDP_a → angenommener Systembetriebsdruck

Andererseits sind aber auch die Maximalwerte - aufgrund der Festigkeitsgrenzen des Rohrmaterials - zu beachten:

PE100/ PE100-RC SDR17: $STP_{20^\circ C} \leq 12 \text{ bar}$

PE100/ PE100-RC SDR11: $STP_{20^\circ C} \leq 21 \text{ bar}$

8.1.5 Kontraktionsverfahren (Wasser)

Durchführung

Während der gesamten Prüfdauer ist die Rohrleitung vor Temperaturerhöhung zu schützen. Die Rohraussentemperatur darf 20°C bei der Prüfung nicht überschreiten! (Andernfalls tritt eine Vorschädigung des zu prüfenden Rohrabschnittes ein und die Lebensdauer der Rohrleitung ist reduziert!)

Kritische Verbindungsstellen noch nicht zudecken, um Leckstellen einfach zu orten und nachbessern zu können.

Vorprüfung (Festigkeitsprüfung)

Die Leitung ist vom Tiefpunkt aus zu befüllen und am Hochpunkt über eine Armatur zu entlüften. Einstündige Entspannungszeit nach dem Füllen durch öffnen der Absperrarmatur am Hochpunkt. Dabei darf keine Luft in die Leitung eintreten.

Die zu prüfende Leitung ist zu verschliessen.

Der Systemprüfdruck (STP) ist möglichst innerhalb von 10 Minuten aufzubringen.

Der Systemprüfdruck (STP) ist - durch ständiges Nachpumpen - über 30 Minuten zu halten.

Anschliessend folgt eine Ruhezeit von 60 Minuten, während der sich die Rohrleitung visko-elastisch verformen kann. Während dieser Ruhezeit darf der Systemprüfdruck (STP) um maximal 20% absinken.

Bei grösserem Druckabfall ist der Leitungsabschnitt entweder undicht oder war einer unzulässigen Temperaturerhöhung ausgesetzt. In diesem Fall wird die Prüfung abgebrochen und bei einer Wiederholung der Vorprüfung ist die einstündige Entspannungszeit unbedingt wieder vorzuschalten. Erst nach erfolgreicher Vorprüfung darf die Hauptprüfung durchgeführt werden.

Hauptprüfung mit integrierter Druckabfallprüfung

Bedingung 1:

Zur Unterbrechung der weiteren visko-elastischen Dehnung der Leitung wird der Druck innerhalb von maximal 2 Minuten um den vorgeschriebenen Druckabsenkungswert (Δp_{ab}) abgesenkt und das abgelassene Wasservolumen (ΔV_{ab}) gemessen.

Rohrwerkstoff	E-Modul [N/mm ²]	SDR-Stufe	Rohrserie	Druckabsenkung Δp_{ab} [bar]
PE 100/ PE100-RC	1200	17	8	2,0
PE 100/ PE100-RC	1200	11	5	3,2

Eine ausreichende Entlüftung der Leitung liegt vor, wenn das abgelassene Wasservolumen (ΔV_{ab}) kleiner als das zulässige Wasservolumen (ΔV_{zul}) ist.

$$\Delta V_{ab} \leq \Delta V_{zul}$$

und

$$\Delta V_{ab} \leq V_k \cdot L$$

ΔV_{zul} zulässige Wasservolumen

ΔV_{ab} abgelassenes Wasservolumen

V_k errechnetes spezifisches Wasservolumen [ml/m]

L Länge des Prüfabschnitts

In nachfolgender Tabelle ist das errechnete spezifische Wasservolumen (V_k) in Milliliter [ml] für 1m Leitungslänge angegeben:

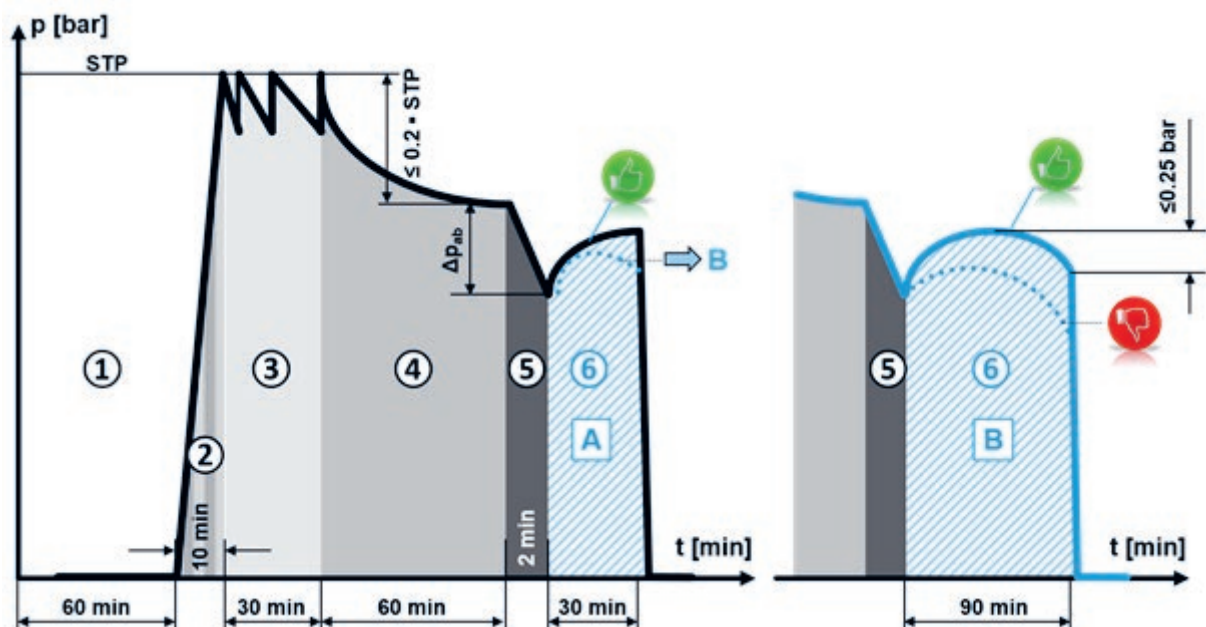
d_n	PE 100 SDR 17	PE 100 SDR 11
32	1,38	1,28
40	2,30	1,95
50	3,64	3,10
63	5,78	4,95
75	8,30	7,22
90	12,01	10,35
110	18,02	15,57
125	23,76	20,04
140	29,81	25,39
160	38,93	32,90
180	49,26	41,79
200	60,81	51,74
225	76,96	65,41
250	95,90	81,27
280	120,17	102,17
315	151,94	129,22
355	192,81	164,48
400	246,02	208,76
500	383,50	325,01

Bedingung 2:

Die Druckabsenkung führt zu einer sofortigen Kontraktion in der PE-Rohrleitung mit leichtem Druckanstieg und anschliessend für rund 30 Minuten zu einem Stillstand der visko-elastischen Verformung bei Druckkonstanz. Bei einer dichten Leitung darf der Druck nach der schnellen Druckabsenkung über eine Zeitspanne von 30 Minuten nicht mehr fallen, d. h. die Rohrleitung gilt als dicht, wenn die Druckkurve während der Kontraktionszeit steigt oder gleichbleibt. (Szenario A im Druckverlauf).

Im Zweifelsfall ist die Prüfzeit bis zu 1.5 Stunden zu verlängern (Szenario B im Druckverlauf). Gemessen vom Höchstwert innerhalb der 90 minütigen Kontraktionsphase darf dann der Druckabfall nicht mehr als 0.25 bar betragen.

⇒ Die Hauptprüfung ist dann bestanden, wenn sowohl die Druckabsenkungs-prüfung (Bedingung 1), als auch die Dichtheitsprüfung (Bedingung 2) erfüllt ist!

Druckverlauf**Vorprüfung (Festigkeit):**

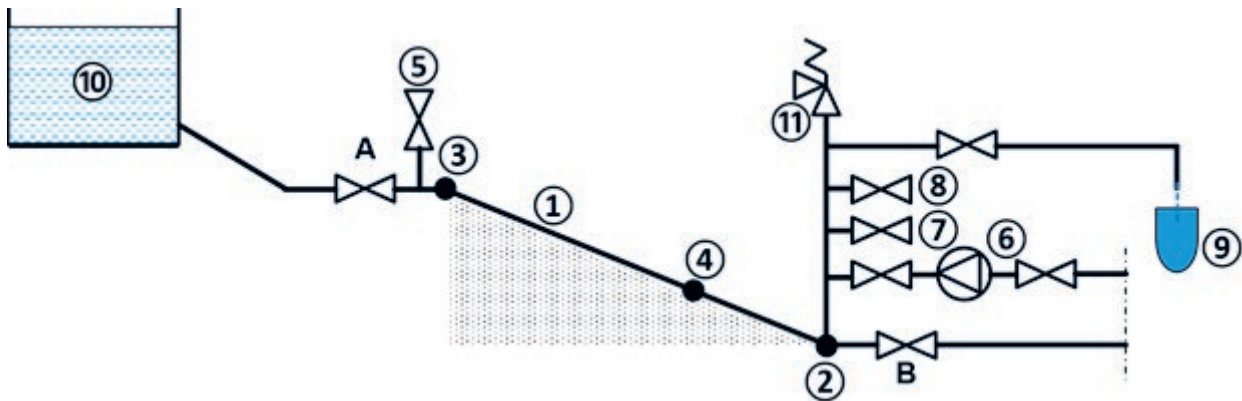
- ① Vorbereitungsphase
- ② Druckaufbau
- ③ Druckhaltephase
- ④ Ruhephase

Hauptprüfung

(Druckabsenkung + Dichtheit):

- ⑤ Druckabsenkung
- ⑥ Hauptprüfung

dicht**undicht**

Messeinrichtung

- ① Prüfabschnitt A-B
- ② Tiefster Punkt
- ③ Höchster Punkt
- ④ Beliebiger Punkt
- ⑤ Entlüftung

- ⑥ Pumpe
- ⑦ Druckmessung
- ⑧ Druckschreiber
- ⑨ Messgefäß
- ⑩ Reservoir
- ⑪ Sicherheitsventil

Prüfprotokoll (Kontraktionsverfahren & Normalverfahren)

Im SVGW-Regelwerk-Shop www.svgw.ch stehen im Excel-Format Prüfprotokolle für das Kontraktions- und Normalverfahren zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Prüfprotokolle sind wichtige Nachweisdokumente zur Qualitätssicherung von Rohrleitungen vor der Inbetriebnahme. Sie sind daher sorgfältig zu dokumentieren und müssen mindestens 10 Jahre aufbewahrt werden (SVGW G2). Es wird aber empfohlen sowohl für Wasser- als auch für Gasanwendungen diese qualitätsrelevanten Dokumente im GIS abzulegen und bis zur Ausserbetriebnahme aufzubewahren.

8.1.6 Normalverfahren (Wasser)

Das Normalverfahren ist für alle Werkstoffe und Nennweiten geeignet und bietet die grösste Prüfgenaugigkeit. Es besteht aus einer Vor-, Druckabfall- und Hauptprüfung.

Wenn bei PE-Leitungen der Prüfdruck nicht innerhalb von 10min. aufgebracht werden kann, ist das Normalverfahren anzuwenden. Dies ist bei sehr grossen Wasserfüllvolumen der Fall und tritt je nach Leistungsfähigkeit der Pumpe bei Nennweiten $d_n > 400\text{mm}$ oder Volumen $V > 20\text{m}^3$ auf.

Der detaillierte Ablauf des Normalverfahrens ist in SVGW W4 Teil 3 beschrieben.

8.1.7 Sichtprüfverfahren (Wasser)

Sichtprüfverfahren werden unter Betriebsdruck (OP) mit – an den Verbindungsstellen – offener Leitung durchgeführt. Dabei werden 2 separate Sichtprüfungen – speziell an den Verbindungsstellen – im Abstand von mindestens 1 Stunde durchgeführt.

Sichtprüfungen dürfen nur in den folgenden Fällen durchgeführt werden:

- bei kurzen Leitungslängen ($< 30\text{ m}$)
- Einbindungen
- PE (Rollenrohre/ Ringbund) ohne Verbindungen $d_n \leq 63\text{ mm}$
- Nach Reparaturarbeiten
- Innerstädtische Leitungsbauvorhaben, kleinerer Durchmesser und kleinerer Länge, mit direktem Anschluss an einen bestehenden Schieber

8.1.8 Prüfverfahren für Gas

Druckmessverfahren (Gas)

Druckmessverfahren werden für erdverlegte Gasleitungen eingesetzt, die ganz oder weitgehend zugedeckt sind und somit keiner merklichen Temperaturschwankung unterworfen sind.

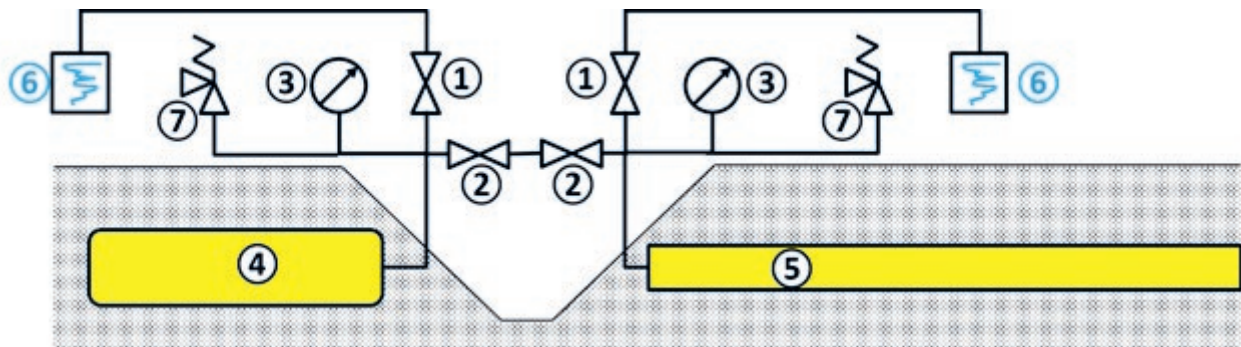
Das Verfahren kann sowohl mit Luft als auch mit Wasser (Frostgefahr) durchgeführt werden.

Prüfwerte (Drücke, Dauer und zulässiger Druckabfall) können der SVGW G2 entnommen werden.

Druckdifferenzmessverfahren (Gas)

Das Druckdifferenzmessverfahren wird auch an weitgehend zugedeckten erdverlegten Gasleitungen durchgeführt. Es wird häufig an Hochdruckleitungen grösserer Volumina eingesetzt.

Das Verfahren basiert auf einer Druckvergleichsmessung zwischen dem zu prüfenden Leitungsabschnitt und einer Referenz-Prüfflasche. Bei gleicher Temperatur verhält sich das Produkt von Volumen und Druck im Leitungsabschnitt gleich wie das Produkt von Volumen und Druck in der Referenz-Prüfflasche. Zur Leckortung und schnellen Fehlerbehebung sind während der Prüfung Armaturen und Flanschverbindungen frei zugänglich zu halten.



- ①, ② Absperrarmatur (Kugelhahn)
- ③ Manometer
- ④ Referenz Rohr (Prüfflasche min. 80l)
- ⑤ Zu prüfender Rohrabschnitt
- ⑥ Messgerät SVGW

$$\frac{V_4 \cdot p_4}{T_4} = \frac{V_5 \cdot p_5}{T_5}$$

Prüfwerte (Drücke, Dauer und zulässiger Druckabfall) sind der SVGW G2 zu entnehmen.

Dichtheitskontrolle (Gas)

Dichtheitskontrolle im Gas werden nur eingesetzt,

- wenn das Druckmessverfahren nicht möglich ist
- alle Verbindungen frei zugänglich sind.
- bei kurzen Abschnitten ($\leq 15\text{m}$)
- bei Anschlüssen an bestehende Leitungen.

Mögliche Prüfverfahren und -medien:

- Luft oder Stickstoff: Der Druck sollte nicht schneller als 2 bar/ min. erhöht werden. Nach Erreichen des Prüfdrucks mit schaubildenden Mitteln (SN EN 14291) prüfen.
- Erdgas: Nach der Befüllung mit Erdgas den Druck stufenweise langsam ($\leq 2\text{ bar/ min.}$) erhöhen. Ab etwa 1 bar oder mindestens unter Betriebsdruck mit schaubildenden Mitteln oder mit Gasspürgerät prüfen.
- Kein CO₂! Siehe SVGW GW2

Alle Verbindungsstellen sind auf mögliche Leckagen zu prüfen.

8.2 Reinigung/ Spülung/ Desinfektion

Während der Bauphase sind alle Verunreinigungen der Rohrleitung möglichst zu vermeiden, um den hohen Aufwand für ein nachträgliches Reinigen, Spülen und Desinfizieren zu reduzieren.

Massnahmen hierzu sind:

- Druckdichtes Verschliessen der Rohrleitung bei Arbeitsunterbrechungen
- Rohrkontrolle und ggfs. Säuberung vor der Verlegung
- Verschliessen der Rohre mit Schutzkappen bis kurz vor der Installation

Trotz obiger Beachtung der Massnahmen kann aber Oberflächenwasser, Sand oder anderer Schmutz ins Rohrnetz eindringen. Für die bestimmungsgemässe Verwendung muss dann die Rohrleitung deshalb gereinigt und gespült werden.

8.2.1 Reinigung, Spülen, Hygienekontrolle und Desinfektion (Wasser)

8.2.2 Reinigung und Spülen

Reinigung und Spülen

Die Rohrleitung ist im Bereich von Verschmutzungen zu reinigen (Manuell oder Molchen), und möglichst unmittelbar nach Fertigstellung des Rohrleitungsbaus mit Trinkwasser zu spülen (mit 3 - 5 fachen Fassungsvermögen der Rohrleitung und mit 1,5 - 2 m/s Fließgeschwindigkeit).



Bei Verteilleitungen erfolgt die Einleitung des Spülwassers in der Regel über das bestehende Verteilnetz (z.B. von Hydranten) und die Ausleitung über das Kanalisationsnetz (mit Abwassernetzbetreiber abzustimmen).

Bei kleineren Rohrabschnitten und Durchmesser (Hausanschluss) kann die Einleitung auch über das bestehende Verteilnetz (z.B. von Hydranten) erfolgen. Die Ausleitung erfolgt auch entweder über Hydranten oder andere Ablassarmaturen. Ggfs. kann bei kleinen Durchmessern und kurzen Strecken über private Entnahmestellen (Wasserhahn) ausgeleitet werden. Um dabei eine min. Spülgeschwindigkeit von 2 m/s beim grössten Rohrdurchmesser des Leitungsabschnitts zu erhalten, können folgende Richtwerte für die minimale Anzahl an zu öffnende Entnahmestellen verwendet werden.

Die Vorgaben der SVGW W4 Themenblatt 7 Rohrnetzspülung und -desinfektion sind einzuhalten.

Bei langsamer Entleerung über freies Gelände sind die Einleitungsbedingungen gemäss Gewässerschutzverordnung einzuhalten und mit dem Grundstückseigentümer abzuklären.

Ist beim Spülen eines Leitungsabschnitts nur eine geringe Fliessgeschwindigkeit erreichbar, kann die Spülwirkung entweder durch abwechselnd Spülen/ Unterbrechen oder durch Einleiten von ölfreier Druckluft verbessert werden. Eine Spüldauer von 15 s pro laufender Meter Rohrleitung sollte nicht unterschritten werden.

Das Kommunizieren des Personals von Einleitestelle und Austrittsstelle sollte über Sprechfunk möglich sein.

Hygienekontrolle

Nach dem Spülen bzw. nach der Desinfektion der Rohrleitung sind Wasserproben für die mikrobiologische Untersuchung zu entnehmen. Die Trinkwasserleitung darf erst freigegeben werden, wenn bei der Hygiene-Untersuchung die mikrobiologische Unbedenklichkeit nachgewiesen wurde.

Desinfektion

Tritt ein negativer Befund auf ist der Leitungsabschnitt zu desinfizieren (Durchführung gemäss SVGW W1000). Zur Desinfektion kommt entweder bei grösseren Durchmessern das Standverfahren mit 12 bis 24 Stunden Einwirkzeit der Desinfektionslösung während der Dichtheitsprüfung oder bei kleineren Durchmessern das Fliessverfahren, bei dem gleichzeitig gespült und desinfiziert wird. Bei beiden Verfahren muss auf die genaue Einhaltung der Dosierung des Desinfektionsmittels (Natrium-Hypochlorit, Chlorgas, Wasserstoffperoxid) und Standzeiten/ Fliessgeschwindigkeiten geachtet werden, um weder die Rohrleitung, noch Verbindungselemente wie Dichtungen etc. zu schädigen.

Die Desinfektion von PE-Rohrleitungen mit Chlordioxid (wie es bei traditionellen Rohrleitungswerkstoffen üblich ist) wird nur bei äusserst sorgfältiger Einhaltung der genauen Dosierung/ Einwirkzeit und Temperatur empfohlen.

Die verbrauchte Desinfektionslösung muss vor Einleitung in das Oberflächenwasser neutralisiert werden und die Einleitungsbedingungen gemäss Gewässerschutzverordnung sind einzuhalten. Besonderes Augenmerk ist auf den Arbeitsschutz beim Umgang mit den Desinfektions-Chemikalien zu legen.

Nach der Desinfektion ist die Rohrleitung nochmals mit dem 3-5-fachen Rohrvolumen zu spülen.

Die Vorgaben der SVGW W4 Themenblatt 7 Rohrnetzspülung und -desinfektion sind einzuhalten.



8.2.3 Reinigen, Trocknen (Gas)

Fremdkörper (Sand, Späne) in der Rohrleitung sind zu entfernen und Verschmutzungen zu reinigen, da die Funktion von sensiblen Armaturen (Gaszähler, Düsen) auch durch kleine Partikel beeinträchtigt werden können. Falls eine Dichtheitsprüfung der Leitung mit Wasser durchgeführt wurde, ist die Rohrleitung ggfs. zu trocknen (Molchen und anschliessend mit sauberer, öl-freier Druckluft) ausblasen.

8.3 Befüllen/ Entlüften

Wasser

Das Befüllen der Leitung erfolgt vom niedrigsten Punkt des Leitungsabschnitts und die Entlüftung hat am Hochpunkt manuell oder automatisch mit einem im Netz verbleibenden Entlüftungsventil zu erfolgen.

Die manuelle Entlüftung wird im Allgemeinen über eine Armatur mit einem Schieber-schlüssel betätigt. Dabei sollte der Abgang nach oben weggeführt werden, da sich die Luft im Rohrscheitel ansammelt und so am höchsten Punkt entlüftet werden kann. Es ist ferner darauf zu achten, dass es beim Entlüften zu keiner Trinkwasserverschmutzung kommen kann.

Eine automatische Entlüftung verbleibt im Rohrleitungsnetz und kann auch zur Belüftung im Entleerungsfall verwendet werden. Automatische Be- und Entlüftungsventile sind regelmässig zu warten.



Gas

Vor Beginn der Arbeiten sind die notwendigen Hilfsmittel und Sicherheitsgeräte bereitzustellen. Vor dem Anschliessen ans Gasnetz ist zu kontrollieren, ob die Leitung fachgerecht verschlossen ist. Neu verlegte Leitungen sind mit grosser Vorsicht und unter Einhaltung der Sicherheitsmassnahmen ans Gasnetz anzuschliessen.

Bei Gasen, wie Erdgas, welche leichter sind als Luft, ist die Leitung vom höchsten zum tiefsten Punkt hin zu entlüften. Bei Gasen, die schwerer sind als Luft ist umgekehrt vorzugehen.

Durch kontrolliertes Befüllen des Leitungsabschnitts mit Gas (Strömungsgeschwindigkeit 3-7m/s) ist das überschüssige Luftvolumen definiert über einen Luftausbläser ins Freie abzuleiten. Die Austrittsstelle muss 1,8m über dem Erdboden liegen.

Es dürfen sich in der Nähe der Ausblasstelle weder unkontrollierte Zündquellen noch elektrische Anlagen, Bauten oder Pflanzungen befinden (Windrichtung beachten). Der Bereich muss abgesichert sein und ist mit Warntafel zu versehen. Vor Inbetriebnahme ist das Gas auf Luftfreiheit zu prüfen.



Wir verweisen hierzu auf spezielle vom SVGW/ TISG vorgeschriebene Kurse.

9 Normen und Vorschriften

Die wichtigsten Normen zur Projektierung, Verlegung, Verbindungstechnik und den Rohrleitungskomponenten sind in einem separaten Dokument zusammengefasst. Diese Anlage erhalten Sie unter [VKR-RL02](#).

10 Anlagen

10.1 Warum PE

Diese Anlagen-Rubrik richtet sich an alle Entscheider, die für die Auswahl des Rohrleitungswerkstoffs verantwortlich sind.

Anlage	Inhalt / Link
2.1	PE+ Fachbericht - 100 Jahre Lebensdauer 3R hessel-ingtech.de
2.2	PE+ Fachbericht - Schadensstatistik DVGW Wasser 2013-2015 strukturdatenerfassung.de
2.2	PE+ Fachbericht - Schadensstatistik DVGW Gas 2011-2014 strukturdatenerfassung.de
2.6a	PE+ FAQ - Biofilm & Trinkwasserqualität
2.6b	PE+ Fachbericht - GWA Biofilm & Trinkwasserqualität
2.7	PE+ Fachbericht - Grabenlose Verlegetechnik
2.8	PE+ Zusammenfassung - Ökobilanz Teppfa
2.8	PE+ Studie – EPDs Teppfa teppfa.eu
2.8	PE+ Studie – Kunststoffe sparen Energie PlasticsEurope plasticseurope.org
2.9	PE+ Publikation - PE Lowest Whole Life Costs/ Borouge borouge.com

10.2 Planungsgrundlagen

Diese Anlagen-Rubrik richtet sich an den Planer von Rohrleitungsprojekten.

Anlage	Inhalt
3.5a	Planungsgrundlagen Merkblatt - Zulässige Betriebsdrücke bei Temperatur
3.6	Planungsgrundlagen Vergleich - Abrieb PE-St
3.7	Planungsgrundlagen Merkblatt - Abmessungen Dimensionierung
3.7.1a	Planungsgrundlagen Nomogramm – Druckverlust
3.7.1b	Planungsgrundlagen Merkblatt – Berechnung Druckverlust
3.7.2	Planungsgrundlagen Merkblatt - Berechnung Druckstoss
3.7.3	Planungsgrundlagen Merkblatt – Berechnung Beuldruck
3.8	Planungsgrundlagen Beispiel - Submission
4.1	Planungsgrundlagen Fachbericht - PE100-RC
4.4	Planungsgrundlagen Beispiele - diffusionsdichte Schutzmantelrohre
4.5a	Planungsgrundlagen Positionspapier - CE-Kennzeichnung

10.3 Verlegeleitfaden

Diese Anlagen-Rubrik richtet sich an den Praktiker im Rohrgraben.

Anlage	Inhalt
3.3	Verlegeleitfaden Datenblatt - Abmessungen PE Rohre
3.5b	Verlegeleitfaden Datenblatt - Längendehnung
4.5b	Verlegeleitfaden Merkblatt - Interpretation Schweiss-&Trace-Code
5.1a	Verlegeleitfaden Merkblatt - PESchweißen ungünstige Witterung
5.1b	Verlegeleitfaden Merkblatt - PE-Trennwerkzeuge
5.1c	Verlegeleitfaden Merkblatt - PE-Reinigung
5.1.1	Verlegeleitfaden Schweissprotokoll - Stumpfschweißen
5.1.2	Verlegeleitfaden Schweissprotokoll - Elektroschweißen
5.2.1	Verlegeleitfaden Merkblatt - Montage PE-Flanschverbindungen
6.2.1	Verlegeleitfaden Checkliste - Baustellenorganisation
7.3.1	Verlegeleitfaden Checkliste - grabenlose Verlegung
7.3.2a	Verlegeleitfaden Checkliste - Projektierung grabenlose Verlegung
7.3.2b	Verlegeleitfaden Datenblatt - zulässige Zugkräfte
7.3.3	Verlegeleitfaden Datenblatt - Grabenabmessungen beim Rohreinzug
7.5.5	Verlegeleitfaden Datenblatt - zulässige Biegeradien
7.5.6	Verlegeleitfaden Formular - Hauseigentümerinformation Erdung
7.6	Verlegeleitfaden Merkblatt - Kontrollen Rohrnetzmonteur
8.1.5	Verlegeleitfaden Protokoll - Druckprüfung

11 Impressum

11.1 Herausgeber

Diese Broschüre „Leitfaden für erdverlegte Druckrohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung“ wurde im Jahr 2017 durch den Fachverband „Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile – VKR – herausgegeben und wird bei Bedarf aktualisiert

3. Auflage, Oktober 2022

Verband Kunststoff-Rohre und
-Rohrleitungsteile (VKR)
c/o Swiss Plastics
Schachenallee 29C
CH-5000 Aarau
www.vkr.ch



Ihre Ansprechpartner

Geschäftsführer

Michael Gressmann
Tel.: 062/834 00 68
michael.gressmann@vkr.ch

Sekretariat

Pamela Filoni
Tel.: 062/834 00 69
pamela.filoni@vkr.ch

11.1.1 Arbeitsgruppe

Die inhaltliche Erarbeitung, die textlichen Beiträge und die grafische Gestaltung dieses Leitfadens wurde durch die Mitwirkung folgender VKR-Mitgliedsfirmen erstellt:

Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG, 8201 Schaffhausen
Christian Sägesser

www.gfps.com/ch

HakaGerodur AG, 8717 Benken
Mirko Possamai

www.hakagerodur.ch

Hawle Armaturen AG, 8370 Sirmach
Göpf Triet

www.hawle.ch

Jansen AG, 9463 Oberriet
Alfred Wettstein

www.jansen.com

Localnet AG, 3401 Burgdorf
Reto Kohler

www.localnet.ch

Simona AG, 4313 Möhlin
Michel Schwarb

www.simona.de