

VKR



Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile
Association tubes et raccords en matières plastiques
Associazione tubi e raccordi in materie plastiche
Plastic Pipes and Fittings Association

Leitfaden/ Verlegerichtlinie RL03

Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U)



31.10.2018 / V10

Inhalt

1	KUNSTSTOFF-GRUNDLAGEN.....	5
1.1	EINLEITUNG.....	5
1.2	WERKSTOFFE & EIGENSCHAFTEN.....	6
1.3	ZULASSUNGEN.....	10
1.4	ROHRSYSTEME.....	11
2	PROJEKTIERUNG.....	13
2.1	PROJEKTIERUNGSGRUNDLAGEN.....	14
2.2	BAULICHER GRUNDWASSERSCHUTZ.....	14
2.3	ANFORDERUNGEN AN DAS MATERIAL.....	15
2.4	MATERIALWAHL.....	17
2.5	WEITERE ASPEKTE.....	20
2.6	BERECHNUNG UND BEMESSUNG.....	23
2.7	PLANUNGSGRUNDLAGEN ZUR ERDVERLEGUNG.....	23
2.8	PLANUNGSGRUNDLAGEN FREIVERLEGTER LEITUNGEN.....	25
3	BEMESSUNG.....	26
3.1	HYDRAULISCHE BEMESSUNG NACH SIA 190.....	26
3.2	STATISCHE BEMESSUNG.....	28
4	AUSFÜHRUNG.....	32
4.1	GESUNDHEITSSCHUTZ UND ARBEITSSICHERHEIT.....	32
4.2	TRANSPORT UND LAGERUNG.....	34
4.3	VERLEGETECHNIK IM OFFENEN ROHRGRABEN.....	37
4.4	GRABENLOSE VERLEGETECHNIK.....	48
4.5	BAULICHE MASSNAHMEN.....	50
4.6	FORMSTÜCKE.....	51
4.7	VERBINDUNGSTECHNIK.....	56
4.8	SCHÄCHTE UND SCHACHTANSCHLÜSSE.....	72
4.9	DOPPELWANDIGE ROHRSYSTEME.....	77
4.10	ENTSORGUNG.....	78
5	ABNAHME DES WERKES UND HAFTUNG.....	79
5.1	BAUABNAHME.....	79
5.2	INBETRIEBNAHME.....	80
5.3	GARANTIEABNAHME.....	80
6	WERTERHALT.....	81
6.1	UNTERHALT.....	81
6.2	PHASEN DES WERTERHALTS.....	85
7	ANLAGEN.....	95
7.1	KUNSTSTOFF-GRUNDLAGEN UND ALLGEMEINES.....	95
7.2	PROJEKTIERUNG.....	95
7.3	BEMESSUNG.....	95
7.4	AUSFÜHRUNG.....	95
7.5	ABNAHME.....	96
7.6	WERTERHALT.....	96
8	IMPRESSUM.....	97
8.1	HERAUSGEBER.....	97
8.2	ARBEITSGRUPPE.....	97

Zweck

Die Broschüre „Leitfaden/ Richtlinie für erdverlegte Kanalisationssysteme“ zeigt ökonomische Vorzüge von Kunststoff-Rohrsystemen auf, liefert Verlegehinweise für Rohrnetzmonteure und unterstützt Ingenieure mit aktuellen und praxisgerechten Planungsgrundlagen.

Damit sollen einerseits die Bedürfnisse der Entscheider zur Materialauswahl, der Planer für eine werkstoffgerechte Dimensionierung, der Rohrnetzmonteure für eine fachgerechte Installation und der Kanalservice-Unternehmen zur Abnahme und zum Werterhalt abgedeckt werden.

Um diesem Spagat gerecht zu werden, weist die Broschüre spezifischen Anlagen-Rubriken auf:

Anlagen	Kunststoff-Grundlagen	Projektierung/Bemessung	Ausführung	Abnahme	Walterhalt
Zielgruppe	Entscheider bei Material-Auswahl	Ingenieur- / Planungs-büros	Baumeister	Kanalservice-Unternehmen	Kanalservice-Unternehmen
Symbol					

In der gedruckten Version dieser Broschüre sind keine Anlagen beigefügt, da diese vom VKR ständig auf die Nutzerfreundlichkeit hin erweitert und optimiert werden.

Sie können die aktuelle Ausgabe dieser Broschüre und alle aktuellen Anlagen auf folgendem Link herunterladen:

www.vkr.ch/rl03

Aufgrund der grossen Verbreitung von Polyethylen-, Polypropylen- und Polyvinylchlorid-Kanalrohrsystemen fokussiert sich die Hauptbroschüre auf diese thermoplastischen Werkstoffe.

In der Anlage

- Besonderheiten GFK

werden die besonderen Planungs- und Verlegehinweise für dieses Material detailliert beschrieben.

Eine Übersicht aller Anlagen zum Ausgabedatum finden Sie in Kapitel 7.

Disclaimer

Diese Broschüre 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 und die Informationen enthalten keine Garantiezusagen. Der Inhalt 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 diesen Informationen. Lokale Versorgungsunternehmen können von diesem Leitfaden abweichende Richtlinien vorschreiben. Der VKR behält sich vor, jederzeit ohne vorherige Ankündigung den Inhalt oder Teile davon zu verändern, zu ergänzen oder zu löschen. Für die produktspezifischen Belange, insbesondere für die Verarbeitung und Verlegung, sind die Angaben der Hersteller massgebend.

1 Kunststoff-Grundlagen

1.1 Einleitung

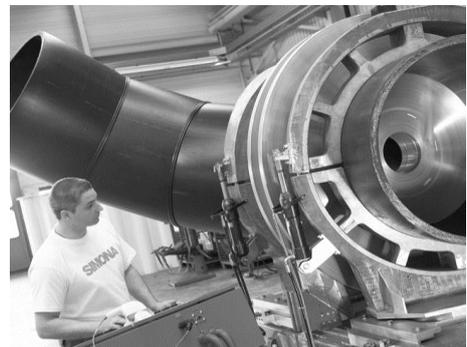
Thermoplastische Kunststoffrohre setzen sich mit ihren hervorragenden Eigenschaften immer häufiger gegenüber traditionellen Werkstoffen durch und erschliessen neue Anwendungen.

Wichtige Vorteile von Kunststoffrohrsystemen sind:

- überzeugende Wirtschaftlichkeit
- ausgezeichnete chemische Widerstandsfähigkeit
- erstklassige Spannungsrissbeständigkeit
- keine Korrosion – ausserordentliche Beständigkeit
- hervorragende Verarbeitbarkeit
- lange Nutzungsdauer
- hohe mechanische Belastbarkeit
- geschweisste Verbindungen

Somit ermöglichen Kunststoffrohrsysteme den Bau wirtschaftlicher Rohrleitungssysteme mit langer Lebensdauer. Bewährte Verbindungstechniken sorgen dabei für einen sicheren Verbund der Komponenten:

- Steckmuffenverbindungen
- Heizelement Stumpfschweissung
- Heizelement-Muffenschweissung
- Heizwendelschweissung
- Klebeverbindungen
- Flanschverbindungen (eher selten)



1.2 Werkstoffe & Eigenschaften

1.2.1 Werkstoffe

Kunststoffrohrsysteme haben sich im kommunalen, privaten und industriellen Bereich als ideale Transportsysteme bewährt, und können dank der Vielfalt an unterschiedlichen Kunststoffen auch für sicherheitsrelevante Anwendungen mit aggressiven Medien eingesetzt werden.

In der Kanalisation haben sich in den verschiedenen Regionen der Schweiz Vollwand-Rohrsysteme aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U) durchgesetzt.

In Anlage 2.3.2 finden Sie die gebräuchlichsten Werkstoffkennwerte der verschiedenen Materialtypen dieser beiden Materialien.

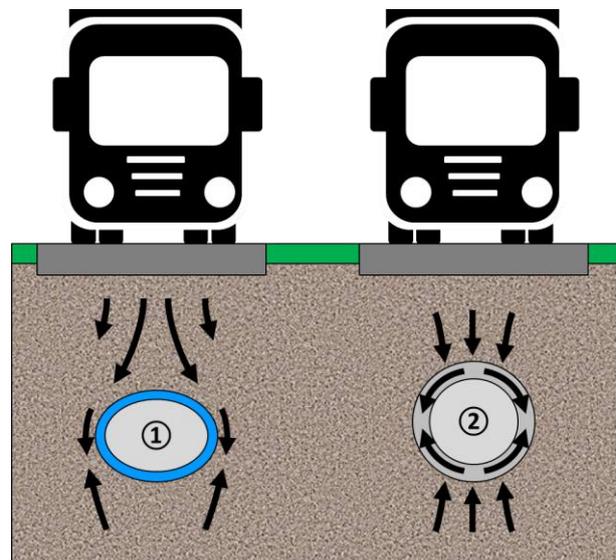
1.2.2 Was zeichnen Kunststoff-Kanalsysteme aus

Kunststoffe haben zahlreiche Eigenschaften, die sie von biegesteifen Werkstoffen unterscheidet. Durch fach- und materialgerechten Einsatz entstehen Vorzüge mit Kunststoff-Kanalsystemen.

1.2.2.1 Flexibel

Setzungen im Boden erzeugen in erdverlegten Rohrsystemen Spannungen und durch grosse Steine in der Bettung können Punktlasten entstehen. Erdverlegte Kunststoffrohre geben äussere Lasten und Setzungen des Erdreichs an den Untergrund weiter, indem sie der Verformung des Erdreichs elastisch folgen. Sie weisen dadurch ein geringeres Bruch- und Leckage-Risiko auf. Aus diesem Grund werden Kunststoffrohre auch als „biegeweiche“ Rohrsysteme bezeichnet, welche unempfindlich auf äussere Lasten reagieren.

- ① biegeweiches Kunststoffrohr
- ② biegesteifes Rohr



1.2.2.2 Einfach und schnell zu verlegen

Gegenüber biegesteifen Rohrwerkstoffen sind Kunststoffrohre ca. 30% schneller zu verlegen.

[Video Installationsvergleich](#)



Aufgrund der grossen Material-Flexibilität lassen sich Rohrstränge - ohne Formstücke - auch innerhalb definierter Radien frei biegen. Für die äusserst wirtschaftlichen, grabenlosen Verlegeverfahren (siehe Kapitel 4.4) oder bei der Verlegung in Steilstrecken lassen sich an Kunststoff-Kanalrohren zugfeste Schweissverbindungen herstellen.



1.2.2.3 Dicht

Kunststoffrohrsysteme bieten hochwertige Dichtsysteme, die im drucklosen Bereich durch Stecksysteme einfach und sicher herzustellen sind. Bei erhöhten Anforderungen kommen geschweisste Kanalrohrsysteme aus Kunststoff zum Einsatz.

Durch die ausgezeichneten Dichtheit bei gesteckten oder geschweissten Kunststoff-Kanalssystemen wird das Risiko einer Ex- oder Infiltration deutlich reduziert.

1.2.2.4 Langlebig

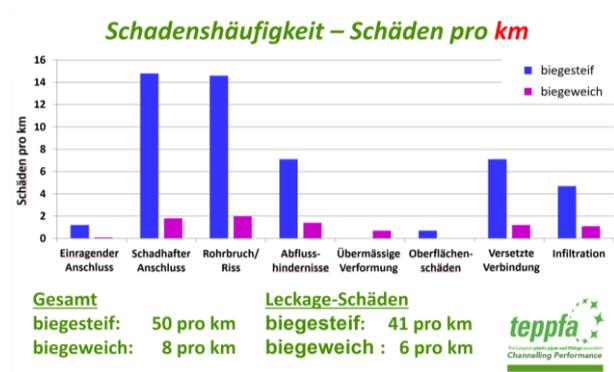
Kunststoffrohre zeichnen sich durch eine sehr hohe Lebensdauer aus. Kunststoffrohrsysteme haben sich im Praxiseinsatz seit mehr als 50 Jahren in erdverlegten Anwendungen der Kanalisation bewährt. Bei einer fachgerechten Verlegung sowie entsprechenden Betriebsbedingungen kann von einer Lebensdauer von über 100 Jahren ausgegangen werden.

In folgenden Veröffentlichungen wird dies wissenschaftlich belegt:

- [Fachbericht Hessel „Lebensdauer von PE-Rohrleitungen über 100 Jahre“](#)
- [Teppfa “100 years service life PE & PP gravity sewer pipes”](#)
- [Teppfa “Polyvinylchloride \(PVC-U\) solid wall sewer pipe system”](#)

1.2.2.5 Zuverlässig

Bei einer Teppfa¹ - Studie wurden 1800km Abwasserkanal unterschiedlicher Rohrwerkstoffe in Schweden, Deutschland und den Niederlanden mittels Kamerainspektion untersucht. Dabei wiesen die Kunststoff-Rohrsysteme 85% weniger Schäden auf als biegesteife Kanalrohrsysteme.



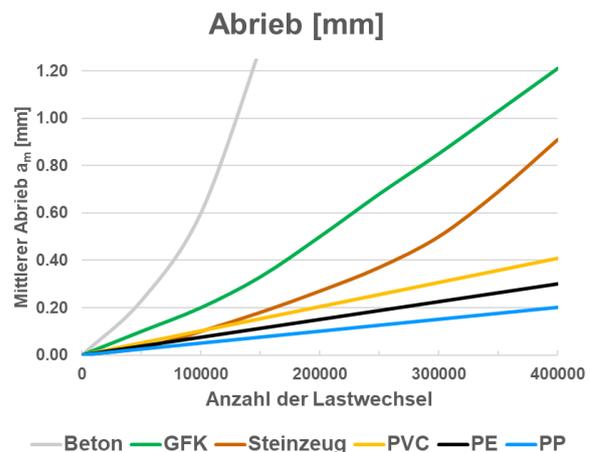
Eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse dieser Studie finden Sie in
 → Anlage 1.2.2.4 Schadenstudie Teppfa - Zuverlässigkeit von Kunststoff-Kanalrohren



¹ Teppfa = European Plastic Pipe and Fitting Association (= Europäischer Kunststoff-Rohrleitungsverband)

1.2.2.6 Abriebfest²

Kunststoffrohre zeichnen sich gegenüber Werkstoffen wie Beton und Steinzeug durch eine sehr hohe Abriebfestigkeit aus. Dieser Aspekt wirkt sich auch positiv auf die Lebensdauer der Rohrsysteme aus.



1.2.2.7 Chemisch beständig

Kunststoffrohre haben eine sehr gute Beständigkeit gegenüber vielen im Abwasser vorkommenden Chemikalien. Diese chemische Beständigkeit ist bei pH-Werten zwischen 1 (sauer) und 13 (basisch) gegeben. Zur Ableitung industrieller Abwässer ist unabhängig vom pH-Wert die chemische Beständigkeit zu prüfen. Detaillierte Informationen finden Sie in ISO/TR 10358:1993-06 .

1.2.2.8 Korrosionssicher

Kunststoffe gehen gegenüber den üblichen Medien von Kanalisationen und gegenüber korrosiven (sauren) Böden keine chemischen Reaktionen ein und können natürlicherweise nicht oxydieren. Die Unempfindlichkeit gegenüber Korrosion gehört zu den herausragenden Eigenschaften von Kunststoffen.

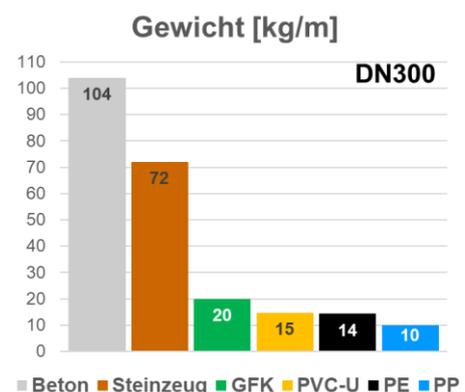
Bei Metallrohren ist Korrosion eine der häufigsten Schadensursachen; eine ähnliche Erscheinung kann bei Betonrohren von innen durch die Entwicklung biogener Schwefelsäure und von aussen bei sehr korrosiven (sauren) Böden auftreten.

1.2.2.9 Leichtgewichtig

Kunststoffrohre sind anderen Werkstoffen (Guss, Steinzeug, Beton, etc.) in punkto Gewicht und Handhabbarkeit überlegen. Dank des 70-90% geringeren Gewichts ist der Transport und die Installation von Kunststoffrohren wesentlich schneller, einfacher und wirtschaftlicher.

In üblichen Dimensionen benötigt man bei Kunststoffrohren nur eine Person zum Handling, zum Verlegen und auf den Einsatz von Hebeegeräten kann verzichtet werden.

Hilfsmittel für das Rohrhandling und der dafür notwendige Platz im Graben ist dann erst bei grösseren Dimensionen nötig.



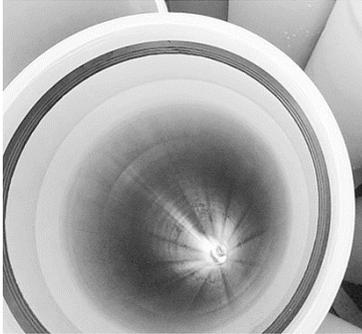
Details zum Gewichtsvergleich bzgl. Material/ SN³

² Ermittlung der Abriebfestigkeit im Kipprinnenversuch nach DIN 19565 Teil 1 (Darmstädter Verfahren).
Quelle: Beton, Steinzeug, GFK und PE-HD aus Fachmagazin 3R international (2/3-97). PVC-U und PP aus Prüfbericht ÖKI Österreichischen Kunststoffinstitut. Gutachten Nr. 43.029

³ GFK SN16000, PVC-U SN8, PE SN8, PP-HM SN8

Ferner wird das Unfallrisiko im Graben durch das Handling geringerer Gewichte deutlich reduziert. Um körperliche Langzeitschäden zu vermeiden, beschränkt die SUVA den Richtwert für das gelegentliche Heben von Lasten bei Männer auf maximal 25kg, bei Frauen auf maximal 15kg. Formstücke und Schachtbauteile aus Kunststoff stellen diese bezüglich keinerlei Arbeitssicherheitsprobleme dar.

1.2.2.10 **Glattwandig und reibungsarm**



Aufgrund der glatten - nicht porösen - Rohrwand ist die Reibung beim Transport von Feststoffen und Flüssigkeiten in Kunststoffrohren stark reduziert. Kunststoff-Kanalsysteme weisen daher ideale hydraulische Eigenschaften auf, wodurch Ablagerungen vermieden werden und der Reinigungsaufwand reduziert werden kann. Korrekt installierte Kunststoff-Kanalsysteme kommen daher mit minimalem Betriebsunterhalt aus.

1.2.2.11 **Grabenlos**

Aufgrund der oben beschriebenen Vorzüge, eignen sich Kunststoffrohre hervorragend für die wirtschaftliche,Neuverlegung mit grabenlosen Verfahren und für die kosteneffiziente Sanierung bestehender Altrohrleitungen.

Dank ihrer hohen Flexibilität können sich Kunststoffrohre an den vorgegebenen Altrohrverlauf anpassen.

Details zur grabenlosen Neuverlegung finden Sie in Kapitel 4.4.1. Sanierungsverfahren für biegesteife Altrohrleitungen finden Sie in Kapitel 6.2.2



1.3 Zulassungen

1.3.1 National und international genormte Anforderungen

Nationale und europäische Normen legen die Qualitätsanforderungen von Kunststoffrohrsystemen fest. Zudem werden durch die Hersteller regelmässige Prüfungen und Langzeittests, sowohl intern, wie auch extern durch unabhängige Prüfungsinstitute durchgeführt. Diese regelmässigen Prüfungen garantieren eine hohe Qualität der Rohrsysteme im Sinne des Gewässer- und Grundwasserschutzes. Kunststoff-Rohrsysteme sind die meist geprüften Systeme in der Branche.

1.3.2 Qplus

Qplus ist ein Verein nach Schweizer Recht. Deren Mitglieder sind:

- VSA, Verband Schweiz. Abwasserfachleute
- Suissetec, Gebäudetechnik Verband
- VKR, Verband für Kunststoffrohre

Mit einer Qplus-Zulassungsempfehlung können Hersteller auf freiwilliger Basis nachweisen, dass ihre Produkte die Anforderungen der Qplus-Richtlinien erfüllen. Diese Richtlinien basieren (vorwiegend) auf EN-Normen, sind aber an die Gegebenheiten der Schweiz angepasst.

Qplus überwacht, ob

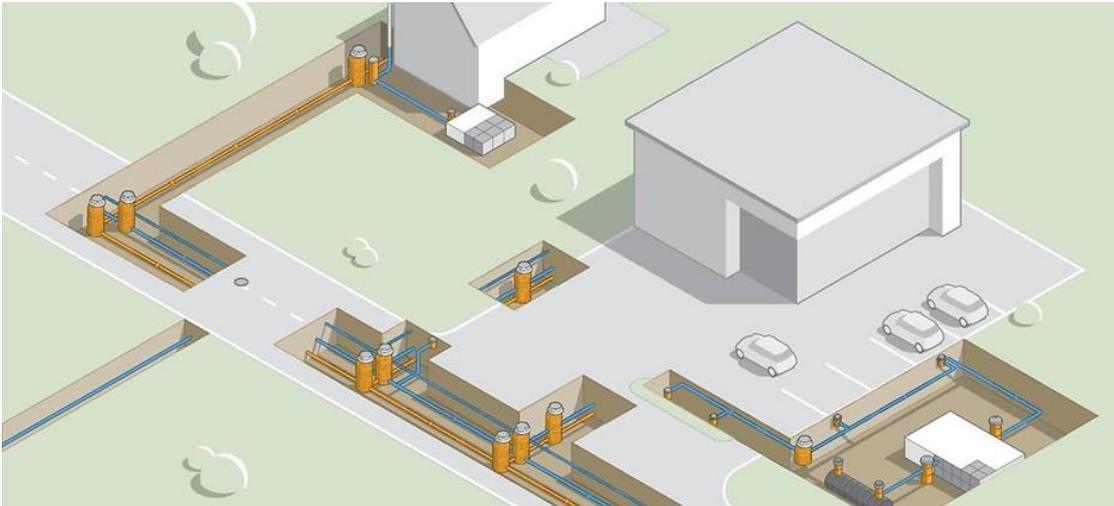
- die Prüfungen regelmässig durchgeführt wurden,
- den Anforderungen erfüllt wurden und
- die Gebrauchstauglichkeit der Systeme (Rohre, Dichtungen, Formteile usw.) nachgewiesen ist.

Qplus übernimmt die Aufgabe für Bauherren und Planer mit fehlendem Fachwissen, die Anforderungen gemäss dem Bauproduktengesetz zu erstellen und die Leistungserbringung zu überprüfen. Mit dem Qplus Logo auf den Produkten können Bauherr, Planer, Bauleiter und Unternehmer sicher sein, dass die gelieferten Produkte den Anforderungen entsprechen.

Auf www.qplus.ch sind in der Kundendatenbank zugelassene Produkte einfach auffindbar.



1.4 Rohrsysteme



Kunststoffrohrsysteme bestehen in der Regel aus den Komponenten Rohr, Formteil und Schacht, sowie Komponenten des Rückhaltesystems bzw. Regenwassermanagements. Abwasserrohrsysteme aus thermoplastischen Kunststoffen werden einerseits nach Werkstoff (PE, PP bzw. PVC-U), andererseits nach dem Aufbau der Rohrwandung unterschieden.

Sowohl PE-, PP-Rohrsysteme, als auch kompakte Vollwandrohrsysteme aus PVC-U- sind gegen häusliche und die meisten industriellen Abwässer beständig und im Kanalbereich dauerhaft bis zu einer Temperatur von 40°C einsetzbar.

Steckmuffen-Verbindungen stellen die am häufigsten angewendete Verbindungstechnik für PE-, PP- und kompakte PVC-Vollwandrohre dar.

Kompakte Abwasserrohre aus PE und PVC-U- sind bei tiefen Temperaturen weitgehend schlagunempfindlich. Die Schlagzähigkeit von PP-Abwasserrohren zeigt je nach Rohrtyp (Material / Rohraufbau) Unterschiede auf. Schlagunempfindliche PE-, PP- PVC-U- Kanalisationsrohre, welche auch zur Verlegung bei Tieftemperaturen unter -10°C geeignet sind, sind mit einem Eiskristall-Symbol (❄) gekennzeichnet.

PE- und PP-Rohre lassen sich mit allen gängigen Schweissverfahren (Stumpf-, Elektro- und Extrusionsschweißen) verbinden.

Kompakte Vollwandrohre aus PVC-U lassen sich mittels Extrusions und Stumpfschweißung fügen und sind klebbar.

Die unterschiedlichen Werkstoffe PE, PP und PVC-U können nicht miteinander geschweisst werden! PE und PP sind nicht klebbar.

Schadenstatistiken⁴ machen deutlich, dass Werkstoffübergänge generell ein erhöhtes Schadenspotential aufweisen. Daher ist es konsequent, ein homogenes Kunststoff-Kanalnetz zu erstellen, welches aus Komponenten des gleichen Werkstoffs besteht.

⁴ Zustand der Kanalisation in Deutschland - Ergebnisse der DWA-Umfrage 2015



Eine Übersicht unterschiedlicher Vollwandrohre und
Rohre mit strukturiertem Wandaufbau finden Sie in
→ Anlage 1.4a Merkblatt – Rohrtypen

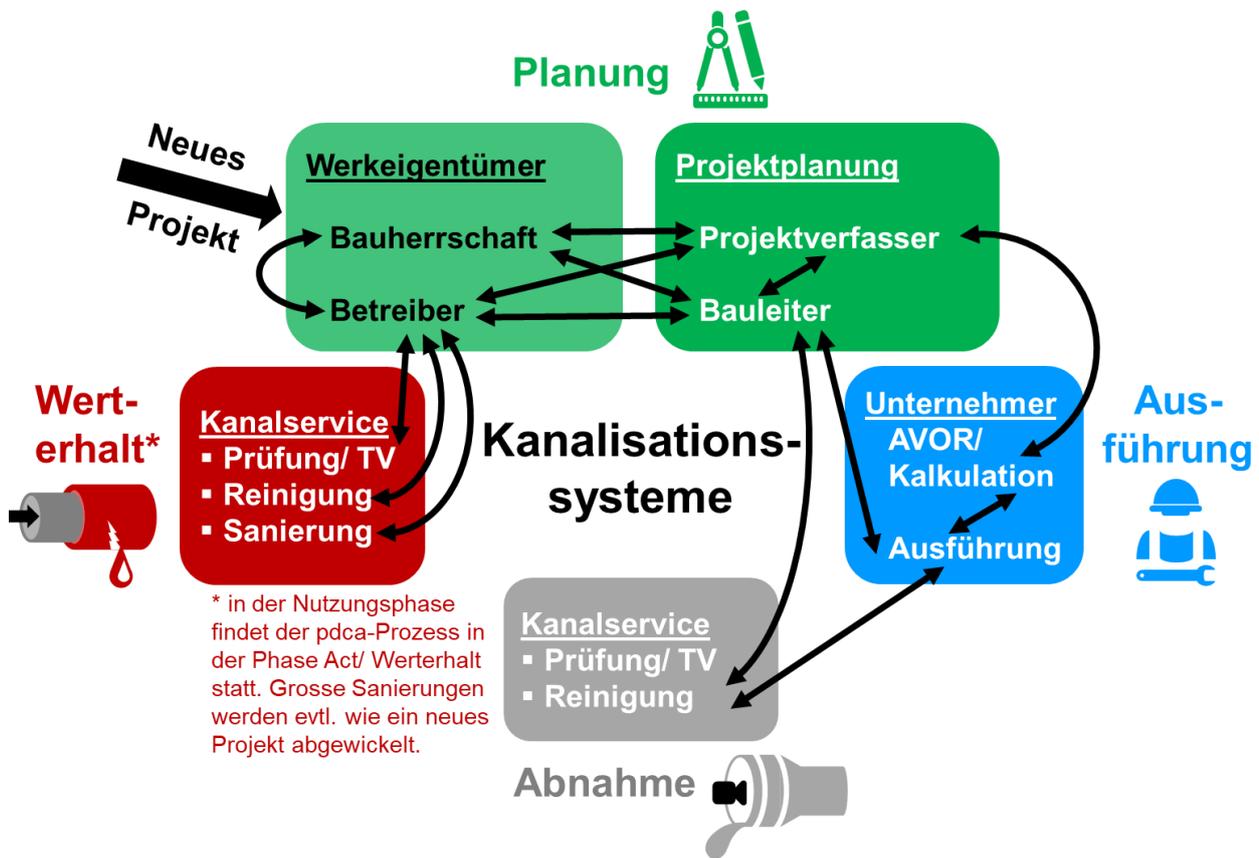
Die gebräuchlichsten Herstellverfahren für
Kunststoff-Komponenten in der Kanalisation finden
Sie in → Anlage 1.4b Merkblatt – Herstellverfahren



2 Projektierung

Die SIA 190 (Ausgabe 2017) ist die Basis der nachstehenden Ausführungen. Gegenüber früheren Ausgaben verlangt die Ausgabe 2017 einiges mehr an Dokumentation. Aus diesem Grund finden Sie nicht nur die nachfolgenden – sich auf die SIA 190:2017 beziehenden – Erläuterungen, sondern auch eine Reihe von Textbausteinen, die Ihnen bei der Projektbeschreibung/ Projektdarstellung dienlich sein können.

Die SIA 190:2017 befasst sich ausschliesslich mit der Planung und dem Bau von Kanalisationssystemen. Viele Werkeigentümer orientieren sich an Qualitätsmanagement-Systemen wie ISO 9000 bzw. Umweltschutzmanagement-Systemen wie z.B. ISO 14000. Daher ist es hilfreich, wenn die Planung/Projektierung sich diesem grösseren Rahmen unterstellt. Die Einordnung in den ganzen Lebenszyklus einer Kanalisation kann mit dem PDCA-Zyklus von William Edwards Deming dargestellt werden.



Die Projektierung spielt sich im grünen Teil ab, muss sich aber auf die anderen Flächen beziehen.

Kommentiert werden nur jene Forderungen der SIA 190, welche sich auf Kunststoffrohrsysteme beziehen. Zitate aus der SIA 190 sind grau hinterlegt und mit der Kapitelnummer versehen.

Beachten Sie bitte den „Generellen Entwässerungsplan“ (GEP) und unser Dossier zur Regenwasserbewirtschaftung.



Details zu den Anforderungen, der planerischen Umsetzung und der Ausführung von Regenwassermanagement-Systemen finden Sie in
→ [Anlage 2.0 Dossier – Regenwassermanagement](#)



2.1 Projektierungsgrundlagen

*[SIA 2.2.3] Zu Beginn der Projektierungsarbeiten sind die spezifischen Erfordernisse und örtlichen Verhältnisse des Bauvorhabens abzuklären. Zu beachten sind unter anderem:
– Betrieb und Unterhalt;*

Kunststoffrohre sind im Betrieb den meisten alternativen Rohrsystemen deutlich überlegen. Massgebend sind die Langlebigkeit und die Fehlerhäufigkeit im Betrieb. Entsprechende Analysen – deren Resultate auch für die Schweiz gelten – wurden vor allem in Deutschland durchgeführt.

2.2 Baulicher Grundwasserschutz

[SIA 2.3.4] Sofern sich die Durchquerung einer Schutzzone S2 nicht vermeiden lässt, sind Massnahmen vorzukehren, welche allfällige Leckverluste erkennen lassen und zurückhalten (z.B. Doppelrohranlagen).

Rohrleitungen zur Haus- und Grundstücksentwässerung in Trinkwasserschutzonen benötigen zusätzliche Massnahmen zur Sicherung der Grundwasservorkommen.

Die «Wegleitung Grundwasserschutz⁵» des BAFU gibt vor, dass in der Zone S2, wenn die Leitungsführung nicht anders gewählt werden kann, die Leitungen öffentlicher Kanalisations- und Grundstücksanschlussleitungen als Doppelrohrsysteme (Rohre und Schächte) zu erstellen sind.

Doppelwandige Kunststoffrohrsysteme und Schächte sind in zuverlässiger Bauweise und mit vergleichsweise wenig Aufwand vor Ort erstellbar. Meist wird das (innere) Mediumrohr mit verschweissten Verbindungen ausgeführt, während das (äussere) Mantelrohr gesteckt wird; auch Schweissen (Elektroschweissmuffen) ist möglich.

⁵ Wegleitung Grundwasserschutz / BAFU: www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/wegleitung-grundwasserschutz.html

2.3 Anforderungen an das Material

[SIA 2.5.1] Die Wahl der Werkstoffe ist nach den Vorgaben von SN EN 752 zu treffen. Bei der Materialwahl der Rohre und Schächte sind zu beachten:

- die mechanische und chemische Widerstandsfähigkeit gegenüber den abzuleitenden Medien, dem Baugrund und dem Grundwasser
- Anschlussmöglichkeiten für bestehende/künftige Liegenschafts- und Oberflächenentwässerungen
- die Systemverträglichkeit (Rohrverbindungen, Seitenanschlüsse, Schachtanschlüsse)
- die Belastungen von innen und aussen (auch auf die Rohrdichtungen)
- die Dichtheitsanforderungen
- die Lagestabilität
- das thermische Verhalten
- die Wirtschaftlichkeit bezüglich Bau und Unterhalt
- die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen

[SIA 2.5.2] Der Projektverfasser ermittelt das zweckmässigste Rohr mit zugehörigem Bettingsprofil.

[SIA 2.5.3] Bauherr und Betreiber treffen aufgrund der Entscheidungsunterlagen die Wahl des Rohrmaterials.



Textbausteine für die Begründung der Materialwahl finden Sie in

→ [Anlage 2.3a Datenblatt – Textbausteine Planer](#)



Eine Matrix mit Kriterien zur Gewichtung und Bewertung finden Sie in

→ [Anlage 2.3b Datenblatt – Entscheidungsmatrix zur Materialauswahl](#)



2.3.1 Überblick

Im Vordergrund stehen Qplus-registrierte Rohrsysteme aus PE, PP oder PVC-U.

Das Angebot an Kunststoffrohrsystemen ist gross. Qplus registrierte Produkte bieten hierzu eine Empfehlung mit einwandfreier und periodisch überwachter Qualität, welche auf die Anforderungen im Schweizer Markt ausgerichtet sind.

Die Kosten von Kunststoff-Kanalisationsrohren bewegen sich meist im tiefen einstelligen Prozentbereich eines Kanalisationsprojektes. Sie sind aber in der wichtigsten Position, wenn es um Funktion, Dichtheit und Langlebigkeit geht.

Qplus stellt – zusätzlich zu den Euro-Normen – weitere Anforderungen an die Rohrsysteme, welche sich in der praktischen Anwendung in der Schweiz bewährt haben. Die konkreten Anforderungen an die Rohrsysteme sind im Internet unter www.qplus.ch zu finden. Kern dieser Anforderungen an ein Produktsystem sind meistens Euro-Normen; aber es

werden auch Anforderungen an den Vertreiber (Haftpflichtversicherung, Beratung der Anwender, Lieferfähigkeit, etc) gestellt. Bis Redaktionsschluss dieser Richtlinie registriert Qplus Rohrsysteme nach den folgenden Euronormen:

- EN 12666 PE erdverlegt (inkl. Drainagerohre)
- EN 1519 PE in Gebäuden (inkl. mineralstoffgefüllte)
- EN 13476 PE und PP profiliert und strukturiert
- EN 1852 PP erdverlegt
- EN 1451 PP in Gebäuden
- EN 14758 PP mineralstoffgefüllt (inkl. Drainage)
- EN 1401* PVC-U erdverlegt & Drainage (*in Vorbereitung*)
- EN 1329* PVC-U in Gebäuden
- EN 13476* PVC-U profiliert/strukturiert & Drain
- EN 1565* SAN+PVC

* Qplus Registrierung nach diesen Normen in Vorbereitung.

Bei grossen Durchmessern $\geq 1000\text{mm}$ werden auch glasfaserverstärkte Kunststoffrohre (GFK) eingesetzt. Zurzeit sind bei Qplus GFK-Rohre bis $\text{Ø}3000\text{mm}$ registriert.

Diese Richtlinie fokussiert sich auf Rohrsysteme ausserhalb von Gebäuden:

- EN 1852 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Polypropylen (PP)
- EN 12666 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen - Polyethylen (PE)
- EN 13476 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Rohrleitungssysteme mit profilierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE)
- EN 14758 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD)

2.3.2 Werkstoff-Eigenschaften

Eigenschaften PE, PP und PVC-U

- sehr gutes hydraulisches Verhalten durch glatte Rohrinneflächen
- hohe Abriebfestigkeit
- hohe Zähigkeit
- keine Korrosion – ausserordentliche Beständigkeit
- sehr gute Spannungsrissbeständigkeit
- niedriges Spannungspotenzial durch eine geringe Restspannung
- ausgezeichnete Stabilität und Flexibilität
- hervorragende Licht- und Witterungsbeständigkeit
- sehr gute Resistenz gegenüber vielen Säuren, Laugen und Lösungsmitteln
- hervorragende Verschweissbarkeit (bei PE und PP)



Eine Übersicht der Kennwerte wesentlicher Eigenschaften der verschiedenen Werkstoffe finden Sie in
→ [Anlage 2.3.2 Datenblatt – Werkstoffkennwerte](#)



2.4 Materialwahl

Die Materialwahl ist durch die Anforderungen aus SIA 190 (Ziff 2.5.1) bestimmt. Folgende Aspekte sind zu beurteilen:

2.4.1 Mechanische und chemische Widerstandsfähigkeit gegenüber den abzuleitenden Medien, dem Baugrund und dem Grundwasser

Mechanische Widerstandsfähigkeit

Wie sich aus den obigen Werkstoffeigenschaften ergibt, sind PE, PP und PVC-U mechanisch hierfür bestens geeignet.

PE weist einen kleinen Vorteil bei kantigem, hartem Kies im Medium auf.

PP und PVC-U hingegen sind resistenter gegen sehr aggressive Chemikalien. Deshalb werden auch Rohrleitungen im Chemieanlagenbau oft in den Werkstoffen PP oder PVC-U ausgeführt).

Da alle drei Rohrsysteme biegeweich sind, können sie Spannungsspitzen von äusseren Belastungen (z.B. Verkehrslasten, Setzungen) durch elastische Verformung ableiten.

Chemische Widerstandsfähigkeit

Kunststoffe weisen gegenüber Chemikalien und anderen Medien eine ausgezeichnete Beständigkeit auf. Kunststoffrohrleitungen widerstehen auch allen chemischen Einflüssen in natürlich vorkommenden Böden. Die vollständige Liste der Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien und anderen Medien sind unter diversen Quellen⁶ zu finden.



Angaben zur Orientierung über die chemische Beständigkeit des Werkstoffs erhalten Sie unter
→ [Anlage 2.4.1 Datenblatt – Chemische Beständigkeit von PE-, PP- und PVC-U-Rohren](#)



⁶ Eine Liste zur chemischen Beständigkeit von Kunststoffen liefert ISO/ TR 10358. Alternativ finden Sie auf entweder auf www.gfps.com (unter Onlinetools ChemRes Plus) oder auf www.simona.de (unter Service SIMCHEM) jeweils eine Online-Datenbank, auf der Sie detailliert Ihre Problemstellung abfragen können.

2.4.2 Anschlussmöglichkeiten für bestehende/künftige Liegenschafts- und Oberflächenentwässerungen

Kanalrohrsysteme aus PE und PP, sowie kompakte Vollwandrohrsysteme aus PVC-U sind sehr gut ausgereift und umfassend, weshalb alle denkbaren Anschlussmöglichkeiten mit geringem Aufwand realisierbar sind. Zudem besteht die Möglichkeit, bei aussergewöhnlichen Problemstellungen vorkonfektionierte Rohrleitungsteile zu verwenden. Besonders vorteilhaft kann dabei das geringe Gewicht der Teile sein, die auch im Graben meist von Hand bewegt werden können.

2.4.3 Systemverträglichkeit

Die Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und erweiterte Entwässerungskomponenten (Rigolen, etc.) aus PE, PP und PVC-U wurden als Komplettsysteme entwickelt und weisen (nicht zuletzt durch die sehr grosse Verbreitung dieser Systeme) eine fast unbegrenzte Vielfalt an Lösungen auf.

2.4.4 Belastungen von innen und aussen (auch auf die Rohrdichtungen)

Die Rohrstatik zeigt die Anforderungen der äusseren Belastungen auf, woraus sich die erforderliche Ringsteifigkeit der Rohre ergibt. Es ist nicht notwendig, dass ein Kanalisationssystem durchwegs aus Rohren der gleichen Ringsteifigkeit aufgebaut sein muss. Die unterschiedlichen Anforderungen aus der Rohrstatik können mit Rohren unterschiedlicher Ringsteifigkeitsklassen aus demselben System erfüllt werden.

Da die Rohrdichtungen in entsprechenden Muffensicken mit vergleichsweise engen Toleranzen liegen, werden die Belastungen (z.B. durch Wurzeldruck) auch in den Verbindungsstellen sicher aufgenommen.

Für Druckabwasserleitungen möchten wir auf unsere „Richtlinie/Leitfaden für erdverlegte PE-Druckrohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung“ (RL02) auf der VKR Webseite im Downloadbereich verweisen.

2.4.5 Dichtheitsanforderungen

Durch die spezielle Formgebung der Sicken in Verbindung mit den Dichtungen ist die Dichtheitsanforderung problemlos zu erfüllen. Entsprechend bestehen die Kunststoffrohrsysteme – korrekte Verlegung vorausgesetzt – die Dichtheitsprüfung während der Abnahme des Bauwerkes in allen Fällen.

2.4.6 Lagestabilität

Die Lagestabilität des Systems ist weitestgehend durch den Baugrund bestimmt. Sollte der Baugrund über längere Zeit leicht instabil sein, so bekommen die hervorragenden Eigenschaften eines biegeweichen Systems grösste Bedeutung. Denn das Rohrsystem kann - innerhalb gewisser Grenzen - Verschiebungen durch Verformung kompensieren, ohne die Funktion zu verlieren.

2.4.7 Thermisches Verhalten

Die Kunststoffe weisen durchwegs viel höhere Wärmedehnungskoeffizienten auf als alle biegesteifen Materialien. Allerdings werden die entsprechenden Dehnungen bzw. Schrumpfungen durch die Elastizität des Materials aufgenommen; Voraussetzung ist allerdings das korrekte Layout in Verbindung mit den thermischen Schwankungen des Rohres.

2.4.8 Wirtschaftlichkeit bezüglich Bau und Unterhalt

Bau

Kunststoffrohre im Kanalbau sind durch ihre einfache Verlegbarkeit und das geringe Gewicht wirtschaftlich nahezu konkurrenzlos gegenüber alternativen Materialien.

Ihr niedriges Gewicht senkt die Transportkosten und vereinfacht das Verlegen entscheidend. **Durch den fachgerechten Einsatz geeigneter, biegeweicher Kunststoffrohre kann unter normalen Baubedingungen auf eine Betonumhüllung verzichtet werden.** Für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen müssen nebst den Rohren auch die benötigten Formstücke miteinbezogen werden. Je nach Anzahl, Material und Durchmesser werden Formstücke für die Baukosten entscheidend. [Video - Installationszeit](#)⁷



Unterhalt

Auch der Unterhalt von Kunststoff-Kanalsystemen ist sehr kosteneffizient. Kunststoffrohre sind an den Grenzflächen zum Medium extrem glatt, sodass Absetzungen nur reduziert haften bzw. mit wenig Aufwand entfernt werden können.

Bei einer Studie wurden 1800km Abwasserkanal unterschiedlicher Rohrwerkstoffe in Schweden, Deutschland und den Niederlanden mittels Kamerainspektion untersucht. Dabei wiesen die Kunststoff-Rohrsysteme 85% weniger Schäden auf als biegesteife Kanalrohrsysteme. Demzufolge entstehen bei Kunststoffrohrsystemen auch nur 1/6 der Betriebskosten sowie Kosten für werterhaltende Massnahmen als bei biegesteifen Kanalrohrsystemen.

Siehe Kapitel/ Anlage 1.2.2.4 Schadenstudie Teppfa - Zuverlässigkeit von Kunststoff-Kanalrohren oder englischen [Teppfa-Video](#)⁸

2.4.9 Nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen und Ökologie

Kunststoffrohre sind ökologisch hervorragend und überzeugen durch geringen Ressourcenverschleiss, tiefe Ökobilanz und geringes Gewicht.

Zudem ist das Material am Ende der Lebensdauer relativ einfach rezyklierbar, was einen wesentlichen Teil der günstigen Ökobilanz darstellt.

⁷ Teppfa hat in einem realen Praxistest die Gesamtinstallationszeit für eine 90m lange Rohrleitung mit 2 Schächten zwischen einem biegesteifen Rohrsystem und einem biegeweichen Kunststoff-Rohrsystem verglichen. Dabei konnte das Kunststoff-Rohrsystem 30% schneller verlegt werden.

Teppfa Youtube Video - Sewer Installation Time - Plastics versus Concrete

⁸ Teppfa Youtube Video - Sustainability of plastic sewer pipes

Kunststoff-Kanalsysteme weisen einen geschlossenen, technischen Wertstoffkreislauf auf. Kunststoffrohre sind frei von gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffen und sind chemisch inaktiv.

Das geringe Gewicht der Kunststoff-Kanalsysteme belastet beim Transport die Umwelt deutlich weniger als alternative, schwere Materialien.

Die kürzere Verlegezeit reduziert ferner auch die Lärmemission.



Die wesentlichen Elemente zur Nachhaltigkeit und des durchgängigen Wertstoffkreislaufs von Kunststoff-Kanalsystemen erhalten Sie in

→ [Anlage 2.4.9 Merkblatt – Ökologie von Kunststoff-Kanalsystemen](#)



2.5 Weitere Aspekte

2.5.1 Lebensdauer

Kunststoff-Rohrleitungssysteme haben sich während mehr als 50 Jahren im täglichen Einsatz bewährt.

Aufgrund bisheriger Erfahrungen und wissenschaftlicher Berechnungen sind mindestens 100 Jahre Nutzungsdauer gesichert. Bei Nachprüfungen an Leitungen, die während Jahren im Einsatz gestanden haben und an Prüflingen, die über 50 Jahre wissenschaftlich getestet wurden, lässt sich nachweisen, dass die Eigenschaften (bezogen auf die Nutzungsart und -dauer) unverändert blieben und sich wie vorausberechnet verhalten. Kunststoff ist ein planbarer, langlebiger Werkstoff.

2.5.2 Life Cycle Cost (Lebenszykluskosten)

Neben den Kosten bei der Installation und während des Betriebs spielen bei einer Kostenbetrachtung über den Lebenszyklus vor allem die beiden Faktoren "Lebensdauer" und "Schadenshäufigkeit" eine wesentliche Rolle.

Wie oben (2.5.1) erwähnt, kann bei Kunststoffrohrleitungen von einer Mindestlebensdauer von 100 Jahren ausgegangen werden.

Die Schadenshäufigkeit ist bei biegeweichen Kunststoffkanal-Systemen deutlich geringer als bei biegesteifen Systemen (siehe Kapitel/ Anlage 1.2.2.5).

2.5.3 Umweltbezogenes Schädigungspotential

Das Bauproduktgesetz verlangt, dass die Aspekte der Ökologie stärker gewichtet werden als früher: Das umweltbezogene Schädigungspotential biegeweicher Abwasserkanäle liegt bei nur 15 % im Vergleich zu biegesteifen Rohrsystemen⁹.

⁹ KRV Bericht: www.krv.de/faq-entsorgung/1024-22-sicherheit-der-rohrverbindungen.html

Das Risiko einer Umweltschädigung aufgrund von Exfiltration und Infiltration des Abwassers wird durch Kunststoffrohrsysteme im Vergleich zu biegesteifen Rohrsystemen deutlich reduziert.

KRV Endbericht Kurzfassung

2.5.4 Korrosionsbeständigkeit

Korrosion ist die Werkstoffzerstörung durch chemische oder elektromagnetische Oxydation. Kunststoffe gehen gegenüber den üblichen Medien von Kanalisationen keine chemischen Reaktionen ein und können natürlicherweise nicht oxydieren. Die Unempfindlichkeit gegenüber Korrosion gehört zu den herausragenden Eigenschaften von Kunststoffen. Bei Metallrohren ist Korrosion eine der häufigsten Schadensursachen; eine ähnliche Erscheinung kann bei Betonrohren von innen durch die Entwicklung biogener Schwefelsäure und von aussen bei sehr korrosiven (sauren) Böden auftreten.

2.5.5 Hydraulische Eigenschaft

Dank ihrer geringeren Oberflächenrauheit ist bei Abwasserkanälen und –leitungen aus Kunststoff die durch Ablagerungen entstehende betriebliche Wandrauigkeit¹⁰ deutlich geringer als bei Rohrleitungswerkstoffen mit poröser Innenwandung. Hierdurch weisen Kunststoffkanalsysteme eine höhere Abflussleistung auf.

2.5.6 Ablagerungen

Ablagerungen in Rohren entstehen durch mitgeführte Schwebestoffe und sind stark abhängig von der Fliessgeschwindigkeit. Dank der glatten Oberflächen haften Sedimente schlecht auf dem Kunststoff. Dadurch sind bei mechanischen Reinigungen keine grossen Kraft- und Druckeinwirkungen notwendig. Generell sollte eine Spülung mit einem Druck von maximal 100 bar (nach der Düse) erfolgen. Idealerweise wird mit grösserer Wassermenge statt mit grösserem Druck gearbeitet. Bei korrektem Spülvorgang ist keine mechanische Beeinflussung an Kunststoffrohren erkennbar.

2.5.7 Abrieb

Abrieb entsteht durch Reibung von Sand und Kies in der Sohle. Eine positive Eigenschaft von Kunststoff ist, dass gegenüber mechanischen Beanspruchungen - wie von Feststoffen im Medium oder beim Spülen - kein harter Widerstand entgegengesetzt wird. Das elastische Verhalten von Kunststoffen wirkt dämpfend auf Feststoffe im Medium und wirkt sich positiv auf das Abriebverhalten aus. Kanalisationsleitungen aus Kunststoff sind auch bei hohen Fliessgeschwindigkeiten praktisch abriebfest.

2.5.8 Witterungsbeständigkeit

Kunststoffrohre sind gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich. Eventuelle Verfärbungen sind auf einen photomechanischen Effekt unter Sonnenbestrahlung zurückzuführen.

¹⁰ Tables for the hydraulic design of pipes, sewers and channels - HR Wallingford and D.I.H. Barr

Rohre, die über 2 Jahre der Sonne ausgesetzt sind, bleichen ohne qualitative Beeinträchtigung möglicherweise allmählich aus. Eine geschützte Lagerung gegen direkte Sonneneinstrahlung und gegen Verschmutzung ist zu bevorzugen.

Schwarze Rohre aus PE sind optimal für Aussenanwendungen, denn sie sind mit carbon black UV-stabilisiert und nicht empfindlich gegen Witterungseinflüsse.

2.5.9 Temperaturbeständigkeit

Generell sollte die Dauereinsatztemperatur des Mediums 40° C nicht überschreiten.

Kurzzeitig können höhere Temperaturen toleriert werden:

- PP-QD-Rohre mit speziellen Gummidichtungen 130° C, sonst 95° C
- PP-HM-Rohre: mit speziellen Gummidichtungen 110° C, sonst 95° C
- Rohre aus PE: 90° C
- PVC-Rohre: 60°C

Im Zweifelsfall kontaktieren Sie Ihre Kunststoffrohr-Hersteller.

2.5.10 Brandverhalten

Die Werkstoffe PP und PE gelten als mittelbrennbar und schwach qualmend.

Brandkennziffer gemäss SI/VKF: 4.3.

PE und PP sondern keine toxischen Gase beim Brennen ab. Die Wirkung ist vergleichbar mit Holz oder Wachs.

- Bei Abbrand entstehen CO, CO₂, Wasserdampf und Kohlenwasserstoffe. Ähnlich wie bei Kerzenwachs, Rauch nicht einatmen. 
- Können bei Abbrand starke Verbrennungen auf der Haut verursachen, weil sie tropfend abbrennen! 
- Können mit jedem handelsüblichen Feuerlöscher gelöscht werden.

PVC-U ist schwer entflammbar, selbstverlöschend und mittel qualmend.

Brandkennziffer gemäss SI/ VKF: 5.2.

Im Brandfall werden korrosive Gase freigesetzt. Detaillierte Informationen zur Brandsicherheit von PVC-U¹¹

- Bei der Verbrennung von PVC-U entsteht Chlorwasserstoff, der in Verbindung mit Wasser korrosive Salzsäure bildet.
- Eine Gefahr für Menschen stellt das HCl (Salzsäure) kaum dar, da es durch seinen stechenden Geruch eine frühzeitige Flucht vor toxischen Brandgasen (z.B. geruchsfreies Kohlenmonoxid) ermöglicht. 
- Nach einem Brand ist eine schnelle Reinigung korrosionsanfälliger Bereiche nötig.
- Kann mit jedem handelsüblichen Feuerlöscher gelöscht werden.

Aufgrund des Brandverhaltens sind kompakte Vollwandrohre aus PVC-U für Tunnelbau ungeeignet.

¹¹ www.pvch.ch → PVC Fakten → Brandsicherheit

2.6 Berechnung und Bemessung

SIA 190 legt die dafür zu verwendenden Methoden fest, sodass dem seitens VKR nichts beizufügen ist. Dies bezieht sich sowohl auf die hydraulischen Aspekte, wie auch auf die statische Bemessung.

Der in der SIA 190 geforderte, rechnerische Nachweis der Standsicherheit kann beispielsweise mit der Software IngSoft EasyPipe erbracht werden.

2.7 Planungsgrundlagen zur Erdverlegung

2.7.1 Normalprofile

[SIA 5.3.2.3] Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte bei normalen, standfesten Böden $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ betragen. Bei Fels, steinigem oder dicht gelagertem Untergrund oder Böden mit fester Konsistenz (z.B. Ton, Geschiebemergel, Moränekies) sollte die Dicke der unteren Bettungsschicht $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$, jedoch mindestens 150 mm betragen.

[SIA 5.3.2.5] Die Dicke der Abdeckung (c) ist von den eingesetzten Verdichtungsgeräten abhängig. Sie beträgt in der Regel $c = 300 \text{ mm}$, jedoch mindestens 150 mm über dem Rohrscheitel bzw. 100 mm über der Rohrverbindung.

Diese Forderungen sind deckungsgleich mit EN1610, auf welche sich die SIA 190 hauptsächlich stützt.

Normalprofil Typ U1 / V1

Baustoffe für die Leitungszone

- ungebundene Baustoffe ① nach SN EN 1610

Normalprofil Typ U2 / V2

Baustoffe für die Leitungszone

- ungebundene Baustoffe ① nach SN EN 1610
- unbewehrter Beton ③ C16/20

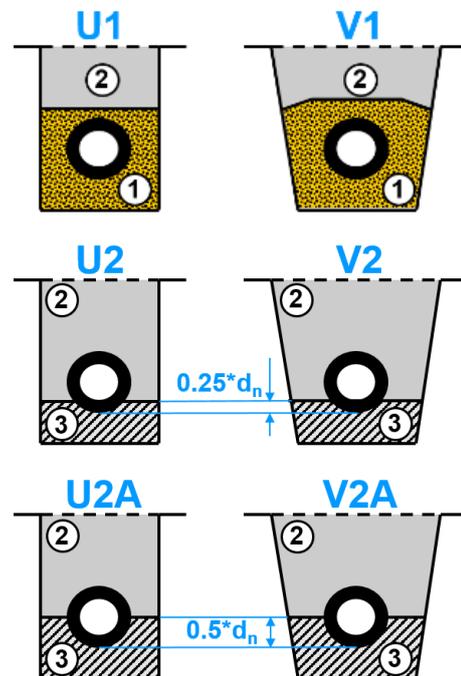
Dieses Profil wird oft in Verbindung mit Drainageleitungen verwendet.

Normalprofil Typ U2A / V2A

Baustoffe für die Leitungszone

- ungebundene Baustoffe ① nach SN EN 1610
- unbewehrter Beton ③ C16/20

Dieses Profil wird oft in Verbindung mit Drainageleitungen verwendet.

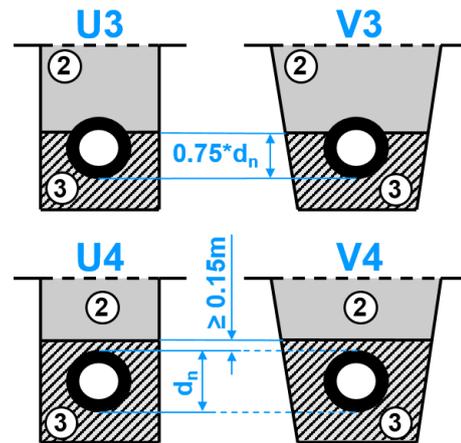


Normalprofil Typ U3 / V3

Baustoffe für die Leitungszone

- ungebundene Baustoffe ① nach SN EN 1610
- unbewehrter Beton ③ C16/20

Dieses Profil wird oft in Verbindung mit Drainageleitungen verwendet.



Wenn die Rohrstatik die Bettung nach U1/V1 zulässt, zeigt die langjährige Praxis, dass alle Normalprofile für biegeweiche Rohre verwendet werden dürfen. Die Teilumhüllung des Rohres ③ aus gebundenem Material muss der statischen Berechnung entsprechen. Es ist wichtig, dass in den Fällen U2/V2, U2A/V2A und in geringerem Masse im Fall U3/V3, die seitliche Verdichtung handwerklich korrekt ausgeführt wird; andernfalls wird die Ovalisierung des Rohres durch Setzungen den angestrebten Grenzwert von 5% überschreiten (was im Übrigen noch lange nicht zum Versagen des Rohres führt); in vielen Ländern der EU (z.B. D, NL, B, usw.) beträgt dieser Grenzwert bis zu 10%.

Nähere Angaben zur Verfüllung in der Leitungszone ① und ③ sowie zur Hauptverfüllung ② sind in Kapitel 4.3.7ff angegeben.

2.7.2 Weitere Planungsaspekte zur Ausführung

2.7.2.1 Geschweisste Kunststoff-Rohrsysteme

Es wird empfohlen, geschweisste Kanalrohrverbindungen nur von ausgebildetem Fachpersonal ausführen zu lassen. Der VKR (Verband Kunststoffrohre und -rohrleitungsteile) bietet entsprechende Verarbeitungskurse an. www.vkr.ch.

2.7.2.2 Normpositionen-Katalog/ CRB

Die Entscheidungsschemas für Kanalisationen und Entwässerungen sind im NPK [237D/20](#)¹² für Kunststoffrohrsysteme gegliedert.

¹² Siehe neue Einteilung www.crb.ch

2.8 Planungsgrundlagen freiverlegter Leitungen

Die Planung von frei verlegten Leitungen unterscheidet sich deutlich vom erdverlegten Rohrleitungsbau und bedarf einer speziellen Planung und sorgfältiger Ausführung.



Eine Übersicht der wichtigsten Planungsgrundlagen freiverlegter Leitungen finden Sie in
→ [Anlage 2.8 Planungsgrundlagen – freiverlegte Leitungen](#)

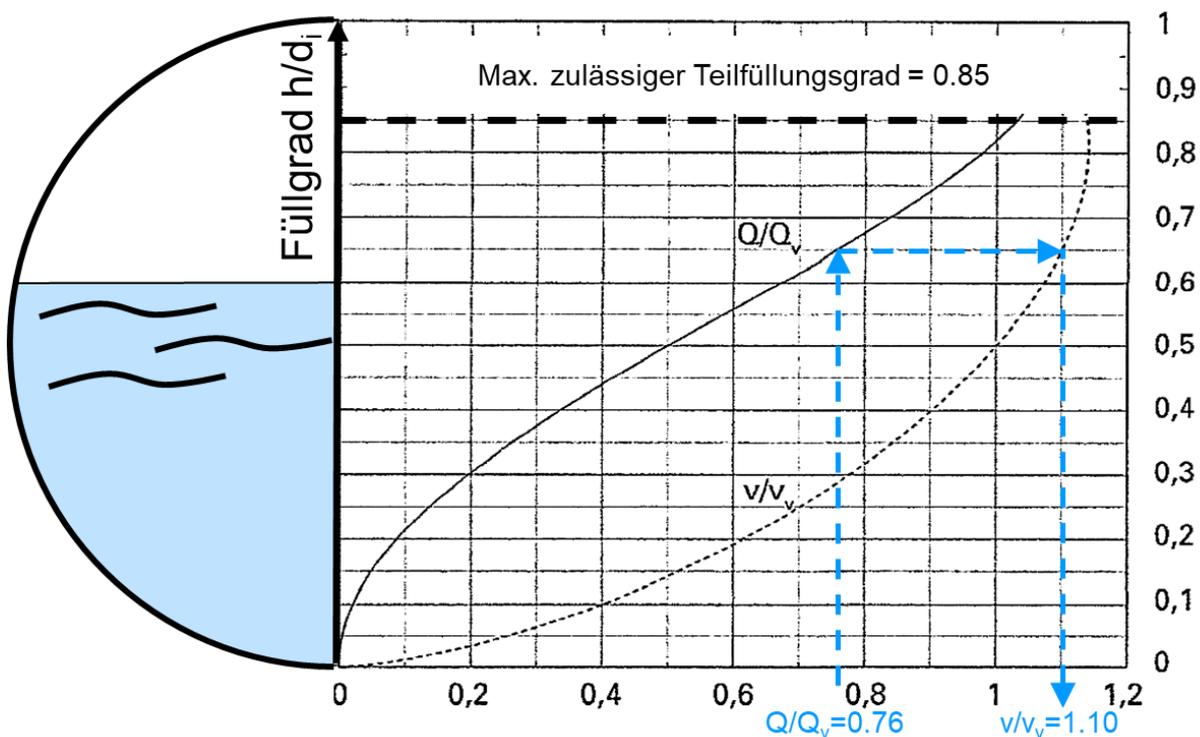


3 Bemessung

SIA 190 legt die dafür zu verwendenden Methoden fest, sodass dem seitens VKR nichts Grundlegendes beizufügen ist. Dies bezieht sich sowohl auf die hydraulischen Aspekte, wie auch auf die Statik-Berechnungen.

3.1 Hydraulische Bemessung nach SIA 190

Der hydraulischen Dimensionierung von Abwasserkanalrohren aus polymeren Werkstoffen liegt die physikalisch und experimentell begründete Formel von Prandtl-Colebrook zugrunde. Die Berechnung kann z.B. nach der Richtlinie SIA 190 erfolgen.



Q = Abflusskapazität bei Teilfüllung

$h/h_v = h/d_i$ = Füllgrad (Teilfüllungsverhältnis)

Q_v = Abflusskapazität bei Vollfüllung

v = Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung

Kreisprofile: max. Füllgrad ≤ 0.85

v_v = Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung

Entsprechend der Art und der Ausführung der Kanäle unterscheidet die Richtlinie zwischen normalen Abwasserkanälen mit seitlichen Zuflüssen und Einsteigeschächten und geraden Abwasserkanälen ohne seitliche Zuflüsse und Einsteigeschächte.

Die SIA 190 verwendet einheitlich für alle Rohrleitungswerkstoffe den Wert $k_b = 1,00$ mm. Die materialbedingte Wandrauheit von Rohren aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U) ist sehr klein. Sie liegt bei ca. 0,001 mm.

Die Rauheit nimmt im Betrieb durch Ablagerungen und durch zusätzliche Reibung aufgrund von Abzweigern oder Richtungsänderungen in der Leitungsführung zu. Durch längere Rohrstücke wird die Anzahl der Stöße bei Kunststoffrohren deutlich reduziert. Daher

werden gegenüber den von der SIA 190 gewählten Werten für Kunststoffrohre geringere k_b Werte empfohlen.

Für die resultierende, betriebliche Wandrauigkeit bei Abwasserkanalrohren aus Kunststoff (PE, PP und PVC-U) mit Ablagerungen wird erfahrungsgemäss¹³ ein $k_b = 0.5$ mm empfohlen.

Bemessungsbeispiel

<p>Gegeben: Erwünschte Abflusskapazität bei Teilfüllung = $Q = 150$ l/s Sohlengefälle = $J_s = 15$ ‰ Rohr PP-HM SN 4</p>	<p>Gesucht: Rohrdurchmesser = DN Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung = v</p>
--	---

Lösung:
 Hydraulische Kennwerte aus Anlage 3.2.3.1b_Datenblatt - Abmessungen und Hydraulik PP-Rohre: Bei PP-HM mit $k_b = 0.5$ mm und $J_s = 15$ ‰.

Hydraulische Kennwerte bei Vollfüllung betriebl. Rauigkeit: $k_b = 0.5$ mm

Gefälle			10 ‰	15 ‰	20 ‰	25 ‰	30 ‰			
d_n	d_i [mm]	A_i [m ²]	v [m/s]	Q [l/s]						
110	103.2	0.008	0.80	6.7	0.99	8.2	1.14	9.5	1.28	10.7
125	117.2	0.011	0.87	9.4	1.07	11.6	1.24	13.4	1.39	15.0
160	150.2	0.018	1.03	18.2	1.26	22.3	1.46	25.9	1.63	29.0
200	187.6	0.028	1.19	33	1.46	40	1.69	47	1.89	52
250	234.6	0.043	1.37	59	1.68	73	1.95	84	2.18	94
315	295.6	0.069	1.59	109	1.95	134	2.26	155	2.52	173
355	333.2	0.087	1.72	150	2.10	184	2.43	212	2.72	237
400	375.4	0.111	1.85	205	2.27	251	2.62	290	2.94	325
450	422.4	0.140	1.99	279	2.44	343	2.83	396	3.16	443

Ergibt sich für $Q_v > Q > 150$ l/s, dass **$d_n 355$** der kleinstmögliche Durchmesser eines PP SN 4 Rohres ist. Hierfür sind die hydraulischen Kennwerte bei Vollfüllung:

$Q_v = 184$ l/s und $v_v = 2.10$ m/s

Somit $Q/Q_v = (150/ 184)$ l/s = 0.81

Aus dem Teilfüllungsdiagramm von Seite 26: $v/v_v = 1.11$

$v = 1.11 * v_v = (1.11 * 2.10)$ m/s ≈ 2.33 m/s



Abmessungen für Vollwandrohre und hydraulische Kennwerte bei unterschiedlichem Gefälle erhalten Sie.

- Anlage 3.2.3.1a Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik PE-Rohre
- Anlage 3.2.3.1b Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik PP-Rohre
- Anlage 3.2.3.1c Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik PVC-Rohre



¹³ "Tables for the hydraulic design of pipes, sewers and channels" Authors: HR Wallingford and D.I.H. Barr

3.2 Statische Bemessung

3.2.1 Technische Grundlagen

Rohrleitungen und Schächte sind technische Konstruktionen, bei denen das Zusammenwirken von Bauteilen, Einbettung und Verfüllung die Grundlage für Stand- und Betriebssicherheit sind. Die zugelieferten Teile, wie Rohre, Formstücke und Dichtmittel, zusammen mit der vor Ort zu erbringenden Leistung; wie Bettung, Herstellen der Rohrverbindung, Seiten- und Hauptverfüllung; sind wichtige Faktoren, damit die bestimmungsgemässe Funktion des Bauwerks sichergestellt wird.

3.2.2 Allgemeines

Erdverlegte Kunststoffrohre und -formteile verhalten sich elastisch. D.h. sie sind flexibler als das sie umgebende Bodenmaterial. Die Rohre und Formteile entziehen sich durch eine gewollte, geringfügige Deformation der Belastung und aktivieren die Stützkräfte der Umhüllung. Die statische Berechnung berücksichtigt die Belastungen, die Bodenkennwerte sowie Kenngrössen der Rohre. Bei wenig standfesten Böden ist darauf zu achten, dass Bettung und Rohrumhüllung nicht in den anstehenden Boden drücken können, wodurch die Stützkräfte sich deutlich verringern würden. Um dies zu vermeiden, empfehlen wir für diesen Fall eine Ummantelung der Rohrumhüllung mit einem reissfesten Vlies/Geotextil und ggf. die Baugrubensohle zu stabilisieren.

Für die Schweiz gibt es aktuell zwei gängige Bemessungsgrundlagen, die für eine statische Betrachtung angewendet werden können. Die Bemessung nach ATV-DVWK-A 127 „Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -Leitungen“ wird als weit verbreiteter europäischer Standard genutzt und zeigte sich in der Vergangenheit als verlässliches und genaues Instrument. Die Bemessung nach der Richtlinie SIA 190 wird als zusätzliche Bemessung für die Schweiz angewendet.



Die zur statischen Berechnung notwendigen Werkstoffkennwerte (Dichte, Querkontraktionszahl, E-Modul und Biegezugfestigkeit) der verschiedenen Kunststoffrohr-Materialien finden Sie in
→ [Anlage 2.3.2 Datenblatt – Werkstoffkennwerte](#)



3.2.3 Klassifikation von Kunststoffrohren und -Formstücken

Kunststoffrohre und Formteile werden in sogenannte SDR- und Steifigkeitsklassen bzw. Rohrserien eingeteilt. Je nach Einsatz und Belastung des Kunststoffrohrsystems müssen diesen SDR- und Steifigkeitsklassen (Rohrserien) Rechnung getragen werden.

3.2.3.1 SDR-Klassen / Rohrserien

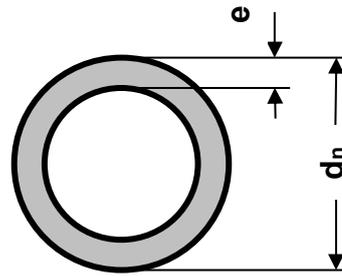
Kunststoffrohre und Formteile mit dem gleichen Verhältnis von Nenn-Aussendurchmesser und Nennwanddicke bilden eine SDR-Klasse bzw. Rohrserie.

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

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

Rohrserie S

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



Zusammenhang zwischen SDR und S

$$SDR = 2 \cdot S + 1$$

$$S = \frac{(SDR - 1)}{2}$$



Die wichtigsten Abmessungen für PE-Vollwandrohre gemäss EN12666 und PP-Vollwandrohre gemäss EN1852 finden Sie in

- Anlage 3.2.3.1a Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik PE-Rohre
- Anlage 3.2.3.1b Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik PP-Rohre
- Anlage 3.2.3.1c Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik kompakte Vollwandrohre aus PVC-U



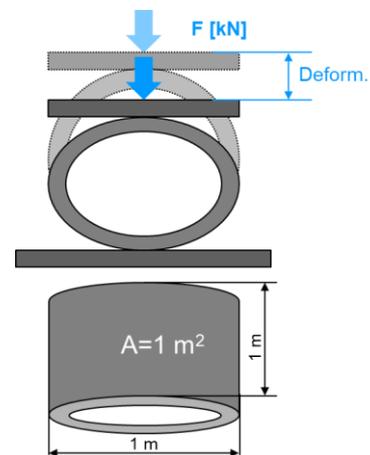
3.2.3.2 Steifigkeitsklassen

Kanalisationsrohre aus Kunststoff werden nicht nach Rohrserien, sondern nach den Steifigkeitsklassen SN 2, SN 4, SN 8 und SN 16 eingeteilt.

Die Nenn-Ringsteifigkeit (SN = Stiffness Number) ist eine numerische Kennzahl der Scheiteltragfähigkeit eines Rohres. Sie wird auf eine Rohr-Projektionsfläche von 1 m² bezogen. Dabei darf die Deformation des Rohres den definierten Wert von 3% nicht übersteigen.

Sie wird in folgende Kategorien eingeteilt:

- SN 2 = 2 kN/m² ≈ 200 kg/m²
- SN 4 = 4 kN/m²
- SN 8 = 8 kN/m²
- SN 16 = 16 kN/m²



3.2.4 Sicherstellung und Lastannahmen

Vor Beginn der Bauausführung muss die Tragfähigkeit einer Rohrleitung in Übereinstimmung mit der EN 752-3 und EN 1295-1 nachgewiesen, entschieden oder vorgegeben sein. Die Ausführung der Arbeit sollte in der Weise kontrolliert werden, dass die Lastannahme, die sich aus den Planunterlagen ergibt, abgesichert oder an die veränderten Bedingungen angepasst sind. Die Lastannahmen werden im Wesentlichen von folgenden Faktoren und deren Änderungen beeinflusst:

- Unterschied zwischen der ausgeführten Grabenbreite
- Unterschied zwischen ausgeführten Grabentiefen und Berechnungsgrabentiefen
- Art des Grabenverbaus und Auswirkungen seiner Entfernung
- Verdichtungsgrad in der Leitungszone
- Verdichtungsgrad der Hauptverfüllung
- Rohrbettung und Grabensohle
- Baustellenverkehr und zeitweise Belastungen
- Bodenarten oder Bodenkennwerte (z.B. Untergrund, Grabenwände, Verfüllung)
- Grabenform (z.B. Stufengraben, Graben mit geböschten Wänden)
- Beschaffenheit von Untergrund und Boden (z.B. durch Frost und Tau, Regen, Schnee, Überflutungen)
- Grundwasserstand
- Weitere Rohrleitungen in demselben Graben
- Abwassertemperatur: Auch durch Überschreitungen der empfohlenen Temperatureinsatzbereiche (Tabelle Einsatzbereiche/Typenübersicht) kann die statische Funktion/Festigkeit des Systems negativ beeinflusst werden. Der bei hohen Abwassertemperaturen (z. T. kurzzeitig 90°C) verminderte E-Modul ist bei der statischen Berechnung zu berücksichtigen.

3.2.5 Überdeckungshöhen

Angaben zu Überdeckungshöhen bei verschiedenen Einbaubedingungen und Rohrtypen finden Sie in den Regelstatiken der Hersteller. In Zweifelsfällen, z.B. bei abweichenden Überdeckungshöhen, empfehlen wir eine statische Berechnung. Gemäss SIA 190 beträgt die minimale Überdeckungshöhe generell 1.0m, jedoch im Bereich von Bahnanlagen minimal 2.0m.

3.2.6 Zulässige Deformation

PE-, PP- und kompakte PVC-U-Rohrleitungssysteme sind biegeeweiche, flexible Konstruktionsbauteile. Eine kontrollierte Verformung im eingebauten Zustand ist erwünscht, da so Rohr und Boden ein Tragsystem bilden.

Langzeitverformung (max.): 6% bei 2.5-facher Sicherheit, bzw. 9% in begründeten Einzelfällen mit nichtlinearem Nachweis gem. ATV-DVWK Arbeitsblatt A 127 (3. Auflage).

In der Schweiz ist für biegeeweiche Rohrsysteme eine Langzeitverformung von **max. 5%** zugelassen.

Bitte beachten Sie, dass nach ATV-DVWK-A 127 „Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -leitungen“ Abs. 9.7.4. der Nachweis für die Sicherheit gegen Versagen bei nicht vorwiegend ruhender Belastung erforderlich ist, wenn Rohre im Gleiskörper oder unter Flugbetriebsflächen verlegt werden. Bei Überdeckung von weniger als 1.5 m kann dieser Nachweis auch unter Strassen erforderlich werden.

Der in der SIA 190 geforderte, rechnerische Nachweis der Standsicherheit kann beispielsweise mit der Software IngSoft EasyPipe erbracht werden.



Statikwerte verschiedener Bodenarten und Boden-
gruppen finden Sie in
→ [Anlage 3.2.6 Datenblatt – Statikwerte von Bo-
denarten und -gruppen](#)



4 Ausführung

4.1 Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit

4.1.1 Gefahren im Umgang mit „thermoplastischen Kunststoffen“

Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) - teilkristalline *Thermoplaste*

- Sind geruchs- und geschmacksfrei sowie physiologisch unbedenklich.
- Sondern bei üblichen Schweisstemperaturen keine schädlichen Dämpfe ab.
- Schmelzen bei 125 - 140°C.
- Achtung Hautverbrennungen: Schweisstellen können bis über 200°C heiss sein.

PE-Reiniger (zum Reinigen der Schweissflächen und Heizelemente) *sind*:

- meist auf Etyhlalkohol- oder Isopropanol-Basis
- bei Hautkontakt stark entfettend
- leicht entzündlich
- irritierend auf Schleimhäuten (Augen, Mund, Nase). 

Polyvinylchlorid (PVC-U) – amorpher Thermoplast

- Beim Kleben von PVC-U Rohrleitungen und im Umgang mit dem Lösungsmittel-Kleber ist auf entsprechenden Arbeitsschutz (geeignete Schutzkleidung, Schutzbrille und Handschuhe) und gute Durchlüftung des Arbeitsbereiches zu achten.
- Sicherheitsdatenblatt des Klebers beachten.
- Klebstoffe und Reiniger sind leicht entflammbar, feuergefährlich oder gar explosiv!

Bitte beachten Sie die Hinweise zur Brandverhalten im Kapitel 2.5.10

4.1.2 Regeln zur Arbeitssicherheit auf der Baustelle

Beachten Sie die anwendbaren Regeln, wie:

4.1.2.1 SUVA

- Persönliche Schutzausrüstung (www.suva.ch, Suchbegriff: PSA),
- Sicherheits-Merkblatt «Erdgasleitungen: So arbeiten Sie sicher» (Nr. 66125)
- Checkliste Gräben und Baugruben» (Nr. 67148)
- Sicheres Einsteigen und Arbeiten in Schächten, Gruben und Kanälen» (Nr. 44062)

4.1.2.2 Sicherheitsplan / Nutzungsplan

Der Planer (Projektant) legt im Sicherheitsplan fest, mit welchen Massnahmen allfälligen Gefahren während der Bauausführung und dem Betrieb des Rohrleitungssystems begegnet wird¹⁴. Zudem legt er im Nutzungsplan fest, welche Massnahmen die Gebrauchstauglichkeit des Rohrleitungssystems während der Bauausführung und im Betrieb gewährleisten. Dies gilt für Drucksysteme ebenso wie für drucklose Systeme.

¹⁴ FprSIA190 Ziffer 2.9.2.1 und 2.9.2.2

4.1.3 Baustelleneinrichtung und Arbeitstechnik

Die Baustelle muss günstige Bedingungen zur Installation von Rohrleitungssystemen zulassen:

- Geeignetes Materiallager (trockene Umgebung und fester, ebener Untergrund) für Rohre, Formteile und Gerätschaft.
- Rohrlager auf ebenem und festem Untergrund und einfacher, sicherer Materialtransport. Ggfs. Plattform erstellen.
- Beachten Sie auch die Hinweise aus Kapitel 4.2.
- Vermeiden Sie Verunreinigung der Schweiß- / Dichtflächen (saubere Arbeitskleidung)
- Vermeiden Sie beim Schweißen und Kleben von Kunststoffrohrleitungen alles, was stark verschmutzt, ölig oder fettig ist bzw. ölige oder fettige Nebel bildet.
- Verwenden Sie geeignete Hilfsmittel (verstellbare Rollenböcke, Hebevorrichtungen usw.).
- Verwenden Sie allenfalls vorgefertigte Rohrmodule zum Einbau im Graben.

4.1.4 Offene Rohrgraben

Nachfolgender Auszug der SUVA Checkliste¹⁵ zum offenen Rohrgraben:

- Sind alle Werkleitungspläne des Arbeitsbereichs vorhanden und die Werkleitungen markiert?
- Sind bei einer Aushubtiefe von mehr als 1.40m die Grabenwände abgebösch, verspiessst oder durch andere bauliche Massnahmen gesichert?
- Ist die minimale Grabenbreite eingehalten?
- Sind für den Grabenzugang ab 1.0m Tiefe Leitern oder gleichwertiges eingesetzt?
- Tragen alle Personen im Graben und im Bereich von Aushubgeräten die PSA?
- Sind die Absturzkanten gesichert?
- Ist die Böschungsneigung der Standfestigkeit des Baugrundes angepasst? (3:1 bei gut verfestigtem, standfestem Material; 2:1 bei mässig verfestigtem Material; 1:1 bei «rolligem» Material)
- Ist ein Standsicherheitsnachweis notwendig und, wenn ja, erbracht?
- Ist die Böschung fachgerecht erstellt? (gerade Linie vom Böschungsfuss zur Grabenkante)?
- Seitlich deponiertes Material: Abstand zur Grabenkante 1m, bei verspiesssten Gräben 0.5m?
- Sind die Zwischenräume zwischen den Sprieselementen höchstens 20 cm?
- Steht die Spriessung mindestens 15 cm über den Grabenrand vor?
- Beträgt der vertikale Abstand zwischen Grabensohle und Spriessung höchstens 80cm?
- Ist die Personensicherheit beim Ein- und Ausbau von Spriessungen gewährleistet?
- Ist die Standfestigkeit des Grabens auch gegen Witterungseinflüsse usw. gesichert?
- Halten sich keine Personen im Gefahrenbereich von Maschinen, Fahrzeugen, Geräten und Lasten auf?
- Werden Abgase von Verbrennungsmotoren aus dem Graben abgeleitet?

¹⁵ SUVA Checkliste Nr. 67148

- Wird das Personal periodisch über die speziellen Gefahren beim Graben- und Grubenbau informiert und wird das Befolgen der gültigen Regelungen von den Vorgesetzten vor Ort kontrolliert? Ggfs. durch Fachausbildung^{16/} Auffrischkurse zu erlangen.

4.2 Transport und Lagerung

4.2.1 Transport

Rohre und Formteile sind durch geeignete Fahrzeuge und Maschinen sicher und schonend zu transportieren, sowie auf- und abzuladen.

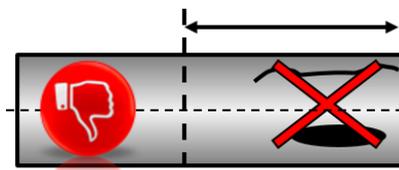
Es ist darauf zu achten, dass während des Transports die Lasten nicht herabfallen oder verrutschen können und an den Rohrleitungskomponenten keinerlei Beschädigungen oder Deformationen entstehen:

- Die Rohre dürfen nicht über die Ladekante gezogen werden. Während der Lagerung und während des Transportes müssen die Rohre möglichst auf der ganzen Länge aufliegen. Gemuffte Rohre müssen versetzt geschichtet werden.
- Die Rohre sind so zu sichern, dass durch den Transport keine Druckstellen oder anderweitigen Beschädigungen entstehen.
- Für das Be- und Entladen von gebündelten Kanalrohren sind geeignete Transportgeräte (z. B. Gabelstapler mit breiten Gabelauflagen) zu verwenden.
- Beim Abladen/Transportieren dürfen die Gabeln nicht in die Rohre eingeführt werden.
- Beim Be- und Entladen loser Rohrbunde sollen Textilgurte (keine Ketten, Drahtseile usw.) verwendet werden.
- Das Schleifen der Rohre und Formstücke über den Boden, über Kanten und raue Unterlagen ist nicht gestattet.
- Riefen und Kratzer an der Rohroberfläche von mehr als 10% der Rohrwanddicke sind nicht zulässig. Rohrenden dürfen, insbesondere im Dichtbereich von Steckmuffenverbindungen, keine Unregelmässigkeiten an der Oberfläche enthalten.

4.2.1.1 Stangenrohre

Unter Baustellenbedingungen ist speziell beim Handling von Rohren folgendes zu beachten: Die Enden der Rohrstränge dürfen nicht direkt auf der Strasse oder im Graben entlang gezogen werden. (Kratzer!)

- 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.
- Bei Standardrohren (ohne Schutzzeigenschaft) sind nur Kratzer < 10% der Wanddicke (jedoch max. 2 mm) bei den Rohren¹⁷ zulässig.
- Im Dichtungs-/Schweiss- und Klebebereich sind jedoch keine Kratzer zulässig!



¹⁶ Z.B. Campus Sursee (www.campus-sursee.ch)

¹⁷ Können aufgrund der Baustellenbedingungen oder aufgrund der Verlegetechnik Kratzer nicht vermieden werden, sind Rohre mit Schutzzeigenshaften zu verwenden (siehe Kapitel 4.4).

4.2.2 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 (Q-Plus Zertifizierung, Werkstoff, Abmessungen, Stückzahl, Typ, d_n , SDR, SN)
- Sind die richtigen Hilfsmittel und Werkzeuge für die Verbindungstechnik vor Ort?
- Sind Kratzer und Riefen bei den Rohren nicht tiefer als 10% der Wanddicke? (Im Schweiss-/ Dicht-/ und Klebebereich sind keine Beschädigungen zulässig)



Eine Checkliste zur Baustellenorganisation erhalten Sie in

→ [Anlage 4.2.2 Checkliste - Baustellenorganisation](#)



4.2.2.1 Rohrlagerung auf der Baustelle

Rohre und Formteile können im Freien gelagert werden.

Sämtliche Rohrleitungsteile sind so zu lagern, dass eine Verschmutzung des Muffenbereichs vermieden wird. Einseitige Wärmeeinwirkungen, z.B. Sonneneinstrahlung, kann aufgrund des thermoplastischen Verhaltens von Kunststoffrohren zu Verformungen führen, die eine fachgerechte Verlegung bei geringem Plangefälle erschweren können.

Aus diesem Grund sollen die Rohre gegen direkte Sonneneinstrahlung z.B. mit hellen Planen abgedeckt werden. Hitzestau ist zu vermeiden. Für gute Durchlüftung ist zu sorgen. Ein Ausbleichen oder ein Verfärben durch Lagerung unter Sonnenbestrahlung hat keine negative Auswirkung auf die Qualität der PE-, PP- oder PVC-U-Rohre. Rohre und Formteile mit eingelegten Dichtungen, sowie PP- und PVC-U-Rohre sollen jedoch nicht über 3 Jahre ab Produktionsdatum (siehe Signierung) im Freien gelagert werden. Sollte dennoch eine längere Freilagerung erfolgen, so sind die Dichtungen vor der Verlegung auf ihren einwandfreien Zustand zu prüfen. Im Bedarfsfall sind die Dichtungen gegen neue auszutauschen.

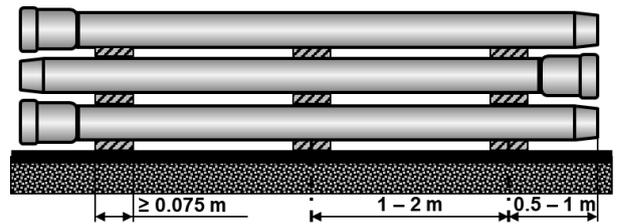
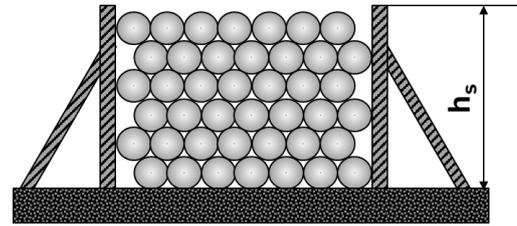
Die Position des Rohrlagers auf der Baustelle sollte möglichst nahe bei der späteren Installationsstelle angelegt werden. Es ist ferner darauf zu achten, dass der Untergrund fest, eben und keine scharfen Kanten oder spitze Steine enthält. Ein einfaches Rangieren und sicheres Anheben/Ablegen der Rohre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

Während Transport und Lagerung dürfen Rohre nicht durch Chemikalien, Öle, Fette oder Kraftstoff verunreinigt oder eingenebelt werden.

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

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

- Folgende maximale Stapelhöhe h_s sollte nicht überschritten werden:
 - Rohre aus PE 1.0m
 - Rohre aus PP 1.5m
 - Rohre aus PVC-U 2.0m
- Aufgrund der Unfallgefahr ist eine lose Freilagerung ohne Holzverschalung nicht zulässig
- Für die Holzverschalungen oder Holz-Zwischenlagen werden die Abmessungen der Abbildung empfohlen, um Druckstellen und sonstige Beschädigungen zu vermeiden.
- Bei Muffenrohren wird durch versetzte Anordnung der Muffen oder mit passenden Zwischenhölzern eine geeignete Lagerung erreicht.
- In Rahmen verpackte Rohre können, sofern die Gewichtsbelastung auf die Rohrrahmen einwirkt und der Untergrund befestigt ist, bis zu einer Höhe von 3 m gestapelt werden (nicht auf Baustellen).
- Lose Dichtringe und Elektro-Schweissfittings sind in Originalverpackung gegen Schmutz, Sonnenbestrahlung und bei einer Umgebungstemperatur von 0° bis +50°C zu lagern und vor andere Einwirkungen zu schützen. Auf spezielle Lagervorschriften/ Lagerorientierung ist zu achten.



4.2.2.2 Lagerung von Dichtungen

Kanalrohre beinhalten meist Steckmuffen mit elastomeren Dichtungselementen. Ungünstige Lagerbedingungen können eine frühzeitige Alterung bei den Dichtungen auslösen, was zu einer reduzierten Lagerdauer oder gar zu Funktionsbeeinträchtigungen der Verbindung führen kann.

Optimale Lagerbedingungen gemäss ISO 2230:

- Lagertemperatur unter 25°C
- Spannungsfreie Lagerung der Dichtung (keine Kompression/Deformation)
- Kein Kontakt mit Lösungsmitteln, Ölen oder Fetten

Sollten längere Freilagerungsdauern (>5 Jahre) oder stark abweichende Lagerbedingungen bei Ihren Kunststoff-Kanalrohren auftreten, setzen Sie sich bitte mit Ihrem Rohrersteller in Verbindung.

4.3 Verlegetechnik im offenen Rohrgraben

4.3.1 Voraussetzungen

4.3.1.1 Personal

Unter Druck betriebene Entwässerungssysteme dürfen ausschliesslich von zertifiziertem Fachpersonal mit

- Qualifikationsnachweis des SVGW (Rohrnetzmonteur, Rohrverleger)
- gültigen Kunststoff-Schweisserausweis des SVS/VKR

erstellt werden.

Wir empfehlen, geschweisste Kanalrohrsysteme nur von zertifizierten Fachleuten mit gültigem Schweisserausweis des SVS/VKR ausführen zu lassen.

Kanalisationsleitungen mit Steckmuffenverbindungen können von eingewiesenem Fachpersonal ausgeführt werden.

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

4.3.1.2 Material

Die eingesetzten Materialien (Rohre, Formteile und Armaturen) sind *vor der Verarbeitung* zu prüfen:

- Stimmen die technischen Daten der Materialien mit den Planungsvorgaben überein (DN, SDR, Serie, SN, E-Module, Material)?
- Ist die Kennzeichnung und Zulassungsnummer (SVGW, Qplus etc.) korrekt?
- Bei Material nach harmonisierten EN (hEN): Liegt das DoP vor und ist das Material CE-markiert? (Kunststoffrohre sind bisher nicht harmonisiert!)
- Ist das Material für die vorgesehene Verbindungstechnik geeignet?
- Sind die Materialoberflächen im Bereich der Verbindungen sauber, korrekt und nicht verformt?
- Sind allfällige Schäden oder Verschmutzungen ausserhalb der Verbindungsstellen im zulässigen Bereich?

4.3.1.3 Sauberkeit

Auch bei Kanalisationsrohrsystemen ist in angemessener Weise für Sauberkeit zu sorgen. Der Rohrnetzmonteur/Ersteller ist für die Sauberkeit bis zur Systemabnahme verantwortlich.

Rohrenden sind bei Arbeitsunterbrechungen mit Schutzkappen oder Muffendeckel zu verschliessen.

4.3.2 Im Graben verlegte Rohre

Die Güte der Verlegung bestimmt in wesentlichem Ausmass die Leistung und Lebensdauer von Rohrleitungssystemen. Rund 90% der Kosten für den Neubau oder die Sanie-

zung einer erdverlegten Rohrleitung entstehen beim Tiefbau bzw. der Verlegung, d.h. massgebend ist die korrekte, fachmännische Arbeit auf der Baustelle. Nur 10% der Kosten fallen für Materialien an.

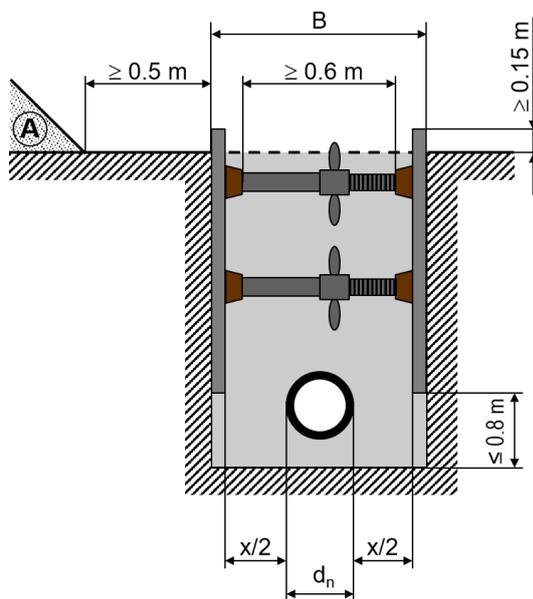
Rohrleitungen (Druckrohrleitungen und Abwasserleitungen) sind immer auf die frostfreie Tiefe zu verlegen. Diese kann in unterschiedlichen Regionen sehr stark variieren. Eine generelle Regel, auf welcher Höhe welche Werke verbaut werden müssen, gibt es daher nicht. Die Tiefen sind von den Gemeinden oder dem Planer zu definieren. Falls die Mindest-Überdeckung von 1m unterschritten werden, so ist ein Tragfähigkeitsnachweis (Rohrstatik nach SIA 190 oder ATV-DVWK-A 127) zu erbringen oder es sind geeignete bauliche Massnahmen zu realisieren.

4.3.2.1 Rohrgrabenbau

Die gesetzlichen Bestimmungen¹⁸, die Richtlinien der SUVA¹⁹, die Vorgaben der EN1610 sowie die SIA 190²⁰ legen die Anforderungen an den Rohrgraben fest.

- unverspriesste Gräben mit senkrechten Wänden und standfestem Boden: Tiefe max. 1.4m
- verspriesste Gräben mit senkrechten Wänden/standfestem Boden: Verspriessung bis max. 0.8m über Sohle
- Gräben mit schlecht standfestem Boden, geböschte Gräben und Stufengräben: vgl. SIA 190²¹
- Der Mindestarbeitsraum $x/2$ entspricht dem seitlichen Abstand zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenspriesung.

Graben mit Verspriessung bei Grabentiefe²² > 1.4 m



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

¹⁸ Bauarbeitenverordnung (BAUAV, SR 823.311.141)

¹⁹ «Checkliste Gräben und Baugruben» (Nr 67148)

²⁰ FprSIA190, Ziffer 5

²¹ FprSIA190, Ziffer 5.1.2

²² Abweichend von SIA 190 ist gemäss SUVA eine Verspriessung ab > 1.5 m notwendig.

Mindestgrabenbreite im Verhältnis zur Grabentiefe

Grabentiefe [m]	Mindestgrabenbreite B [m]
< 1.00	0.60
≥ 1.00 ... ≤ 1.75	0.80
> 1.75 ... ≤ 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 (z.B. Flüssigboden). 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 beträgt der 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.
- Der gesicherte Arbeitsraum zwischen Grabenwand bzw. Grabenverbau und unterirdisch liegenden Bauwerken (z.B. Schachtbauwerk) muss bei einer Grabentiefe $\leq 2.50\text{ m}$ minimal 0.60 m und bei einer Grabentiefe $> 2.50\text{ m}$ minimal 0.70 m betragen.

Grabenbreite ($B = d_n + x$) im Verhältnis zum Rohraussendurchmesser

d_n [mm] ²³	U-Graben	V-Graben Böschung > 60°	V-Graben Böschung ≤ 60°
< 225	$d_n + 0.40$	$d_n + 0.40$	$d_n + 0.40$
≥ 225... ≤ 355	$d_n + 0.50$	$d_n + 0.50$	$d_n + 0.40$
> 355 ... ≤ 710	$d_n + 0.80$	$d_n + 0.80$	$d_n + 0.40$
> 710 ... ≤ 1200	$d_n + 0.90$	$d_n + 0.90$	$d_n + 0.40$
> 1200	$d_n + 1.00$	$d_n + 1.00$	$d_n + 0.40$

- 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.

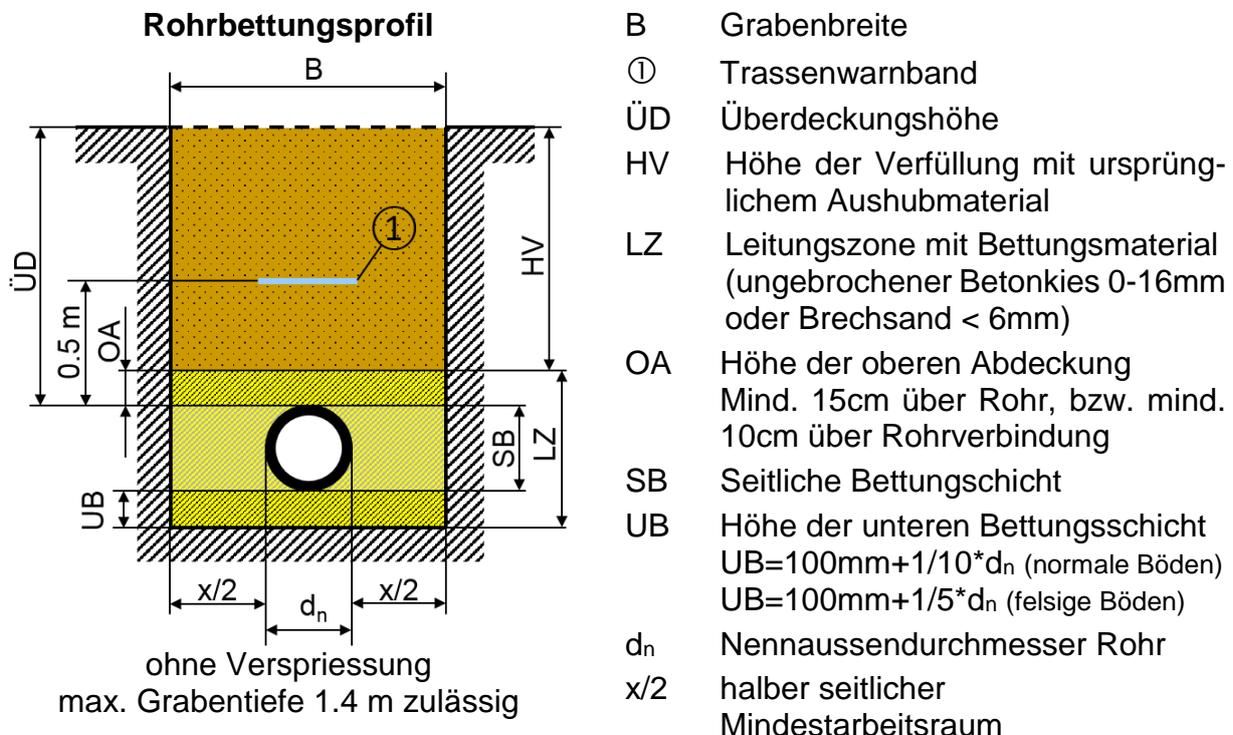
²³ Abweichend zur SIA 190 ist hier statt DN (Innendurchmesser), der für Kunststoff-Rohre massgebende Nenn-Aussendurchmesser (d_n) dargestellt.

- 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.

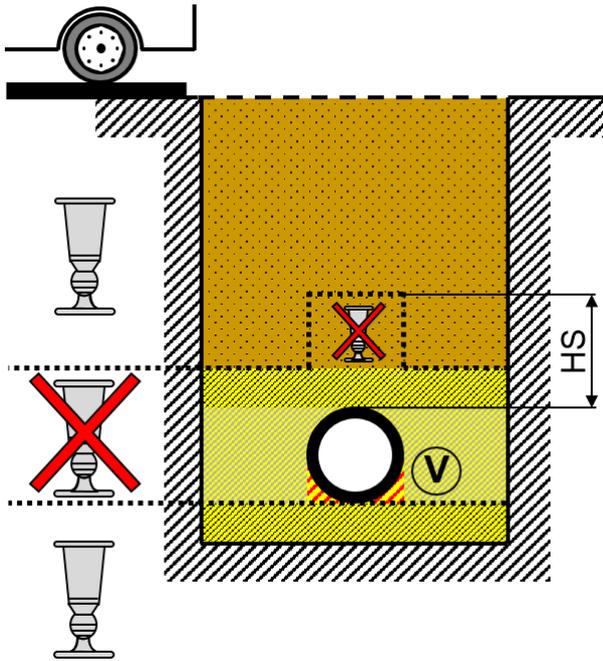
4.3.3 Bettung und Verfüllung

Die Qualität der Bettung bestimmt (im Gegensatz zu biegesteifen Rohren) direkt die Deformation der verlegten Rohre. Daher gilt²⁴:

- 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.

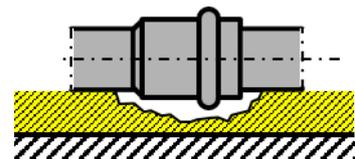


²⁴ SIA 190:2017, Ziffer 5.3.1

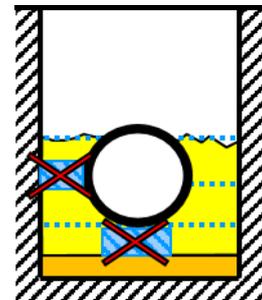


- HS Höhe der Schutzschicht 30-50cm über Rohr (je nach Verdichtungs-
maschine)
- V Verdichtung der Zwickelbereiche
seitlich unter dem Rohr besonders
beachten

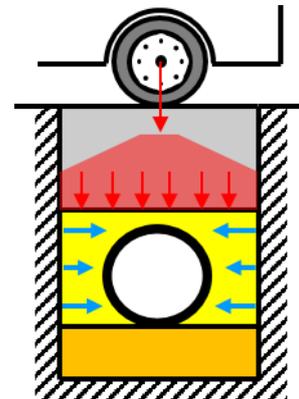
Rohrleitungen im offenen Graben müssen flächig aufliegen. Deshalb muss unterhalb von Verbindungsstellen ein Teil der Bettung in der Grabensohle freigelegt werden. Auf eine gute Verdichtung ist auch in diesen, an die Kontur angepasste Bereichen zu achten.



Vor der Bettung sämtliche provisorischen Rohraufleger 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.



Weitere Anforderungen an Normal-Profile (siehe Kapitel 2.7.1) sind gemäss SIA 190:

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

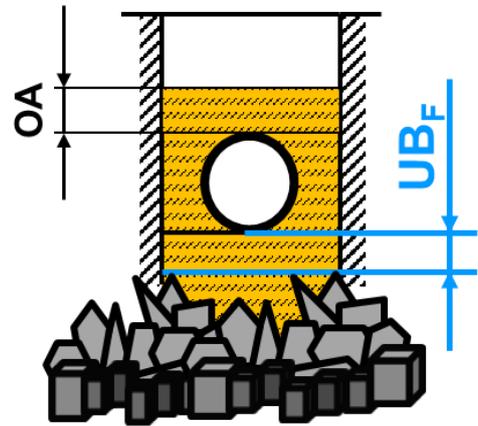
$$UB = 100\text{mm} + \frac{1}{10} \cdot d_n \text{ betragen.}$$

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

$$UB_F = 100\text{mm} + \frac{1}{5} \cdot d_n$$

jedoch mindestens 150 mm betragen.

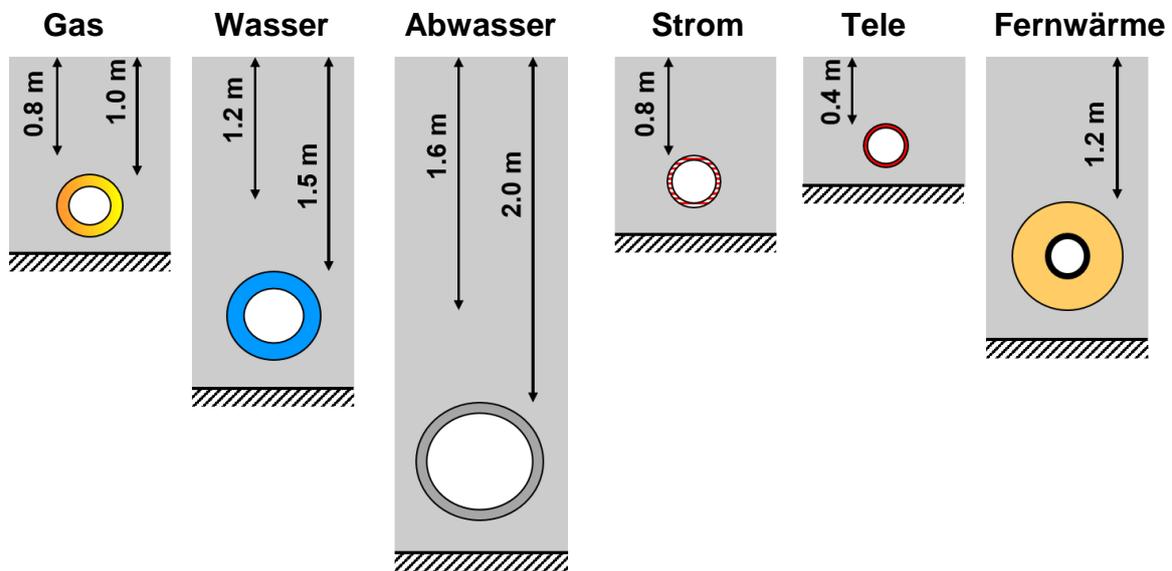
- Die Dicke der oberen Abdeckung OA ist von den eingesetzten Verdichtungsgeräten abhängig. Sie beträgt in der Regel 300 mm, jedoch mindestens 150 mm über dem Rohrscheitel bzw. 100 mm über der Rohrverbindung.



4.3.4 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.



4.3.5 Ablassen in den Rohrgraben

Rohre, Rohrleitungsteile und Dichtungen sind vor dem Ablassen in den Rohrgraben auf Beschädigungen zu überprüfen.

Das Ablassen in den Rohrgraben erfolgt in der Regel von Hand. Bei grösseren Rohrdurchmessern sind Absenkvorrichtungen zu verwenden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Rohre nicht beschädigt werden. **Die Rohre dürfen nicht in den Rohrgraben geworfen werden.**

Bei Rohrleitungen, die in grosser Länge ausserhalb des Rohrgrabens zusammengesweisst wurden, ist beim Einführen in den Graben darauf zu achten, dass die Rohre nicht geknickt und nicht durch die Grabenkante beschädigt werden (Rollenböcke verwenden).

4.3.6 Ausrichten der Rohre und Gefälle

Die Rohre sind nach dem vorgeschriebenen Gefälle und der Richtung einzumessen und plangerecht zu verlegen. Jede notwendige Nachbesserung der Höhenlage muss durch Auffüllen oder Abtragen der Bettung erfolgen, wobei sicherzustellen ist, dass die Rohre über ihre gesamte Länge aufgelagert sind. Bei sehr geringen Verlegegefällen ist es empfehlenswert, Rohre einzusetzen, welche über einen höheren E-Modul oder über eine höhere Ringsteifigkeit verfügen.

Normanforderungen

In der SN 592 000 werden für Liegenschaftsentwässerung folgende Gefälle vorgegeben:

Art der Leitung	Gefälle in %		
	Min.	Ideal	Max.
Schmutzwasserleitungen ≤ DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	2	3	5
Schmutzwasserleitungen > DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	1.5	3	5
Regenwasserleitungen	1	3	5
Sickerleitungen	0.5	0.5	1

In der SIA 190 wird statt eines Minimalgefälles die minimale Fließgeschwindigkeit definiert, um Ablagerungen zu verhindern:

Innendurchmesser d_i [mm]	Minimale Fließgeschwindigkeit v_{min} [m/s]
< 400	0.7
400 – 1000	0.8
> 1000	1.0

Bei Abweichungen zur projektierten Rohrleitungsachse und der Lage von Schächten sind max. folgenden Toleranzen zulässig:

Richtung	Zulässige Abweichung [mm]
In der Höhe	± 20
seitlich	± 30

- Für das Verlegen der Rohre dürfen nur Geräte verwendet werden, die ein kontrolliertes zentrisches Zusammenführen ermöglichen. Geräte, die ein Abscheren der Dicht-elemente oder ein Sprengen der Muffen verursachen, sind nicht zugelassen. Das Zusammenschieben mit dem Baggerlöffel ist nicht zulässig, ausser der Rohrhersteller lässt dies zu. Nach dem Zusammenfügen von Verbindungen mit Dichtungen, mechanischen Verbindungen bzw. nach dem Auskühlen der Schweissverbindungen kann die Lage angepasst werden. Lagekorrekturen durch Drücken, Schieben oder Schlagen mit dem Baggerlöffel oder anderen schweren Baugeräten sind nicht zulässig.
- Die vom Hersteller angegebenen Temperaturbereiche im Plus- und Minusbereich sind einzuhalten. Dichtungen können auch bei Frost eingebaut werden, solange sie die notwendige Elastizität besitzen (in der Regel bis -10°C). Lose Dichtungen können vor dem Einbau temperiert werden.
- Die Anschlüsse an Rohre, Schächte oder Bauwerke müssen gelenkig ausgeführt werden. Eine allenfalls vorgesehene Betonbettung muss an diesen Stellen unterbrochen werden. Idealerweise wird dies durch einen thermoplastischen Kunststoffschacht mit integrierter Steckmuffe gelöst.
- In den Abwasserleitungen ist ein Gegengefälle nicht zulässig. Das Gefälle bei den Leitungen ist so zu bauen, dass die zulässigen Toleranzen nicht zu einem Gegengefälle führen können. Speziell ist dies im Bereich von freiverlegten Leitungen bzgl. der Durchbiegung zu beachten.
- Der zulässige Sohlenversatz muss (unter Berücksichtigung der Produktnormen) festgelegt sein. Fehlen diese Werte, so gilt als zulässiger Sohlenversatz an den Rohrfugen: 5mm für $DN < 400$, 7mm für $DN 400 \dots 1000$ mm, und 10mm für $DN > 1000$ mm

Aussendurchmesser d_n [mm]	Zulässiger Sohlenversatz an den Rohrfugen [mm]
≤ 400	5
$> 400 - \leq 1000$	7
> 1000	10

- Für eine einwandfreie Rohrverlegung und um eine gute Verdichtung in der Rohrleitungszone zu erreichen, muss die Rohrsohle wasserfrei sein (eventuell Schottervorlage als Drainageschicht).

Weiter zu beachten ist, dass:

- Die minimale Überdeckung generell 1,0 m beträgt.
- Der horizontale, lichte Abstand parallellaufender Rohre und Kabel > 40 cm sein soll.
- Kunststoffleitungen vor kreuzenden oder parallellaufenden "warmen" Leitungen (Fernwärme, Wärmepumpe zu schützen sind).

4.3.7 Verwendbare Baustoffe

Die Baustoffe in der Leitungszone²⁵ – gemäss den Anforderungen des Planers - müssen eine dauerhafte Stabilität und die Tragfähigkeit der Rohrleitung im Boden sicherstellen.

- 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 als²⁶:

Aussendurchmesser d_n [mm]	Maximale Grösse der Bestandteile [mm]
≤ 200	22
$> 200 - \leq 630$	40
> 630	60

- Anstehender Boden darf für die Leitungszone wiederverwendet werden, wenn er den Ausführungsbestimmungen bzw. der Planung entspricht und die Verdichtungsanforderungen erfüllt. Ggfs. kann der anstehende Boden durch Einsatz eines Sieblöffels gesiebt und somit aufgewertet werden.
- 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 Umwelt²⁷ sollten beachtet werden.

- Zulässige, körnige, ungebundene Baustoffe (Granulat) sind:
 - Einkornmaterial (-kies)
 - Material mit abgestufter Körnung
 - Sand
 - Korngemische (All-In);
 - gebrochene Baustoffe (0-11mm)
- Zulässige, mineralisch gebundene Baustoffe sind
 - zementverfestigter Boden
 - stabilisierter Boden (z. B. mit Zement, Kalziumkarbonat)
 - Leichtbeton
 - Magerbeton
 - unbewehrter Beton
 - bewehrter Beton
 - 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.

²⁵ FprSIA190 verweist auf EN1610, dort in Ziffer 5 finden sich die Angaben zu den Kapiteln 524 bis 527

²⁶ Abweichend zur SIA 190 ist hier statt DN (Innendurchmesser), der für PE-Rohre massgebende Aussendurchmesser (d_n) dargestellt.

²⁷ VVEA, BAFU

- 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.



Eine Liste zulässiger Umhüllungsmaterialien für PE-, PP- und PVC-U-Abwasserleitungen finden Sie in
→ [Anlage 4.3.7 Merkblatt - Zulässige Umhüllungsmaterialien](#)



4.3.7.1 Verlegung in temporär flüssigen Böden

Flüssigboden ist ein Gemisch aus einem Grundmaterial, aus Wasser und einer speziellen Rezeptur aus Zuschlagsstoffen. Als Grundmaterial können nahezu alle Böden oder auch Recyclingbaustoffe eingesetzt werden. In den speziell auf den Boden und das Anforderungsprofil abgestimmten Rezepturen sind als Zuschlagsstoffe z.B. Zement, Bentonit oder Kalk enthalten. Der Flüssigboden kann sowohl auf der Baustelle als auch im Werk hergestellt werden. Flüssigboden ist temporär flüssig bis breiig und lässt sich dadurch ohne Verdichtungsmassnahmen hohlraumfrei einbauen. Die Schwindung des Flüssigbodens ist äusserst gering. Flüssigboden wird eingesetzt, wenn z.B. enge Spartenlagen eine ausreichende Verdichtung der Baugrube nicht zulassen, eine übliche Verdichtung z.B. wegen schwingungsempfindlicher Gebäude in Baustellennähe verboten ist oder das ausgehobene Bodenmaterial nur durch eine Aufbereitung zum Wiedereinbau geeignet ist.

Die Durchlässigkeit, die Konsistenz, die Abbindegeschwindigkeit und sogar das Dämpfungsverhalten lassen sich durch die Anpassung der Rezeptur einstellen.

4.3.7.2 Baustoffe für die 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 – sollte 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 Rohwerkstoff noch weiter verringert werden.

4.4 Grabenlose Verlegetechnik

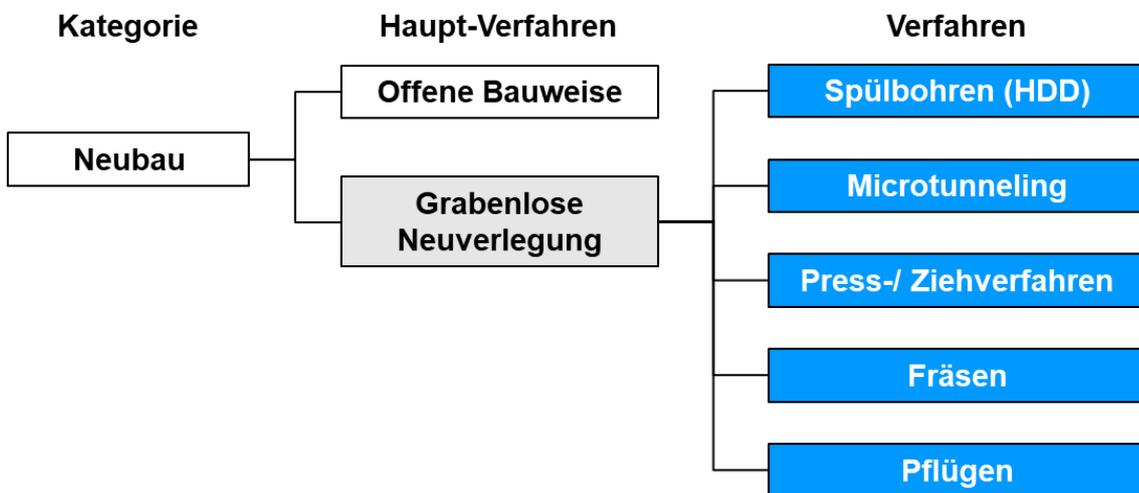
Aufgrund der herausragenden Eigenschaften von thermoplastischen Kunststoffen wurden grabenlose Verlegeverfahren entwickelt, welche gegenüber Verlegung im offenen Rohrgraben erhebliche zeitliche und wirtschaftliche Vorteile bringen.

Anwendungen grabenloser Verlegung in Kanalisation/Liegenschaftsentwässerung:

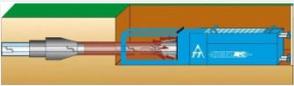
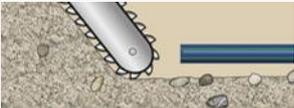
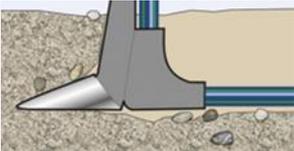
- Sanierung schadhafter Abwasserleitungen (vor allem in städtischen Gebieten mit dichter Besiedelung und beengten Platzverhältnissen)
- Abwasserdruckleitungen
- Düker (Unterquerungen unter Strassen, Gewässern, Gebäuden)

4.4.1 Grabenlose Neuverlegung

Nachfolgend sind die Verfahren für Neuverlegung von Kunststoffkanalrohren dargestellt



In der nachfolgenden Tabelle wird die Eignung der verschiedenen Kunststoffrohr-Materialien für Kanalrohre und deren Verbindungstechniken auf die unterschiedlichen Verfahren der grabenlosen Neuverlegung dargestellt.

Verfahren	Schema	Zulässiges Material	Steckmuffenrohr	Schraubmuffenrohr	Wandinteg. E-Muffenrohr	Stumpfgeschw. Rohr
Spülbohren (HDD)		PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	☒	✓	✓✓	✓✓
Microtunneling		PE80/ PE100/ PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	✓	✓	✓✓	✓✓
Press-/ Ziehverfahren		PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	☒	✓	✓✓	✓✓
Fräsen		PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel	☒	☒	ⓘ	✓✓
Pflügen		PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel	☒	☒	ⓘ	✓✓

☒ nicht geeignet

ⓘ möglich, Bedingungen klären

✓ geeignet

✓✓ ideal



Eine Checkliste zur Projektierung grabenloser Erneuerung erhalten Sie in
 → [Anlage 4.4.1a Checkliste - Projektierung grabenlose Verlegung](#)

Eine Checkliste zur Ausführung auf der Baustelle bei grabenloser Verlegung erhalten Sie in
 → [Anlage 4.4.1b Checkliste - grabenlose Verlegung](#)

Die wichtigsten Hinweise zu den Anforderungen auf der Baustelle zum Einziehen von Kunststoffrohren erhalten Sie in
 → [Anlage 4.4.1c Merkblatt – Baustellenanforderungen beim Einziehen](#)

Eine Tabelle zulässiger Zugkräfte für Rohrstränge unterschiedlicher Dimensionen und SDR-Stufen erhalten Sie in
 → [Anlage 4.4.1d Datenblatt - zulässige Zugkräfte](#)



Informationen zu grabenlosen Sanierungsverfahren erhalten Sie in Kapitel 6.2.2.1

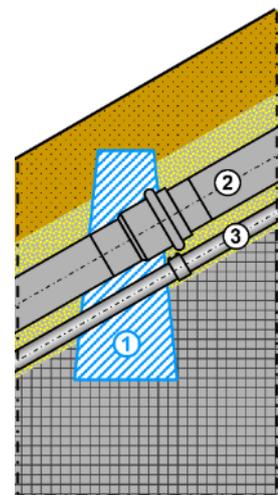
4.5 Bauliche Massnahmen

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

4.5.1 Befestigungen und Abstützungen

Werden unterschiedliche Höhenniveaus überbrückt, wirken in den Steilstrecken Hangabtriebskräfte auf die Rohrleitung. Bei nicht längskraftschlüssigen Rohrverbindungen sind je nach Gefälle alle oder ein Teil der Verbindungen mit einem Querriegel ① zu fixieren (Betonriegel direkt an der Muffenausweitung erstellen).

Bei verschweissten Rohrleitungen oder solchen mit kraftschlüssigen Verbindungen ist die Anzahl der Querriegel lediglich vom Gefälle abhängig. Bei der Ausführung und Dimensionierung der Querriegel ist ferner zu beachten, dass die Bettung im Rohrgraben nicht ausgespült werden kann und somit die Rohrleitung nicht unterspült wird. Bei der Planung und Ausführung der Riegel muss gegebenenfalls eine entsprechende Drainage vorgesehen werden.



4.5.2 Hausanschluss

Der Durchgang einer Rohrleitung durch eine Gebäudeaussenwand (Hauseinführung) muss zugfest und wasserdicht sein. Die Wahl der Abdichtung hängt vom Grundwasserdruck, vom gewählten Formteil für die Hauseinführung, usw. ab.

Möglichkeiten sind:

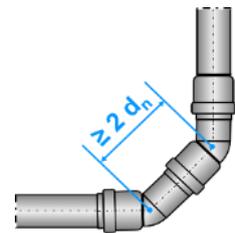
- Vergiessen der Hauseinführung im Mauerdurchbruch mit einer geeigneten Dichtmasse
 - Speziell dafür vorgesehene Formstücke wie Mauerkragen, Schachtfutter, Pressringe.
- Ein direktes Einmauern des Kunststoffrohres ist nicht zulässig!

4.6 Formstücke

4.6.1 Richtungsänderungen

Richtungsänderungen erfolgen in der Regel nur in Schächten.

Ausnahmsweise können Richtungsänderungen $\leq 45^\circ$ auch mit Formstücken oder durch direktes Biegen des Rohrs ausgeführt werden. Bei einer 90° Umlenkung mit 45° -Formstücken sollte darauf geachtet werden, dass der Abstand zwischen den Formstücken $\geq 2d_n$ gewählt wird. (siehe SN 592 000)



Durch die Flexibilität von PE und PP können 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. Bitte beachten Sie, dass für das Biegen der Rohre verhältnismässig viel Kraft benötigt wird. Die Rohre sind bis zur vollständigen Umhüllung gegen Rückformung zu sichern. Sicherungshölzer oder ähnliches sind vor der vollständigen Grabenverfüllung zu entfernen.

Es sind folgende, minimale Biegeradien einzuhalten:

Rohrwerkstoff	Min. Biegeradius		
	20°C	10°C	0°C
PE - Kanalisationsrohre	40 x d _n	70 x d _n	100 x d _n
PP-HM – Kanalisationsrohre (hochmolekulares PP)	100 x d _n	175 x d _n	250 x d _n
Kompakte Vollwandrohre aus PVC-U	gelten als nicht biegsam!		
PP-MD – Kanalisationsrohre (mineralgefülltes PP)	gelten als nicht biegsam!		
PP-QD – Kanalisationsrohre (mehrschichtiges verstärktes PP)	gelten als nicht biegsam!		

An Rohrleitungen mit Steckmuffen-Verbindungen ist ein «Biegen» erst ab einer Distanz von $> 30 \times d_n$ zulässig!



Eine Checkliste zur Projektierung grabenloser Erneuerung erhalten Sie in
 → [Anlage 4.6.1 Datenblatt – zulässige Biegeradien](#)



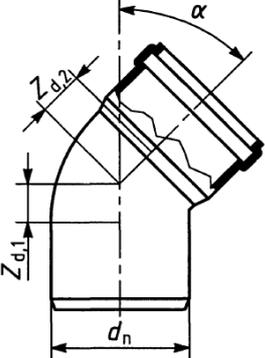
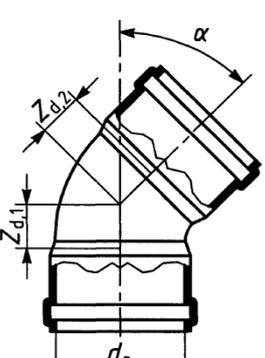
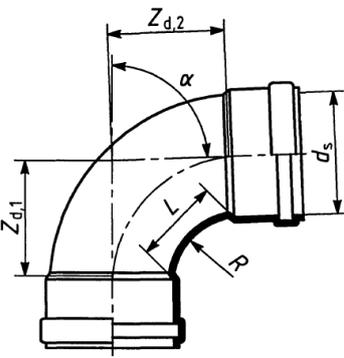
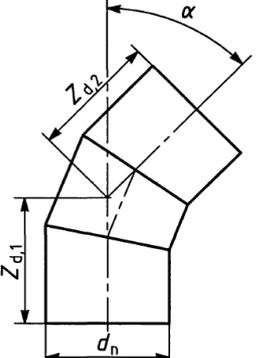
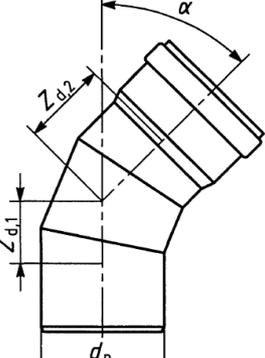
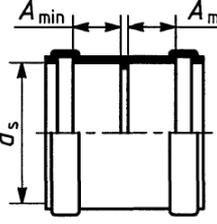
4.6.2 Formstücke

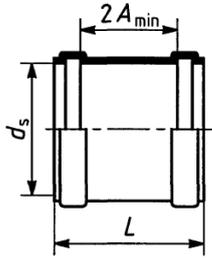
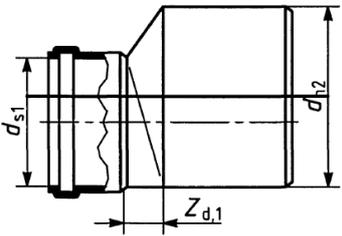
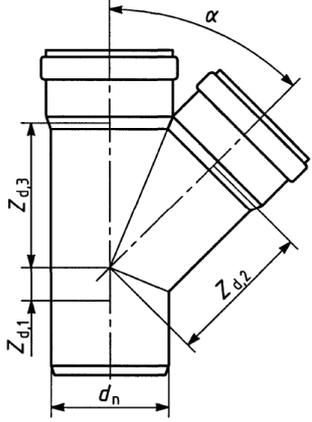
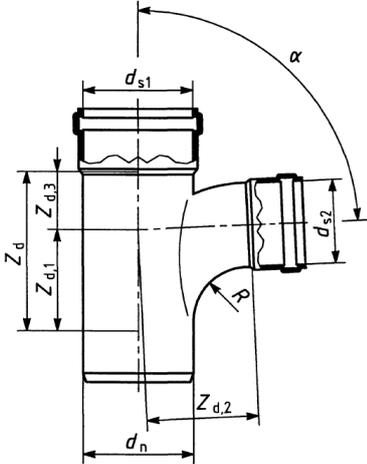
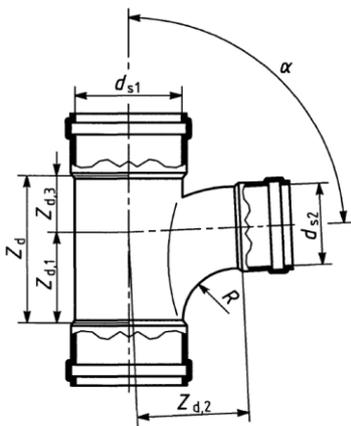
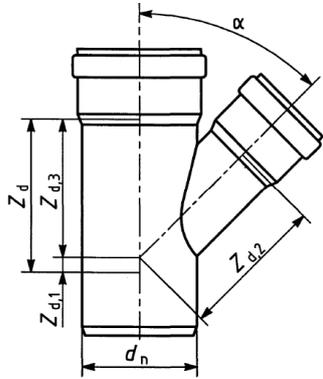
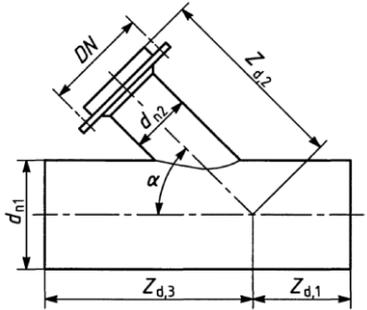
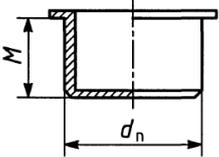
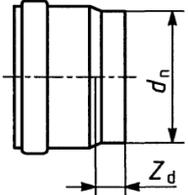
Zu den Rohren werden werkstoff- und verbindungsgerechte Formstücke in verschiedenen Formen und Varianten angeboten.

Nur Formstücke aus dem gleichen Werkstoff wie das Rohr und mit passender Ringsteifigkeitsklasse dürfen verbaut werden. (z.B. nur PP-Steckmuffen-Formstück SN8 auf PP-Muffenrohr SN8)

4.6.2.1 Steckmuffen-Formstücke

PP- und PE-Formstücke (Bogen 15°, 30°, 45°, 87.5 - 90° und Abzweig 45°, 87.5-90° sowie exzentrische Reduktion) werden mit integrierter Steckmuffe bis d_n 630 (PVC-U bis d_n 1200) in der Regel im Spritzgussverfahren hergestellt. Sie werden zusammen mit vollwandigen Rohren und Rohren mit strukturierter Wandung verwendet.

 <p>Bogen mit Muffe und Einsteckende (mit kleinem Radius)</p>	 <p>Bogen mit beiseitiger Muffe (mit kleinem Radius)</p>	 <p>Bogen mit beidseitiger Muffe (mit grossem Radius)</p>
 <p>Anschweissbogen, stumpfgeschweisst aus Segmenten</p>	 <p>Bogen mit Muffe und Einsteckende, stumpfgeschweisst aus Segmenten</p>	 <p>Doppelmuffe</p>

 <p>Überschiebmuffe</p>	 <p>Übergangrohr (Reduktion)</p>	 <p>Abzweig (mit kleinem Radius)</p>
 <p>Abzweig mit reduziertem Zulaufstutzen (mit grossem Radius)</p>	 <p>Abzweig mit reduziertem Zulaufstutzen und allseitigen Muffen (mit grossem Radius)</p>	 <p>Abzweig mit reduziertem Zulaufstutzen (mit kleinem Radius)</p>
 <p>Abzweig mit Flanschstutzen und Bundbuchse</p>	 <p>Muffenstopfen</p>	 <p>Anschweissmuffe</p>

α = Nenn-Winkel
 d_s = Innendurchmesser
 d_n = Nenn-Aussendurchmesser

Z = Konstruktionslänge
 A = Muffenlänge hinter Sicke
 M = Länge des Einsteckendes eines Muffenstopfens

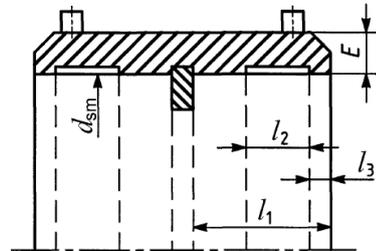
L = Länge
 E = Wanddicke

Steckverbindungen als Langmuffen (Dilatationsmuffen)

Rohre und Formstücke meist einseitig mit Steckmuffen ausgerüstet. Um die temperaturbedingte Längenausdehnung bei Rohrstücken von über 5 Meter aufzunehmen, wird die Verwendung von Langmuffen (Dilatationsmuffen) empfohlen.

4.6.2.2 Schweißbare Formstücke

Alternativ sind auch schweißbare PP- und PE-Kanalformstücke zum Stumpf- und Heizwendel-(Elektro)-schweißen verfügbar. Hierbei stehen in beiden Werkstoffen Stutzenschweissfittings mit kurzen oder langen Schweissenden zur Verfügung. Die kurzen Schweissenden können nur für das Stumpfschweißverfahren eingesetzt werden. Die langen Schweissenden hingegen sind sowohl für das Stumpf-, als auch das Elektroschweißen verwendbar.



Heizwendelschweissmuffe

4.6.3 Schachtanschlüsse

Materialübergänge sind generell potentielle Schwachstellen eines Systems, da unterschiedliche Werkstoffeigenschaften (Ausdehnung, Toleranzen, Steifigkeit, ...) aufeinandertreffen. Ein möglichst homogenes Rohrleitungssystem (gleicher Werkstoff) mit einheitlicher Verbindungstechnik ist anzustreben. Dies ist allerdings bei Einbindung in existierende Kanäle und Anbindung an konventionelle Schächte nicht gegeben. Hier entsteht ein Mix der Verbindungstechniken.

4.6.3.1 Kunststoffschacht-Anbindung



Steckmuffen-Anbindung
an Kunststoffschacht



Geschweisste Anbindung
an Kunststoffschacht

4.6.3.2 Gelenkige Rohrverbindungen

Mit Gelenkmuffen und Kugelgelenken ist eine stufenlose Abwinklung um mehrere Grad möglich. Es sind sowohl gesteckte wie glattendige Formstückvarianten verfügbar.

Anwendungen:

- Flexible Anpassung der Schachtanschlüsse auf der Baustelle entsprechend der örtlichen Bedingungen.
- Spannungsfreier - somit nachhaltig wurzelfester und wasserdichter - Einsatz bei Anschlüssen in setzungsgefährdete Gebiete (Absorption der Bodensetzung im Gelenk).
- Problemloser Einsatz bei Gefällewechsel.
- Flexible Anpassung bei Mauerdurchführungen.

Scheitel- und Fließrichtungsmarkierung sowie eine beidseitige, weitgehend gleichmäßige Abwinklung in der Muffe sind zu beachten.



- | | |
|---|---|
| ① doppelseitige Gelenkmuffe | ④ doppelseitige Gelenkmuffe - Ausführung als Wanddurchführung |
| ② gelenkige Schachtmuffe | |
| ③ Gelenkmuffe mit einseitigem Spitzende | ⑤ Gelenkmuffe als flexibler Abzweig auf Anschluss-Sattel |

4.6.3.3 Betonschacht-Anbindung

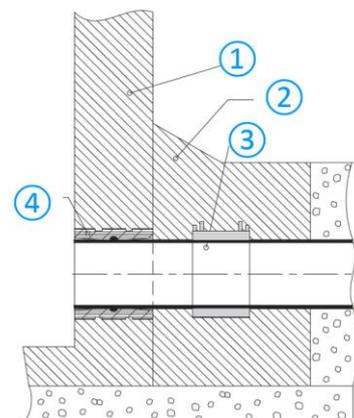
Da Kunststoffrohre mit Mörtel oder Beton keine dichte Verbindung eingehen, werden Schachtfutter aus Faserzement eingesetzt.

Ausführungsbeispiel

Elektro-Schweissmuffe einbetoniert mit Fixpunkt am Betonschacht:

Anschlüsse an Schächte sind nicht längskraftschlüssig, daher müssen bei verschweissten und einbetonierten Leitungen vor der Schacht- und Hauseinführung Fixpunkte vorgesehen werden.

- ① Schacht
- ② Beton
- ③ Elektro-Schweissmuffe
- ④ Schachtfutter



4.7 Verbindungstechnik

Gesteckte und geschweisste Entwässerungssysteme



Gestecktes Entwässerungssystem



Geschweisstes Entwässerungssystem

4.7.1 Übersicht Verbindungstechniken

Die nachfolgend aufgelisteten Verfahren werden in Abwassersystemen eingesetzt.

Steckmuffe (PE, PP und PVC-U)



PE-Steckmuffen

Heizelement-Stumpfschweissen (PE/ PP)



PE-Stumpfschweissverbindung

Heizwendel- (Elektro-) schweissen (PE/ PP)



PE-Elektroschweissverbindung

Klebeverbindung (PVC-U)



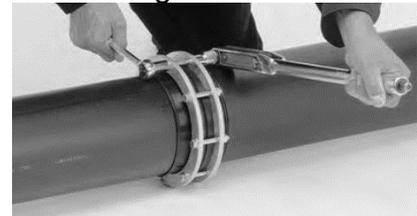
Klebesattel PVC-U

Universal-Rohrkupplung (alle Werkstoffe und alle Rohrtypen)



Universal-Rohrkupplungs-
verbindung

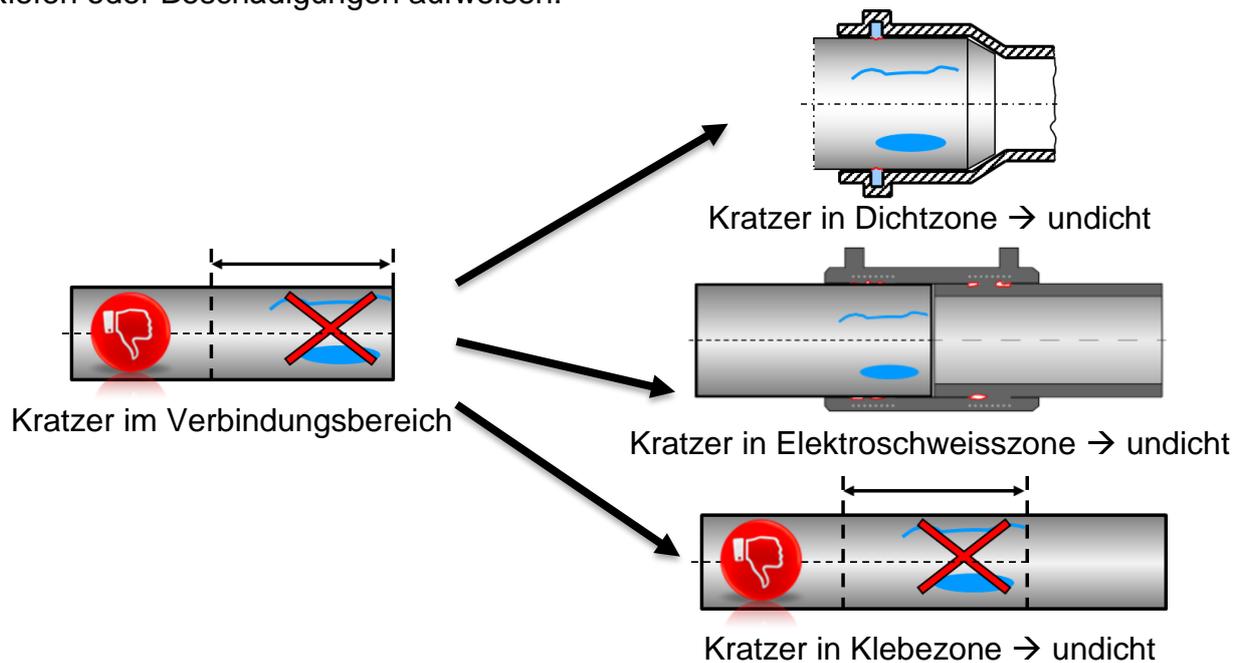
Flanschverbindung (alle Werkstoffe) Eher selten ausgeführt



PE-Flanschverbindung

4.7.2 Voraussetzungen

Um eine langlebige und dichte Verbindung sicherzustellen, dürfen die Spitzenden der Rohre und Formstücke im Bereich der Dicht-/ Schweiss- und Klebezone keine Kratzer, Riefen oder Beschädigungen aufweisen.



Ferner ist es für alle Verbindungstechniken wichtig, dass Rohrenden rechtwinklig zur Rohrachse abgetrennt werden. Es ist deshalb darauf zu achten, dass die Werkzeuge - aufgrund der Konstruktion oder mit entsprechenden zusätzlichen Hilfsmitteln - einen **rechtwinkligen** Schnitt des Rohrendes gewährleisten. Die Werkzeuge dürfen dabei das Rohr weder bleibend verformen noch beschädigen.

4.7.3 Mechanische Verbindungen

Längskraftschlüssige und nicht längskraftschlüssige, mechanische Verbindungen kommen auch in Kanalisationsnetzen und der Liegenschaftsentwässerung häufig vor und werden zumeist folgendermassen eingesetzt:

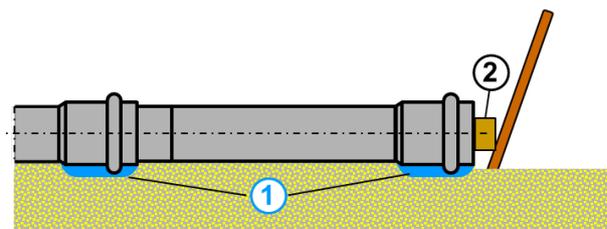
- Steckmuffen als gängigste Verbindung von Kanalrohrsystemen
- Flanschverbindungen als lösbare Anbindung an Pumpen, Armaturen und Behälter oder als Übergänge auf andere Rohrleitungswerkstoffe
- Edelstahl-Rohrkupplungen als Reparaturlösungen
- Universal-Rohrkupplungen als Werkstoffübergänge

4.7.3.1 Steckmuffenverbindungen

Die Steckmuffen sind entweder einseitig an den Rohren angeformt oder angeschweisst. Für das Verbinden von zwei Spitzenden werden Doppelmuffen oder Überschiebemuffen verwendet. Zur Dichtung sind in der Muffensicke Ringe (profilierte Ringe, O-Ringe) aus elastomerem Material eingelegt oder fest mit der Muffe verbunden.

Diese Verbindungen können auch von gut instruiertem Baupersonal ausgeführt werden. Grundsätzlich muss die minimale Einstecktiefe der Steckmuffen mit der Rohrlänge und der zu erwartenden thermisch bedingten Längenänderung korrespondieren.

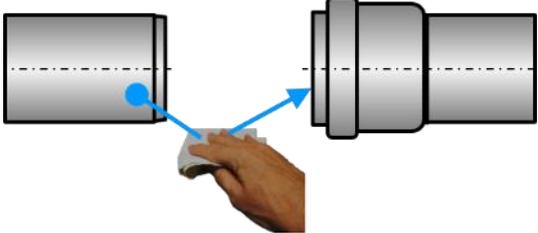
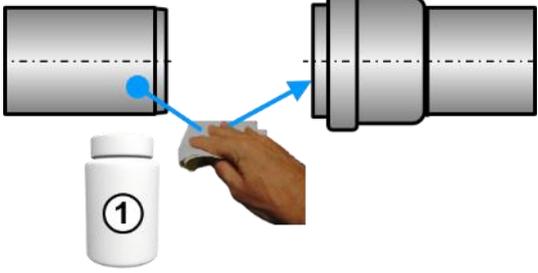
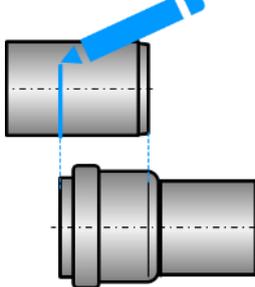
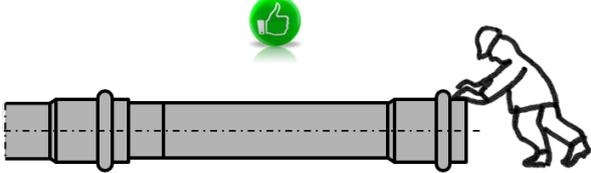
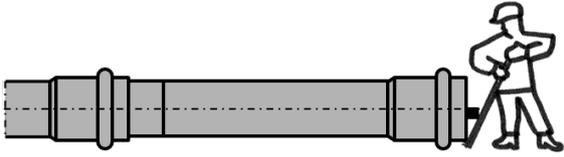
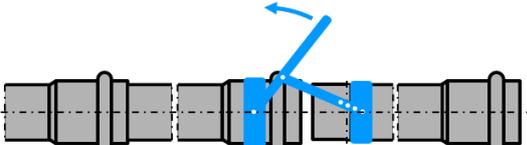
Beim Verlegen von Rohren sind ① Muffenausparungen in der Rohrbettung vorzusehen. Die Ausparung sollte nicht grösser sein, als dies für die fachgerechte Verbindung notwendig ist.



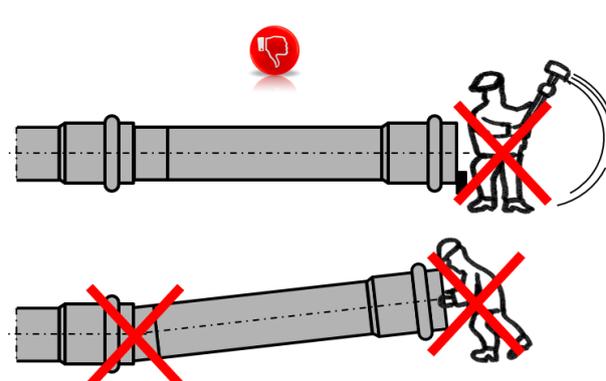
Die Rohre sollten unter stetigem Aufbringen axialer Kräfte verbunden werden, ohne die Bauteile zu überlasten. Die Rohrenden sind mit einem ② Kantholz zu schützen

Speziell für die Steck- und Langmuffenmontage werden nachfolgend die wichtigsten baustellenseitigen Arbeitsschritte erläutert:

<p>1. Rohre ablängen Das Rohrende mit einer feinzahnigen Säge (Holzbearbeitung) oder einem Rohrschneider abtrennen. Eine besonders effiziente Alternative stellen besonders profilierte Trennscheiben dar, die neben dem Trennen auch gleich Schritt 2 - das Anfasen übernehmen.</p>	
<p>2. Rohrende anfasen Die zugeschnittenen Rohrenden müssen gleichmässig am ganzen Umfang mit ca. 15° angeschragt werden. Dazu sind spezielle Anschlagwerkzeuge oder eine Grobfeile zu verwenden.</p>	

<p>3. Dichtflächen reinigen Mit einem sauberen Lappen die Rohroberfläche des Spitzendes und die Innenfläche der Muffe (samt Dichtung und ggfs. Sicke) reinigen.</p> <p>3a Dichtung einlegen²⁸ Der Dichtring ist mit einem Lappen zu reinigen, in der korrekten Lage in die Sicke einzulegen und auszurichten. Sitz der Dichtung überprüfen.</p>	 
<p>4. Gleitmittel auf Dichtflächen auftragen Die Dichtung in der Muffe und die Oberfläche im Bereich der Stecktiefe des angeschrägten Spitzendes sind mit ① Gleitmittel einstreichen. Es sind nur vom Rohrhersteller freigegebene Gleitmittel zulässig. Keine petrochemischen und organischen Mittel - wie z.B. Melkfett – verwenden.</p>	
<p>5. Einstecktiefe anzeichnen Falls am Spitzende keine Herstellermarkierung vorhanden ist, ist auf dem Rohr die Einstecktiefe der Steckmuffe anzuzeichnen.</p>	
<p>6. Zusammenstecken Vor dem Einschieben des Rohres müssen die zu verbindenden Rohrleitungsteile in einer Linie (achsparell) liegen. Das Einschieben erfolgt bis $d_n \leq 250$ mm von Hand, bei grösseren Durchmessern mit Hilfsmitteln, wie Hebeln oder speziellen Einschiebegeräten. Die Rohre sind bei erdverlegten Rohrleitungen bis zur Einstecktiefenmarkierung oder bis zum Steckmuffenanschlag einzuschieben. Bei frei verlegten Leitungen ist die Längenänderung (ausgehend von der Montagetemperatur) ist die Differenz zwi-</p>	  

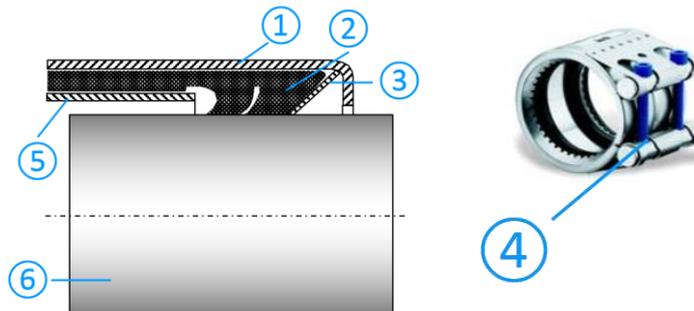
²⁸ Dieser Schritt wird nur ausgeführt, falls die Dichtung nicht bereits werkseitig fest in Sicke eingeformt ist.

<p>schen tiefster und höchster zu erwartender Wandtemperatur) zu berücksichtigen und achsparallel bis zur Markierung einzuführen (bei grösseren Rohren Einsteckgerät verwenden).</p> <p>Das Fügen mit unkontrollierter Fügekraft (Vorschlaghammer/Baggerlöffel) oder nicht achsparalleles Fügen ist unzulässig.</p>	 <p>Das Diagramm zeigt zwei Szenarien für die Montage eines Rohrs. Oben ist ein Rohr horizontal dargestellt, das von einem Arbeiter mit einem Hammer (Vorschlaghammer) an der Verbindungsschraube geschlagen wird. Ein rotes 'X' über dem Arbeiter und ein rotes Icon mit einem nach unten gerichteten Pfeil deuten auf unzulässige Fügekraft hin. Unten ist ein Rohr schief dargestellt, das ebenfalls von einem Arbeiter mit einem Baggerlöffel an der Verbindungsschraube bearbeitet wird. Ein rotes 'X' über dem Arbeiter deutet auf nicht achsparalleles Fügen hin.</p>
---	--

4.7.3.2 Edelstahl-Rohrkupplungen

Edelstahl-Rohrkupplungen (Verbindungsbriden) werden für provisorische Verbindungen und für Notfall-Reparaturen eingesetzt.

- ① Gehäuse
- ② Lippendichtung
- ③ Klemmring
- ④ Schrauben
- ⑤ Bandeinlage
- ⑥ Rohr



Prinzip Rohrkupplung

Edelstahl-Rohrkupplungen werden in längskraftschlüssiger und nicht längskraftschlüssiger Ausführung angeboten.

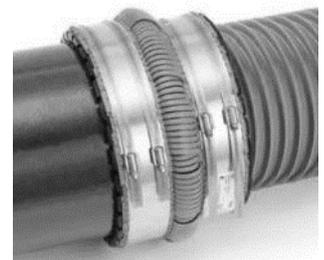
Beim Einsatz von Edelstahl-Rohrkupplungen auf PE- und PP-Abwasserrohren müssen immer Stützhülsen verwendet werden.

Für die Montage der Edelstahl-Rohrkupplungen ist die Herstelleranweisung massgebend.



4.7.3.3 Universal-Rohrkupplungen

Universal-Rohrkupplungen lassen sich für dauerhaft dichte Verbindung unterschiedlichster Rohrmaterialien (Beton, Steinzeug, Faserzement, PP, PE oder PVC-U, glatt, gewellt oder gerippt) und unterschiedlichster Rohrdurchmesser²⁹ einsetzen.



Die Montage der Universal-Rohrkupplungen entnehmen Sie den Herstellerangaben.

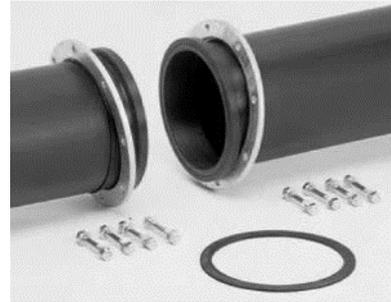
²⁹ stufenlos bei gleicher Nennweite.

4.7.3.4 Flanschverbindung

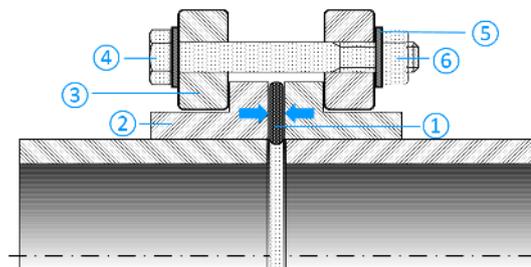
Für Rohrleitungsteile, die von Zeit zu Zeit aus betrieblichen Gründen ausgebaut werden, können Leichtflanschverbindungen eingesetzt werden. In der Regel wird diese Verbindungsart nur für PE-Rohrleitungen angewendet.

Leichtflanschverbindungen finden Anwendung bei längskraftschlüssigen Kanalisationen oder bei provisorischen Leitungen. Sie sind jederzeit wieder lösbar und dadurch speziell geeignet an Leitungsteilen, die für Revisionszwecke entfernt werden müssen. Der Vorteil der Rohre mit Leichtflanschen gegenüber Schweißverbindungen liegt in der witterungs- und maschinenunabhängigen Montage.

Flanschverbindungen werden aus folgenden Komponenten gebildet:



- ① Dichtung
- ② Vorschweissbund
- ③ Losflansch
- ④ Schraube
- ⑤ Scheibe
- ⑥ Mutter



Komponenten einer Flanschverbindung

Generell ist darauf zu achten, dass die einzelnen Komponenten dimensionsmässig und bzgl. der Bodenbeschaffenheit aufeinander abgestimmt sind.

Vorschweissbund

Beim Vorschweissbund - der direkt mit dem Rohr verschweisst wird - sind sowohl kurz-schenklige 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 Abwassersektor sind Kunststoff-Losflansche (PE, PP oder PVC-U) mit Stahleinlage oder korrosionsschutz-beschichtete Losflansche aus Stahl oder Alu-Losflansche verwendbar.

Dichtung

In (Ab)wasser-Anwendungen wird EPDM als Dichtwerkstoff empfohlen.

Vorzugsweise sind Dichtungen mit einer Shore-A-Härte von 65° bis 75° zu verwenden.

Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

Auch hier ist der Korrosionsschutz der Komponenten im Erdboden zu beachten. Für die Leichtgängigkeit sind PTFE-Beschichtungen oder vom Hersteller zugelassene Schmiermittel zu verwenden.

Montage



Ein detailliertes Merkblatt zur Montage von PE-Flanschverbindungen erhalten Sie in

→ [Anlage 4.7.3.2 Merkblatt - Montage PE-Flanschverbindungen](#)



4.7.3.5 Weitere mechanische Verbindungen

Das Schneiden von Gewinden auf PE-, PP oder PVC-U-Rohr (ähnlich wie bei Metall) ist nicht zulässig!

4.7.4 Schweissverbindungen

Grundsätzlich sind alle thermoplastischen Kunststoffe schweisssbar.

Es sind zwei Schweissverfahren möglich:

- Heizelementstumpfschweissen (Spiegelschweissen)
- Heizwendelschweissen (Elektroschweissen)

Wir empfehlen Schweissverbindungen nur von ausgebildetem Fachpersonal ausführen zu lassen. Geschultes Fachpersonal, notwendige Maschinen und Werkzeuge sind besonders in grösseren Dimensionen bei spezialisierten Grossrohrinstallationsunternehmen verfügbar. Der VKR (Verband Kunststoffrohre und -rohrleitungsteile) bietet entsprechende Verarbeitungskurse an. www.vkr.ch

Anwendung

Die homogene Schweissverbindung ist von gleicher Qualität wie das Rohr und dadurch längskraftschlüssig. Verschweisste Leitungen sind geeignet für den Einsatz in bewegtem Boden oder für freiverlegte Leitungen.

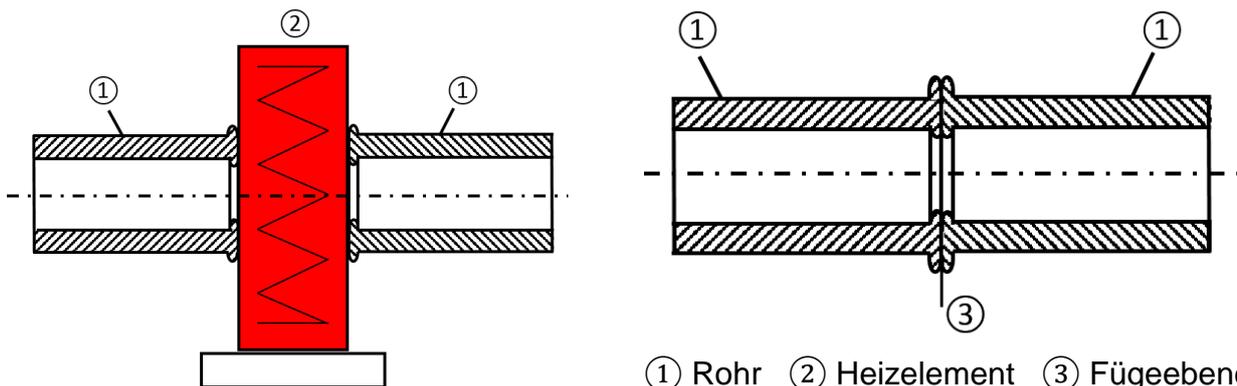
Der Einsatz von Schmierstoffen beim Trennen der Rohrenden für Schweissverbindungen ist nicht zulässig.

4.7.4.1 Stumpfschweissen

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

Die Verschweisbarkeit von verschiedenen Rohren bzw. Rohrleitungsteilen ist durch den sogenannten MFR-Wert definiert.

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



① Rohr ② Heizelement ③ Fügeebene

Die folgenden Phasen des Schweissprozesses und die Voraussetzungen sowie Detail-schritte sind für PE in der DVS 2207-1 und für PP in DVS 2207-11 ausführlich beschrieben.

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

Die Anforderungen an die Schweissmaschine und Zubehör ist in DVS 2208-1 geregelt.

Bei den Stutzen-Formteilen wird zwischen 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. Es wird empfohlen, die Verfahrensdaten in einem manuellen Schweissprotokoll oder auf elektronischen Datenträgern zu dokumentieren.

Die Stumpfschweissung wird hauptsächlich bei langen Leitungssträngen oder bei Reliningverfahren eingesetzt.



Eine Vorlage des Schweissprotokolls mit DVS-Parameter beim PE- und PP- Stumpfschweissen erhalten Sie in

→ [Anlage 4.7.4.1 Schweissprotokoll - Stumpfschweissen](#)



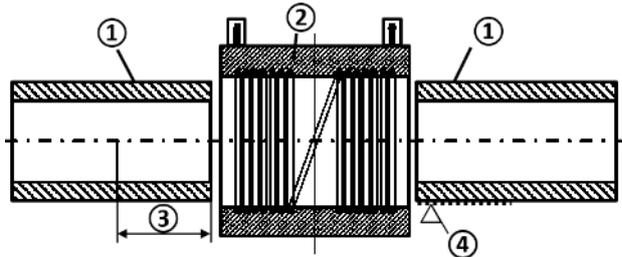
4.7.4.2 Heizwendel-(Elektro-)schweissen

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



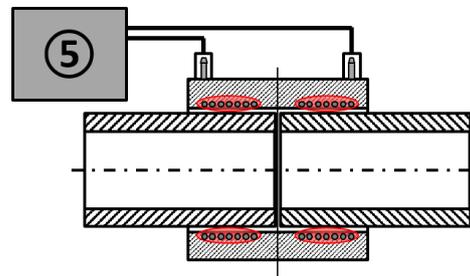
Rohre und Formstück unverschweisst

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



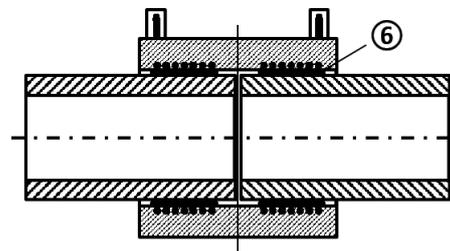
Schweissen

- ⑤ Schweissgerät



Fertige Verbindung

- ⑥ Fügeebene



Elektroschweiss-Formstücke ermöglichen das Verbinden von Rohren bzw. langschenkligen Stutzen-Formteilen verschiedener Wanddicken (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 Wanddickenabtrag ≥ 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 für PE in der DVS 2207-1 und für PP in der DVS 2207-11 ausführlich beschrieben.

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

Die Anforderungen an das Schweißgerät, das Schälgerät, Rundungschellen und weiterer Werkzeuge 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. Es wird empfohlen die Verfahrensdaten in einem manuellen Schweißprotokoll oder auf elektronischen Datenträgern zu dokumentieren.



Eine Vorlage des VKR-Schweißprotokolls mit den häufigsten Fehlerursachen beim Heizwendel- (Elektro-)Schweißen sowie deren Abstellmassnahmen erhalten Sie in ...

→ [Anlage 4.7.4.2a Schweißprotokoll – Elektroschweißen](#)



Ein Merkblatt mit den Unterschieden von systemgebundenen und systemungebundenen Schweißgeräten erhalten Sie in

→ [Anlage 4.7.4.2b Merkblatt – Unterschiede Elektroschweißgeräte](#)



4.7.4.3 Andere Schweißverfahren

Für die Herstellung spezieller Rohrkonstruktionen und für Kunststoffschächte aus PE und PP wird werkstattmässig das Extrusionsschweißen verwendet. Das Verfahren ist in der Richtlinie DVS 2207 Teil 4 beschrieben. Dieses Verfahren kann nur von speziellen Firmen mit entsprechend ausgebildetem Personal (Kunststoff-Apparatebauer) ausgeführt werden. Extrusionsschweißungen auf der Baustelle sind sehr sorgfältig zu planen und entsprechend umsichtig durchzuführen. In einigen Abwasserentsorgungsverbänden ist daher die Extrusionsschweißung untersagt.

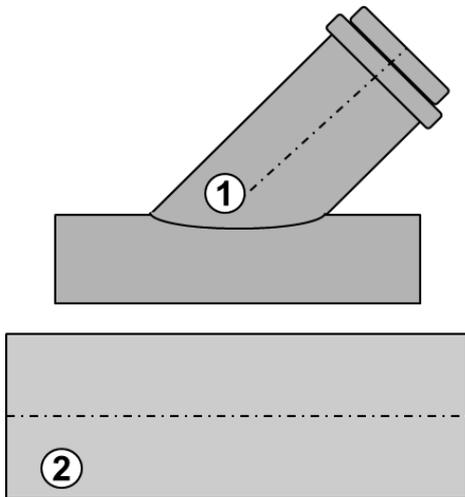
Die im Kunststoff-Apparatebau häufig verwendete Warmgasschweißung mit Zusatzmaterial wird üblicherweise im Rohrleitungsbau nicht angewendet.

4.7.5 Klebeverbindungen

Im Gegensatz zu teilkristallinen Thermoplasten eignen sich amorphe Thermoplaste gut zum Kleben. Klebeverbindungen aus PVC-U sind längskraftschlüssig Verbindungen, bei denen die Rohrkomponenten mit einem Reinigungsmittel entfettet und aktiviert werden und anschliessend mittels Lösungsmittelkleber miteinander verbunden werden.

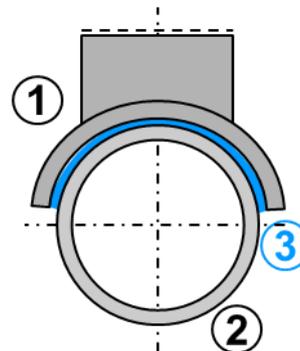
Rohre und Formstück vor dem Kleben

- ① Fitting
- ② Rohr



Rohr und Fitting nach dem Kleben

- ① Fitting
- ② Rohr
- ③ Klebstoff



Der Klebeprozess gliedert sich in folgende Phasen:

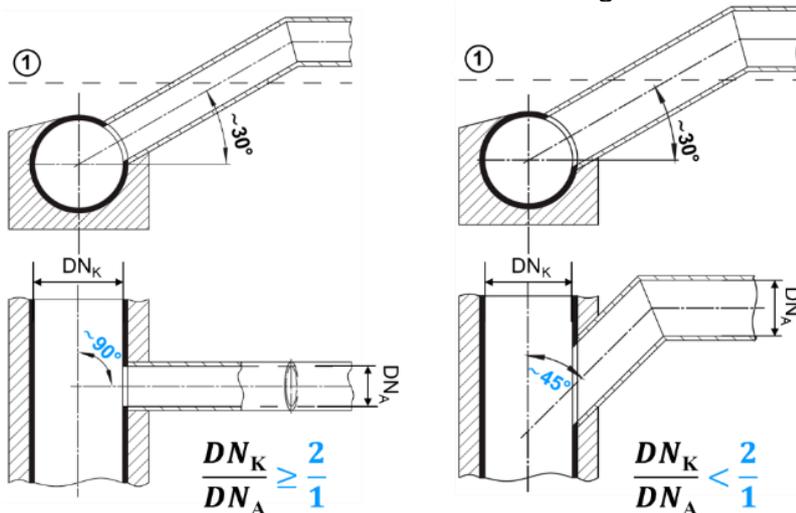
- Rohr und Klebefitting reinigen (nur im Klebebereich)
- Klebeposition am Rohr markieren
- Kontrolle des Klebstoffs
- Klebstoffauftrag auf Rohr und Fitting
- Fügen und Trocknen lassen

Die Detailschritte sind in den Klebeanleitungen der Klebstoffhersteller (z.B.: Henkel Tangit) ausführlich beschrieben.

Es ist darauf zu achten, dass die Klebung in einer trocken und staubfreien Arbeitsumgebung durchgeführt wird.

4.7.6 Seitliche Anschlüsse an Rohre

Der Kanalanschluss ist in der Regel unter 90° zur Kanalachse zu erstellen. Beträgt das Durchmesser Verhältnis zwischen der Kanalisation und der Grundstückanschlussleitung weniger als 2:1, wird ein Kanalanschluss unter 45° zur Kanalachse empfohlen (SIA 190). Bei ausreichendem Gefälle ist die Grundstückanschlussleitung mit 30° Gefälle bis über den Rohrscheitel oder die errechnete Rückstauenebene ① zu führen. Der Kanalanschluss hat in der Regel über der Mittelachse der Kanalisation, aber in jedem Fall über dem Niveau des Trockenwetterabflusses zu erfolgen.



Es stehen verbindungsspezifische Verfahren zur Einbindung nachträglicher, seitlicher Anschlüsse zur Verfügung.

4.7.6.1 Abzweige

Im Abwasserbereich stehen 45° und 90° Abzweig-Formstücke aus PE, PP und PVC-U für das Verbinden mit Steckmuffen zur Verfügung.

Ferner sind Abzweig-Formstücke aus PE und PP für das Einschweissen mittels Elektroschweiss-Muffen verfügbar.

Diese Formstücke sind idealerweise komplett im Spritzgussverfahren produziert. Kunden- und anwendungsspezifisch werden auch Formstücke von ausgebildeten Kunststoff-Formgebern werkstattseitig aus Rohrstücken im Extrusionsschweißverfahren hergestellt.

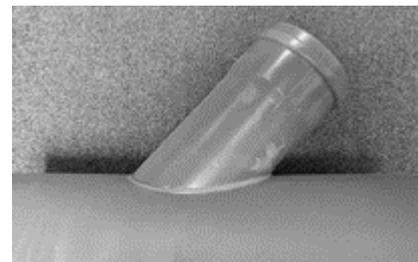
Aufgrund nicht immer sicher reproduzierbarer Schweißnahtqualität sind diese Formstücke in manchen Entsorgungsunternehmen nicht zugelassen (z.B. Stadt Zürich)



Extrusionsschweißen in der Werkstatt

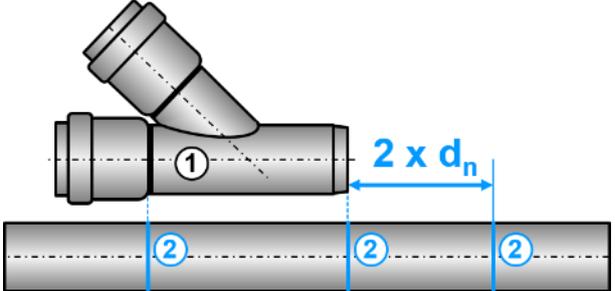
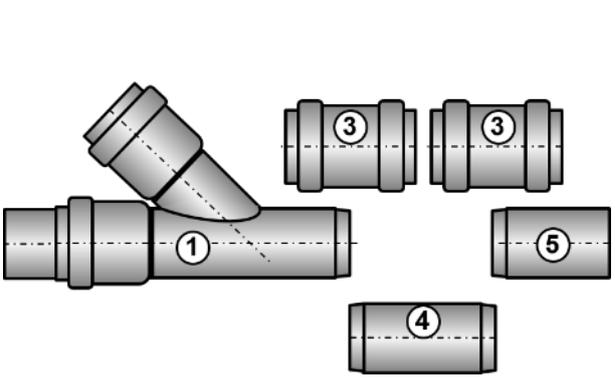
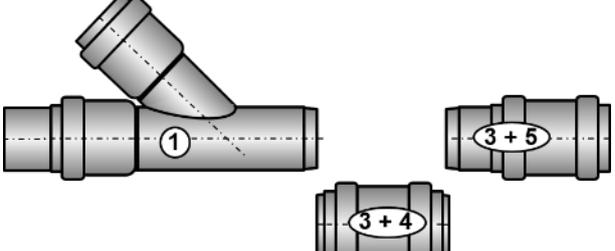
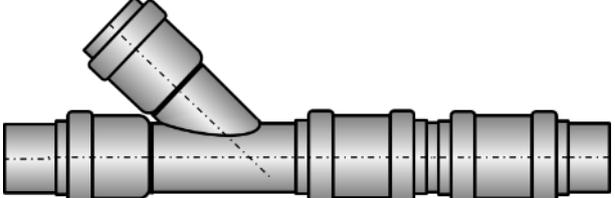


Extrusionsgeschweisster 45° Abzweig aus PE

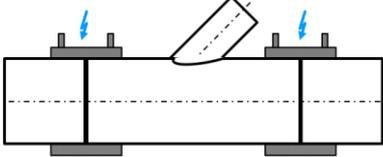


Extrusionsgeschweisster 45° Abzweig aus PVC-U

Montageablauf: nachträglicher Einbau eines 45° Abzweigs mittels Steckmuffen

<p>1. Rohrstücke heraustrennen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Länge des Abzweigs ① ohne Einstecktiefe der Muffe am Rohr markieren. ▪ Zweite Markierung im Abstand von ca. $2 \times d_n$. ▪ Rohrstücke rechtwinklig mit geeignetem Rohrtrenngerät an den Schnittebenen ② herausschneiden. 	
<p>2. Rohrende anfasen/ Fügen Abzweig</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rohrende und zugeschnittene Passstücke anschrägen (15°). ▪ Muffenbereiche (Sicke/Dichtung) am Abzweig und den Überschiebemuffen ③ reinigen, ggfs. Dichtungen einlegen und Gleitmittel auftragen. ▪ An den Rohrende ⑤, am Passstück ④ und am Abzweig Einstecktiefe markieren. ▪ Abzweig auf Rohrende - ohne zu Verkanten - aufschieben. 	
<p>3. Fügen Überschiebemuffen</p> <p>Überschiebemuffen ③ auf Rohrende ⑤ und Passstück ④ – jeweils ohne zu Verkanten – in kompletter Muffenlänge aufschieben.</p>	
<p>4. Fügen der Überschiebemuffen</p> <p>Überschiebemuffen bis zur Einstecktiefemarkierung am Passstück bzw. am Abzweig – ohne zu Verkanten – zurückschieben.</p>	

Montageablauf: nachträglicher Einbau eines Abzweigs mit Elektroschweissmuffen

1. Länge des Abzweigs am Rohr anzeichnen und Passstück heraustrennen.	
2. Rohrenden und Enden des Abzweigs mit Rotationsschälgerät schälen (auf gleichmässigen Wanddickenabtrag ≥ 0.2 mm achten.)	
3. Rohrenden, Enden des Abzweigs (nur im geschälten Bereich) und Elektroschweissfitting reinigen. Die Schweissstellen müssen sauber, trocken und fettfrei sein	
4. Einstecktiefe (Halbe Muffenlänge) an beiden Enden des Abzweigs anzeichnen. Doppelte Einstecktiefe (ganze Muffenlänge) an den beiden Rohrenden markieren.	
5. Elektroschweissmuffen – ohne innen die Schweissfläche zu verschmutzen – vollständig über die beiden Rohrenden aufschieben.	
6. Abzweig-Formstück einsetzen und Elektroschweissmuffen bis zur Einstecktiefenmarkierung am Abzweig zurückschieben (auf spannungsfreie Montage achten).	
7. Die Verschweissung erfolgt mit einem polyvalenten Schweissgerät.	
8. Verbindung bis zur vollständigen Abkühlung der E-Muffen nicht belasten.	

Es gelten die Voraussetzungen sowie Detailschritte gemäss DVS 2207-1 (PE) und DVS 2207-11 (PP).

Montageablauf: nachträglicher Einbau eines PVC-U 45° Klebesattels

1. Sattelfläche auf dem Rohr markieren und herauszuschneidende Öffnung im Anschlussstutzen anzeichnen.	
2. Ausbohren des Rohrbutzens mittels Stichsäge, mit handelsüblicher Bohrmaschine und einer Bohrkronen oder gemäss Herstellerangaben. Ggfs. Sägeglat mit Schaber oder Feile entfernen (nicht Anfasen).	
3. Klebefläche müssen sauber und trocken sein. Anschliessend Rohroberfläche und Klebesattel im Klebebereich mit speziellem PVC-Reiniger reinigen. Beim Reinigen müssen die Klebeflächen fett- und schmutzfrei werden. Nach dem Reinigen zeigen die Oberflächen ein deutliches Anlöseverhalten und eine matte Farbe.	
4. Klebstoff umrühren und prüfen (Fließverhalten). Klebstoff mit einem Pinsel auf Rohroberfläche und Fittinginnenseite relativ dünn und gleichmässig auftragen.	
5. Aufbringen der Klebeschelle innerhalb von 1 Minute nach Beginn des Klebstoffauftrags. Klebeschelle gemäss Herstellerangaben (z.B. mit Spannvorrichtung, Spann Gurten oder Schlauchbriden) auf das Rohr pressen.	
6. Die Abbindezeit des Klebstoffs beträgt ca. 1 Stunde. Anschliessend können Spannvorrichtung/ Spann Gurte/ Schlauchbriden entfernt werden. (Dichtheitsprüfung erst nach 3-4 Stunden!)	

Zusätzliche Installationshinweise der Hersteller beachten.

4.7.6.2 Anschluss-Sattel 90°

Auch hier stehen zwei Verbindungsarten zur Verfügung

Verschraubter Anschluss-Sattel mit Steckmuffenabgang

(bei allen Kunststoff-, Beton-, Eternit-, und Stahlrohren einsetzbar)

Die Montage der verschraubten Anschluss-Sattel entnehmen Sie den Herstellerangaben.

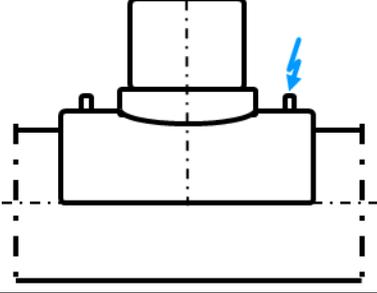


Elektroschweiss-Sattel mit Spitzend-Abgang

(PE und PP)



Montageablauf: nachträglicher Einbau eines Elektroschweiss-Anschlusses

1. Sattelfläche auf dem Rohr markieren und Rohroberfläche schälen (auf gleichmässigen Wanddickenabtrag ≥ 0.2 mm achten.)	
2. Rohroberfläche (nur im geschälten Bereich) und Elektroschweiss-Sattel reinigen. Die Schweisstellen müssen sauber, trocken und fettfrei sein.	
3. Abwassersattel gemäss Herstellerangaben aufsetzen und fixieren.	
4. Die Verschweissung erfolgt mit einem polyvalenten Schweissgerät.	
5. Fixierung erst nach der vollständigen Abkühlung des Sattels entfernen.	
6. Ausbohren des Rohrbutzens mittels handelsüblicher Bohrmaschine und einer Bohrkronen oder gemäss Herstellerangaben. Auf eine zentrische Anbohrung mit geeignetem Bohrkronen-Durchmesser achten!	

Zusätzliche Installationshinweise der Hersteller beachten.

4.8 Schächte und Schachtanschlüsse

Die Anforderungen an thermoplastische Kunststoffschächte sind in der SN EN13598-1 und SN EN13598-2 geregelt.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Kunststoff-Schachtsystemen und Werkstoffen verfolgen das Ziel, für jede individuelle Herausforderung die optimalste und wirtschaftlichste Lösung zu bieten.

Häufige Schäden an konventionellen Schächten und insbesondere bei den Schachtdeckeln, hat die Kunststoffindustrie angespornt, hier eine werkstoffgerechte, zuverlässige und vor allem durchgängige Kunststofflösung anzubieten.



Schächte werden üblicherweise an allen Richtungs-, Neigungs- und Querschnittsänderungen verbaut. Sie bilden damit einen wesentlichen Teil des Kanalisationssystems und müssen dementsprechend die gleiche Funktionalität wie das übrige Kanalrohrsystem aufweisen. **Insbesondere müssen Schächte bis zur Oberkante dicht sein.**

4.8.1 Anwendung

Schächte sind daher ein wichtiges Element in der Entwässerung und dienen

- zur Kontrolle
- Wartung und Reinigung
- sowie zur Be- und Entlüftung

in der öffentlichen Kanalisation, im Bereich der Liegenschaftsentwässerung, in der Druckentwässerung, sowie in Gewässer- und Trinkwasserschutzzonen.

4.8.2 Was zeichnet Kunststoff-Schächte aus?

Ergänzend zu den im Kapitel 1.2.2 beschriebenen Eigenschaften von Kunststoff-Kanalsystemen zeichnen sich Kunststoff-Schächte durch folgende Eigenschaften besonders aus:

Zuverlässige Dichtheit bis zur Oberkante

Wasserdichte Werkstoffe, porenfreie und glatte Dichtflächen, enge Fertigungstoleranzen und eine zuverlässige Verbindungstechnik zwischen den Schachbauteilen und mit dem Rohrsystem garantieren eine zuverlässige Dichtheit des Kunststoff-Schachts über seine gesamte Lebensdauer.



Systemverträglich

Die Vielzahl der Verbindungstechniken und Anschlussmöglichkeiten lassen sowohl gesteckte und geschweisste Anschlüsse, als auch Werkstoffübergänge auf andere nicht system-homogene Rohrmaterialien zu.



Einfaches Handling

Das geringe Gewicht (10-20 x leichter als Beton-schächte) und die riss- und bruchsicheren Werkstoffe ermöglichen einfaches, schnelles und sicheres Handling von Kunststoffschächten auch unter beengten Baustellenverhältnissen. Das Verletzungsrisiko im Graben wird dadurch deutlich reduziert. Durch das geringe Gewicht stellen Kunststoff-Schächte keinerlei Arbeitssicherheitsprobleme dar.



Widerstandsfähig und langlebig

Die robusten sowie flexiblen Schachtbauteile aus Kunststoff widerstehen problemlos den Beanspruchungen durch Verdichtungsgeräte bei der fachmännischen Installation. Auf Erdbewegungen und Setzungen im Betrieb reagieren sie flexibel. Biogene Schwefelwasserstoff-(H₂S)-Korrosion ist bei Kunststoffschächten ausgeschlossen. Kunststoffschächte bieten damit eine chemisch und mechanisch widerstandsfähige und langlebige Lösung (>100 Jahre).



Stand sicher und wirtschaftlich

Ohne eine kraftschlüssige Verbindung von Schacht-abdeckung und Kunststoffschacht wird der grösste Anteil der Verkehrslasten nicht direkt auf den Schacht, sondern in den umliegenden Boden geleitet. Durch diese Entkopplung liegt der Schacht nahezu verkehrslastfrei im Erdreich. Verkehrslastbedingte Setzungen werden somit vermieden. Unterhaltskosten-intensive Nachbesserungen der Schacht-abdeckung können durch den indirekten Lastabtrag und Teleskop-Lösungen eliminiert werden.

Betrachtet man die Life-Cycle Kosten, sind somit deutliche Kosteneinsparungen (bei Wartung und Sanierung) mit Kunststoff-Schächten zu erzielen.



Optimale Hydraulik

Die glatten, porenfreien Oberflächen lassen Ablagerungen schlecht haften und diese sind ohne grossen Kraftaufwand zu reinigen. Die Werkstoffe sind sehr abriebfest und hochdruckspülbar. Die sehr geringe betriebliche Rauheit von Kunststoffschächten ermöglicht ein exzellentes Abflussverhalten. Somit werden Wartungsintervalle verlängert und Instandhaltungskosten reduziert.



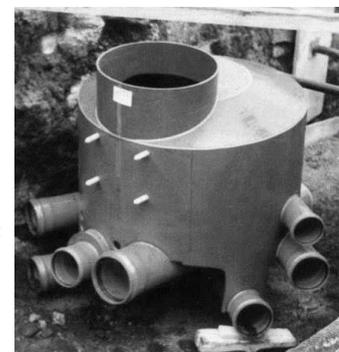
Ein Beispiel für eine gesamtwirtschaftliche Kostenvergleichsbetrachtung zwischen biegesteifen Schächten und Kunststoffschächten finden Sie in
 → [Anlage 4.8.2 Kostenvergleichsrechnung Schacht](#)



4.8.3 Schachtarten

Schächte werden – neben der Dimension – hauptsächlich nach Ihren Funktionen unterschieden:

Kontroll- und Inspektionsschacht

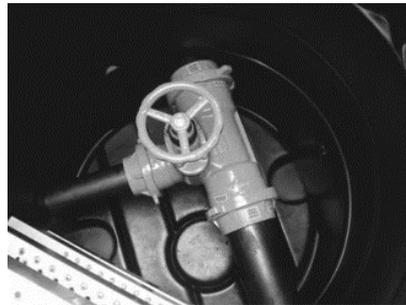


Einsteigeschacht



Sonderschacht

(Armaturen- & Pumpenschacht, Absturz- und Druckentlastungsschacht, Energieumwandlungsschacht, Sandfangschacht, Tangentialschacht, Brunnenstube, Regenwasserschacht, Deponieschacht, ...)



4.8.4 Herstellung von Schächten

Thermoplastische Kunststoffschächte werden als komplett verschweisste oder modular aufgebaute, steckbare Baugruppen in folgenden Verfahren hergestellt:

- Spritzguss-Verfahren
- Extrusionsverfahren
- Wickelverfahren
- Rotationsverfahren

4.8.5 Transport und Lagerung

Die Lagerung der Schachtelemente ist stehend und auf ebenem Grund.

Mitgelieferte Dichtungen sind verpackt, frostfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern.

4.8.6 Bettung und Verfüllung

Die Bettung und Verfüllung von Kunststoff-Schächten ist entsprechend Herstellerangaben auszuführen.

Speziell unterhalb von Rohranschlüssen an den Schacht ist auf sorgfältiges Unterstopfen/Verdichten zu achten.

4.9 Doppelwandige Rohrsysteme

Rohrleitungen zur Haus- und Grundstücksentwässerung in Trinkwasserschutzzonen benötigen zusätzliche Massnahmen zur Sicherung der Grundwasservorkommen.

Wenn Leitungen öffentlicher oder privater Kanalisationen nicht ausserhalb von Grundwasserschutzzonen des Typs S2 geführt werden können, sind die Leitungen und Grundstücksanschlussleitungen kontrollierbar auszuführen. Eine einfache und gängige Methode zur Kontrolle der Dichtheit ist, das Kanalisationsnetz als kontrollierbares Doppelrohrsystem (Rohre und Schächte) auszubilden.

Neue Leitungen unter der Bodenplatte (Grundleitungen) sind als frei sichtbar geführte Leitungen zu erstellen. Wo dies nicht möglich ist, sind die Leitungen mit spiegelgeschweissten Rohren zu erstellen. Wichtig ist, dass der Zustand des Leitungssystems überprüft werden kann (visuell oder mittels Dichtheitsprüfung).

Doppelrohrleitungen bestehen aus einem Schutzrohr, in dem das abwasserführende Innenrohr mit definiertem Zwischenraum (Abstandshalter) eingebettet ist. Der Raum zwischen Abwasser- und Schutzrohr wird mit unterschiedlichen Systemen auf Dichtheit überwacht.

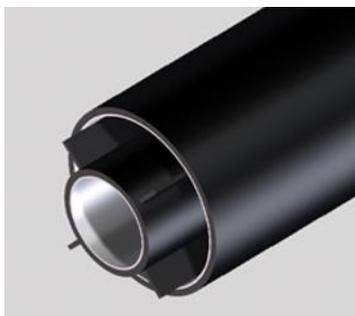
Für die Herstellung solcher Doppelrohrleitungen werden besondere Formstücke angeboten oder sie werden werkstattmässig vorproduziert. Die Erstellung und Montage derartiger Leitungen sollte nur durch spezialisierte Firmen vorgenommen werden.

Doppelrohr-Komplettsysteme mit folgenden Komponenten sind verfügbar:

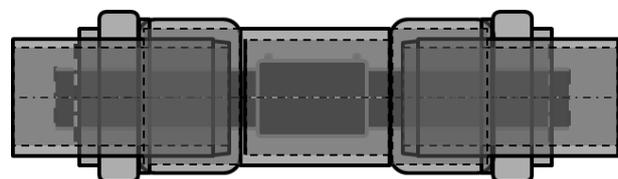
- Doppelrohre
- Doppelrohrformteile
- Befestigungselemente
- Einlaufdüse
- Schächte mit Doppelrohranschlüssen
- Leckage-Warnsysteme



Doppelrohr-Schacht



Abstandshalter Doppelrohr

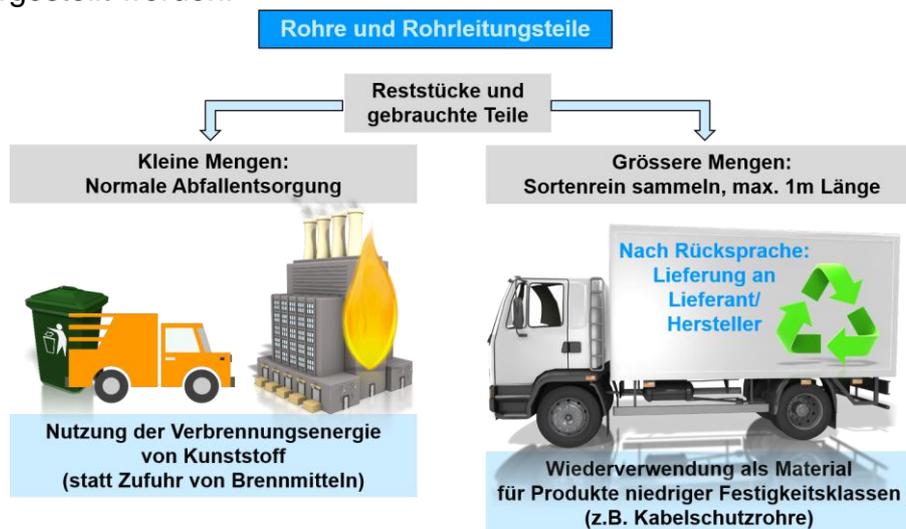


Doppelrohrsystem – innen geschweisst (E-Muffen) und aussen gesteckt (lange Überschiebemuffen)

4.10 Entsorgung

Bei jeder Rohrnetzverlegung fallen Abfälle an. Aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen sollte das Abfallvolumen gering gehalten und unsortierte Abfälle vermieden werden.

- Abfälle dürfen nicht im Rohrgraben entsorgt werden!
- Sortenrein getrennte, saubere Rohre und Rohrleitungsteile aus Kunststoff in grösseren Mengen aus der Vorfabrikation oder aus dem Rohrleitungsbau eignen sich für den Recyclingprozess.
- Diese können nach Rücksprache mit dem Lieferanten der Wiederaufbereitung zugeführt werden. Aus wiederaufbereiteten Kunststoffgranulaten können z.B. Kabelschutzrohre hergestellt werden.



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 nach Rücksprache mit dem Lieferanten zurückgeliefert werden. Der Hersteller wiederum wird diese sortenreinen Rohrabschnitte 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 wieder zu verwerten.

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, leere Dosen mit PVC-Kleber, etc.) dürfen nicht im Baugraben entsorgt werden. Ein sortenreines Trennen dieser Abfälle bereits auf der Baustelle, in separate Abfallsäcke, erleichtert später die umweltfreundliche Entsorgung. Beachten Sie dabei die Herstellerhinweise.

5 Abnahme des Werkes und Haftung

Neu erstellte Anlagen sind nach der Bauvollendung zu prüfen. Bei grossen Baustellen können auch Teilabschnitte geprüft und dem Bauherrn übergeben werden. Mit der Abnahme des Werkes beginnt die Garantiezeit.

5.1 Bauabnahme

Die Abnahme erfolgt im Beisein von Bauherr, Planer / Bauleitung und Bauunternehmung. Dies ist vor allem für den Bauherrn wichtig, da er anschliessend die Verantwortung für das Werk übernimmt.

Die Prüfung von Leitungen und Schächte beinhaltet:

- Lage (Richtung, Höhe und Gefälle)
- Zustand (sichtbare Schäden an Rohren, Verbindungen und in den Schächten, visuell und/oder mit Kanalfernsehen)
- Dichtheit der Leitung und der Schächte (allenfalls vorgängige Dichtheitsprüfungen)
- Ausführung (Seitliche Anschlüsse, Schachtanschlüsse usw.)
- Funktionskontrollen von Spezialteilen (Pumpen, Schieber usw.)

Die Abnahme ist zu protokollieren und von allen Parteien zu unterzeichnen. Sind keine oder leichte Mängel vorhanden, gilt das Werk als abgenommen und die Garantiezeit (Rügefist) beginnt. Sind grössere Mängel vorhanden, müssen diese zuerst nachgebessert werden. Allenfalls ist die Garantiezeit zu verlängern oder der Preis zu reduzieren.

Bei Neubauspülungen von Gebäudeleitungen ist die Reinigung mit Spülkamera eine wirkungsvolle und kostengünstige Kontrollmöglichkeit.

Fehlende Untersuchung und Prüfungen können Kosten, die der Unternehmer zu tragen hätte, auf den Bauherrn verlagern, da die Schäden meist erst nach den Garantiezeiten (2 Jahre für offensichtliche, 5 Jahre für verdeckte Mängel) bemerkt werden.

5.1.1 Dokumente für die Abnahme des Werkes

Bei der Abnahme des Werkes müssen folgende Dokumente vorhanden sein:

- Plan des ausgeführten Werkes (PAW)
- Hochdruckreinigung und Kanalfernsehaufnahmen
- Dichtheitsprüfprotokolle von Leitungen und Schächten
- Betriebsanleitung von Spezialteilen (Pumpen, Schieber usw.)
- Garantieschein
- Wenn immer möglich Bauabrechnung
- Weitere verlangte Prüfungen wie z.B. Deformationsmessungen, ME-Messungen usw.)



Eine Checkliste zur Bauabnahme von Leitungen und Schächten finden Sie in
→ [Anlage 5.1.1 Checkliste - Abnahme](#)



5.2 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme der Anlagen erfolgt in Absprache mit dem Bauherrn. Mit der Inbetriebnahme übergeht das Werk in das Eigentum des Bauherrn. Er übernimmt damit auch die Haftung.

5.3 Garantieabnahme

Vor Ablauf der 2-jährigen Garantiezeit soll die Garantieabnahme durchgeführt werden. Vor der Abnahme soll die Leitung und die Schächte gereinigt und mittels Kanalfernsehen untersucht werden. Sind keine Schäden vorhanden oder haben sich die bestehenden Schäden nicht ausgeweitet, gilt das Werk als abgenommen und der Unternehmer aus der Gewährleistungsfrist entlassen. Auch die Garantieabnahme ist zu protokollieren und von allen Parteien zu unterzeichnen.

6 Werterhalt

6.1 Unterhalt

Gemäss GSchV Art. 3 muss der Inhaber von Abwasseranlagen diese fachgerecht betreiben und unterhalten.

Unter periodischem Unterhalt versteht man Kanalreinigung, Kanalfernsehuntersuche, leeren von Schlamm-sammler/Becken usw. und Dichtheitsprüfung.

Mit den Unterhaltsarbeiten erreicht man:

- Verminderung von Ablagerungen, welche zu Rückstau und Überschwemmungen in Liegenschaften führen können
- Austritte von Abwasser in Boden- und Grundwasser und Verschmutzung derselben
- Eintritt von sauberem Grund-, Quell-, Sickerwasser durch undichte Muffen und Schadstellen, was zu hohen Reinigungskosten auf Abwasserreinigungsanlagen führt.
- Verlängerung der Lebensdauer des Werkes durch frühzeitiges Erkennen und Beheben von Schäden.

6.1.1 Schlamm-sammler leeren

Schlamm-sammler sind regelmässig³⁰ zu leeren. Werden diese Arbeiten vernachlässigt, schwemmt es die Feststoffe (Kies, Sand usw.) in die Leitung. Dadurch wird die Rohrsohle stetig abgeschliffen, was v.a. bei biegesteifen Rohren (Beton und Faserzement) zu Durchbrüchen der Sohle führen kann.



Biegesteifes Rohr leicht ausgewaschen



Biegesteifes Rohr stark ausgewaschen



Biegesteifes Rohr durchgebrochen

Gelangen Feststoffe in die Leitungen, sind Kunststoffrohre die bessere Wahl. Aufgrund ihrer glatten Oberfläche und ihres abriebfesten Verhaltens sind sie resistenter gegenüber abrasiven Feststoffen.

³⁰ Siehe Tabelle 1 - Empfohlene Reinigungsintervalle

6.1.2 Kanalreinigung

Abwasserleitungen sind periodisch zu reinigen. Idealerweise erstellt das Planungsbüro oder die Bauverwaltung einen Plan, in welchem die Etappen und die Reinigungsjahre³¹ eingetragen sind.

Bei den periodischen Reinigungsarbeiten werden lose und harte Ablagerungen aus den Leitungen entfernt. Dadurch wird verhindert, dass sich immer mehr Ablagerungen ansammeln können und es dadurch zu Rückstaus in Liegenschaften oder aus den Schächten kommen kann. Bleiben die Feststoffe liegen (vor allem in Schmutzwasserleitungen mit geringem Gefälle), beginnen diese zu reagieren. Die daraus entstehenden Gase (biogene Schwefelsäure) verursachen Korrosionen an den Rohrwänden (bei Beton und FZR).

Ein weiteres Problem sind die Fette im Abwasser. In Kombination mit Wegwerfwindeln, Feuchttücher usw. können Pfropfen entstehen, die im schlimmsten Fall die gesamte Leitungen verschliessen. Durch die glatte Oberfläche der Kunststoffrohre bleiben solche Materialien weniger haften. Falls doch solche Ablagerungen vorhanden sind, können sie effizient mit Hochdruck entfernt werden.

Um harte Ablagerungen (Beton, Kalk) sowie Wurzeleinwuchs aus Leitungen und Schächten zu entfernen, werden spezielle Gerätschaften benötigt. Die Entfernung harter Ablagerungen erfordert hohe Drücke resp. hohe Volumenströme des Spülwassers. Kunststoffrohre werden im Zuge der Qplus-Zulassung auf 200bar geprüft. Auch der Einsatz von Kettenschleudern in Sickerrohren wird geprüft. Zugelassene Rohre werden keine Abplatzungen oder Auswaschungen aufweisen, wie das z.B. bei Beton- oder Faserzementrohren der Fall sein kann.

Während den Reinigungsarbeiten sind Leitungen mit starken Kalk-, Kies oder sonstigen Vorkommen zu protokollieren. Anschliessend muss der Planer diese auswerten und wenn notwendig die Reinigungsintervalle anpassen³².



Bei Unterhaltsarbeiten an nicht sichtbaren Anlagen, ist es wichtig, dass die Arbeiten von Fachunternehmungen ausgeführt werden. Eine Auswahl an Kriterien sind³³:

- Einsatzfähige Fahrzeuge (Anzahl, Leistungen, kantonale Betriebsbewilligungen, Auswahl der verschiedenen Fahrzeuge für einzelne Arbeiten wie Schachtsaugfahrzeug, Kombifahrzeug, Wasser-Recyclingfahrzeug usw.)
- Einsatzfähige Chauffeure (Anzahl ausgebildeter Mitarbeiter mit bestandenen VSA Kursen, Anzahl Chauffeure mit ADR/SDR Ausbildung)

³¹ Siehe Tabelle 1 - Empfohlene Reinigungsintervalle

³² Details und Muster können der VSA Richtlinie Betrieblicher Unterhalt von Entwässerungsanlagen entnommen werden

³³ Details und Muster können der VSA Richtlinie Betrieblicher Unterhalt von Entwässerungsanlagen entnommen werden

- Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften (Zulassungen zum Strassentransport, Gefahrentgutbeauftragte, Betriebsbewilligungen für mobile Aufbereitungsanlagen)
- Mitgliedschaften (ASTAG, VSU, VSS, VSA)
- Qualitätsmanagement (ISO 9001 und ISO 14001)

Die Unterhaltsarbeiten sollen regelmässig ausgeschrieben werden.

Vor allem bei Liegenschaftsunterhalten wird eine Kanalreinigung mit einer Spülkamera empfohlen. Der Liegenschaftsbesitzer hat dann immer eine aktuelle Dokumentation über die ausgeführten Arbeiten und den Zustand der Abwasserleitungen.

Tabelle 1 - Empfohlene Reinigungsintervalle

Abwasseranlagen	Reinigungsintervalle	Kanal TV-Intervalle	Dichtheitsprüfintervalle
Schmutzwasserleitungen und Kontrollschächte	2-3 Jahre	10-12 Jahre	Je nach Schutzzone
Regen- und Mischwasserleitungen und Kontrollschächte	2-3 Jahre	10-12 Jahre	Je nach Schutzzone
Regen- und Sickerwasserleitungen und Kontrollschächte	1-3 Jahre (je nach Kalkvorkommen)	10-12 Jahre	Je nach Schutzzone
Schlammfänger und Einlaufschächte	1-2 Jahre	Visuelle Untersuchung beim Leeren	Je nach Schutzzone
Abwasserhebeanlagen und Ölabscheider	1 Jahr	Visuelle Untersuchung beim Leeren	Je nach Schutzzone
Regenbecken	1 Jahr	Visuelle Untersuchung beim Reinigen	Je nach Schutzzone
Fettabscheider	½ Jahr	Visuelle Untersuchung beim Leeren	Je nach Schutzzone

6.1.3 Kanal-TV-Inspektion

In Abständen von ca. 10-12 Jahren sollte das gesamte öffentliche Abwassernetz und die dazugehörigen privaten Anschlussleitungen mit Kanalfernsehen untersucht werden. Begehbare Leitungen sollen visuell begangen werden.

Die Arbeiten sollen jeweils ausgeschrieben werden. Die Kriterien sind die gleichen wie für die Reinigungsarbeiten. Ergänzt durch:

- Aufnahmequalität
- Abgabedokumentation

Stand der Technik ist heute die Aufnahmen mittels Panoramo-Technik. Damit kann der Betrachter in den Filmen anschliessend alles selbst ansehen, drehen, vermessen usw. wie er will und nicht so wie es der Operateur aufgezeichnet hat.

Die Berichte der Untersuchungen sollen anschliessend durch ein Planungsbüro oder die Bauverwaltung ausgewertet werden. Eine Auswertung beinhaltet:

- Zusammenfassung des Zustandes in Textform

- Sanierungspriorität
- Massnahmen
- Kostenschätzung

Um ein möglichst genaues Bild der Auswertung zu erhalten, bedarf es nebst den Stammdaten von Leitungen/Schächten auch:

- Grundwasserschutzzone
- Hydraulische Auslastung (wenn bekannt)
- Weitere bauliche Massnahmen
- Baulicher Zustand
- Medium
- Wassereintritte/Wasseraustritte

Die Resultate werden in einer Datenbank sowie im Zustands- und Massnahmenplan dargestellt. Üblich ist es, dass die Daten auch ins GIS übernommen werden.

6.1.4 Dichtheitsprüfungen

Je nach Schutzzone und vorhandenen Schadenbildern müssen Dichtheitsprüfungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Leitungen den Anforderungen an die Dichtheit genügen. Eine Dichtheitsprüfung kann auch zur Ortung von Schadstellen durchgeführt werden. Sie kann auch zur Auswahl eines Sanierungsverfahren dienen.

Geprüft werden können:

- Leitungssysteme (Liegenschaften)
- Haltungen/Teilhaltungen
- Muffen
- Anschlussbereiche
- Schächte

Es wird zwischen Prüfungen mit Luft und Wasser unterschieden. Kunststoffrohre können problemlos mit Luft geprüft werden. Die Rohrwand muss nicht benetzt werden. Das spart Wasser, Zeit und demzufolge auch Geld.

Als Grundlage für die Dichtheitsprüfungen gelten die folgenden Normen und Richtlinien:

- EN 1610, Prüfverfahren für neue Leitungen
- SIA 190, Anforderungen an neue Leitungen
- VSA Richtlinien, Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen

→ Schächte müssen immer bis OK Schacht geprüft werden.

Vor Einbringen der Seitenverfüllung können Sie eine Vorprüfung durchführen. Für die Abnahmeprüfung muss die Rohrleitung nach Verfüllen und Entfernen des Verbaues geprüft werden.

Schächte und Inspektionsöffnungen dürfen aus sicherheitstechnischen Gründen ausschließlich mit Wasser geprüft werden.

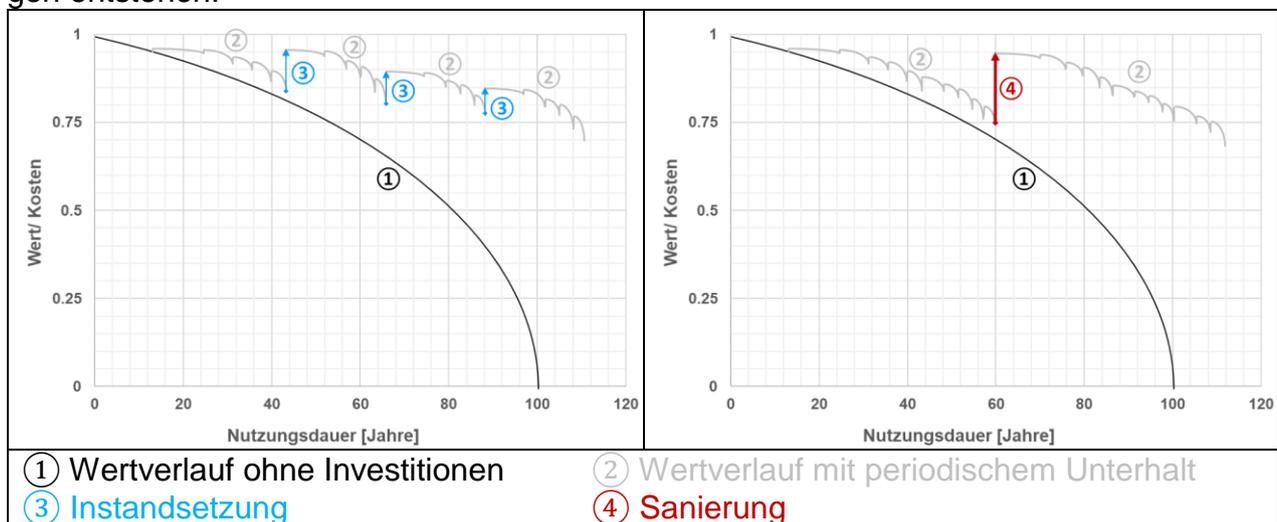


Ein Protokoll zur Dichtheitsprüfung von Leitungen und Schächten finden Sie in
 → [Anlage 6.1.4 Protokoll - Dichtheitsprüfung](#)



6.2 Phasen des Werterhalts

Wie der Name sagt, bedeutet Werterhalt die Erhaltung des Wertes eines Werkes, damit die geplante Lebensdauer erreicht oder verlängert werden kann. Wird kein Werterhalt gemacht, muss das Werk nach einer geringeren Lebensdauer komplett erneuert werden. Erneuerungen sind bei Abwasserleitungen kostenintensiv, da durch die Grabarbeiten Verkehrsbehinderungen, Wasserhaltungen und durch andere Werkleitungen Behinderungen entstehen.



Bei Leitungen die periodisch gereinigt, kontrolliert, geprüft und saniert/repariert werden, ist eine Erneuerung erst viel später notwendig.

Wichtig zu wissen ist, dass es doppelt so viele Meter an Hausanschlussleitungen wie Hauptleitungen gibt. Der Zustand derselben ist meist weniger gut, als die öffentlichen Leitungen. Deshalb ist es sinnvoll, bei Massnahmen an den öffentlichen Leitungen immer die seitlichen Anschlüsse mit einzubeziehen.

Nachfolgendes VSA-Video erläutert die einzelnen Aspekte des Werterhalts auch im Hinblick auf die Liegenschaftsentwässerung etwas näher. [Zum Video](#)³⁴

Die Massnahmen werden in drei Hauptgruppen unterteilt:

- **Instandsetzungen**
- **Sanierungen**
- **Erneuerungen**

³⁴ YouTube: »VSA Grundstücksentwässerung«

Die Massnahmen, welche für die einzelnen Haltungen getroffen werden müssen, sollten durch Fachplaner aufgrund der Kanalfernsehaufnahmen, hydraulischen Berechnungen, Grundwasserschutzzone und den Erfahrungen/Bedürfnissen der Betreiber festgelegt werden.



Zur Entscheidungshilfe bei der Auswahl der Verfahrensgruppe (Instandsetzung, Sanierung, Erneuerung) dient das Ablaufdiagramm in [→ Anlage 6.2 Ablaufplan - Wahl der Verfahrensgruppe](#)

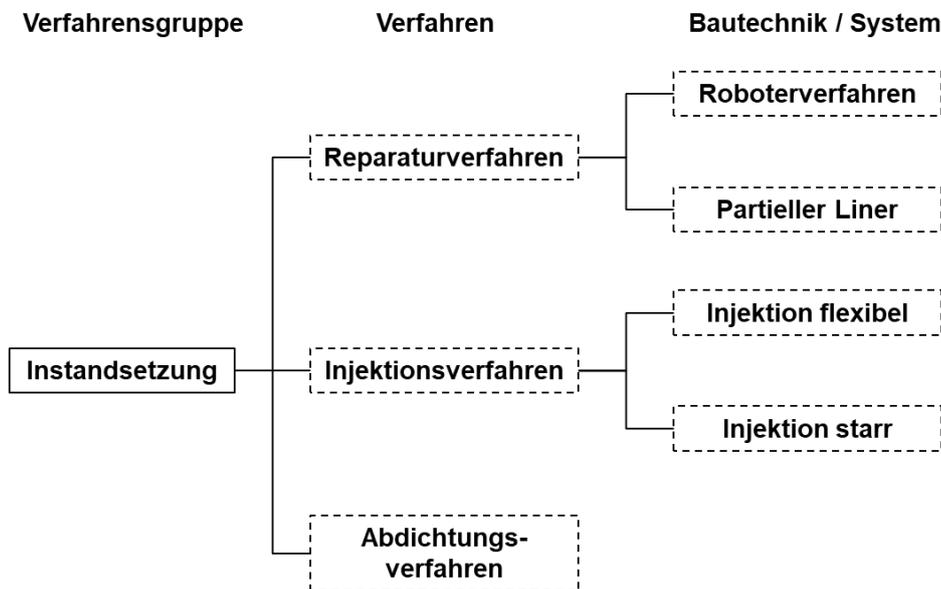


6.2.1 Instandsetzungen

Instandsetzungen sind Massnahmen für die Behebung von lokalen Schäden, welche keinen Einfluss auf die Statik und Hydraulik haben. Dies sind z.B. mangelhaft verputzte Anschlüsse, Löcher, einzelne undichte Muffen, kleinere Risse und Scherben.

Diese Massnahmen können in Form von

- Roboterreparaturen
 - Partlinern
 - Manschetten
- usw. ausgeführt werden.



Die Massnahmen eignen sich v.a. für Beton-, Steinzeug- und Faserzementrohre, in welchen die meisten der oben erwähnten Schäden auch auftreten. Werden diese Massnahmen an Kunststoffrohren angewendet, muss abgeklärt werden, ob die Haftung der Kleber auf den Kunststoffen gegeben ist.

Vorteile:

- Kostengünstige Massnahmen
- Meist keine oder nur kurze Wasserhaltung notwendig
- Keine langen Verkehrsbehinderungen

Nachteile:

- Nur für kleinere Schadstellen geeignete, keine Massnahmen für statische Schäden
- Kein Einsatz für Nennweiten unter 250 und über 800mm
- Bei Richtungsänderungen nicht einsetzbar
- Für Kunststoff- und Gussrohre meist ungeeignet
- Nachhaltigkeit der Massnahmen fraglich

Beispiele instandgesetzter Leitungen

Riss instandgesetzt



Loch instandgesetzt

Anschluss
instandgesetztManschetten
Reparatur

6.2.2 Sanierungen für Nicht-Kunststoffleitungen

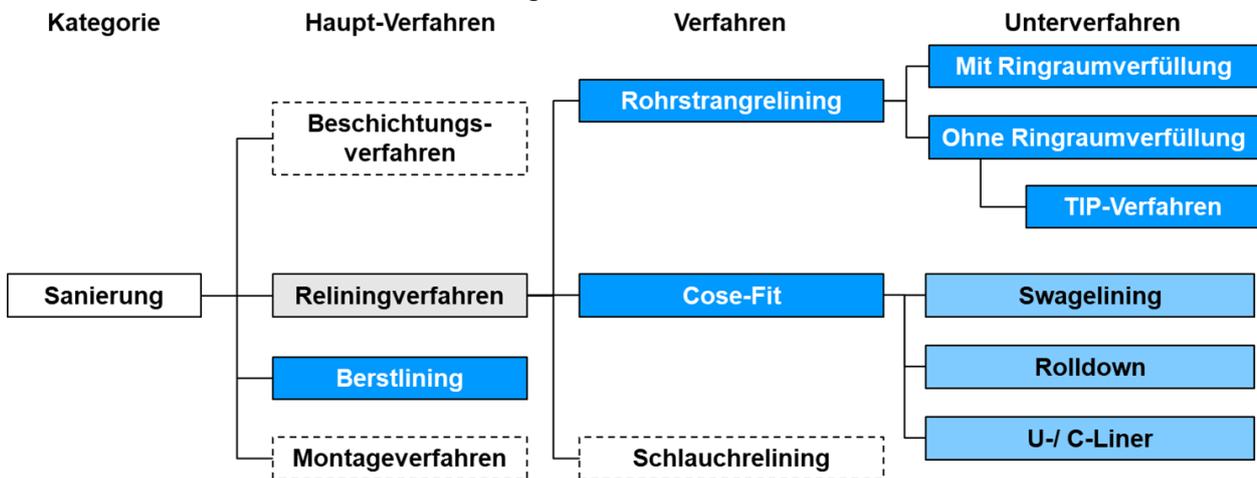
Eine Sanierung betrifft die gesamte Haltung und wird dann angewandt, wenn viele lokale, statische Schäden und/oder Streckenschäden vorhanden sind. Dies sind z.B. viele undichte Muffen, ausgewaschene Sohlen und Rohrwandungen, Risse über längere Distanzen.

6.2.2.1 Sanierung von Rohrleitungen

Bei den Verfahren zur Sanierung von Rohrleitungen wird unterschieden in:

- Beschichtungsverfahren
- Reliningverfahren
- Berstlining-Verfahren
- Montageverfahren

Bei allen Verfahren ist die Einbindung der seitlichen Anschlüsse zu beachten.



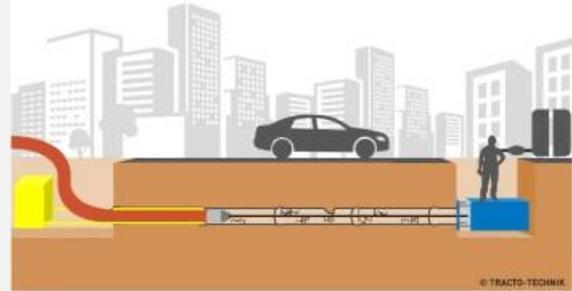
Verfahren/ Schema/ Beschreibung

Rohrstrang-Relining

- mit Ringraumverfüllung

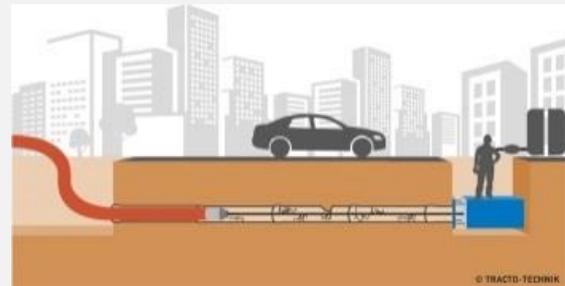
Beim Rohrstrangrelining wird ein flexibler Rohrstrang über Baugruben in den Kanal eingebracht. Der Strang aus neuen Polyethylen- oder Polypropylen-Kunststoffrohren wird entweder als Ringbund geliefert oder als Stangenrohre auf der Baustelle miteinander verschweisst. Seine Länge entspricht der Länge des zu sanierenden Kanalabschnitts. Der verbleibende Ringraum, ein Hohlraum zwischen neuer Kunststoffrohrleitung und bestehendem Altrohr/Erdwand, wird mit speziell dafür entwickelten, hydraulisch abbindenden Dämmern verfüllt. Durch die Ringraumverfüllung wird bei diesem Verfahren die statische Tragfähigkeit des Kanalabschnitts verbessert.

Abhängig davon, welcher Biegeradius für die verwendeten Neurohre zulässig ist, kann der Rohrstranglerliner in kleineren Dimensionen ohne Baugrube über bereits vorhandene Abwasserschächte eingebaut werden.



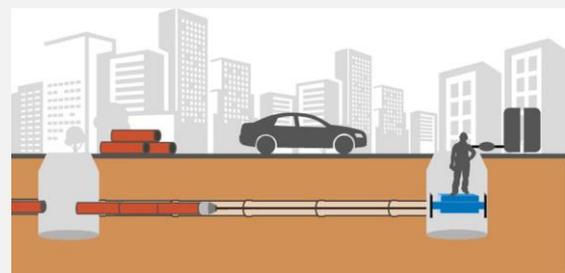
- ohne Ringraumverfüllung

Bei dieser Variante des Rohrstrangrelinings muss der Ringraum zwischen bestehendem Altrohr und neuer Kunststoffrohrleitung nicht verfüllt werden. Dabei muss die Altrohrleitung/ Erdwand die statische Tragfähigkeit des Kanalabschnitts sicherstellen.



- TIP-Verfahren (Tight-In-Pipe)
- Das TIP-Verfahren ist ein Kurzrohr-Relining. Vorrangig wird ein Neurohr aus Kunststoff eingebaut, das eng am Altrohr anliegt (Tight- In-Pipe). Es sind Maschinen mit Zug- oder Schubmechanismus für den Rohrstrang verfügbar. Der minimale Ringspalt muss nicht verfüllt werden.

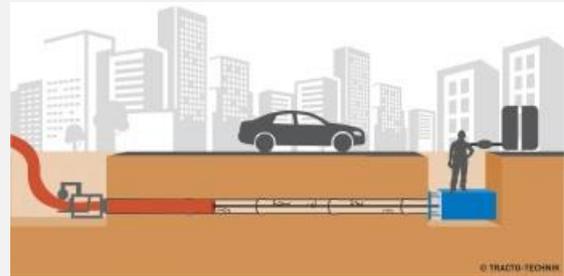
Einsatz: Sanierung von Abwasserleitungen aus Asbestzement, Beton und Steinzeug.



Verfahren/ Schema/ Beschreibung

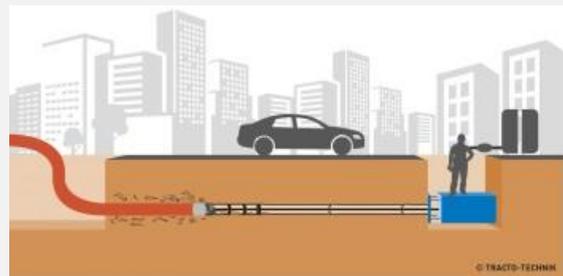
Close-fit

Der Begriff Close-Fit steht für eng anliegend, das heißt, es verbleibt ein minimaler oder gar kein Ringraum. Zum Einsatz kommt z.B. ein Polyethylen-Rohr, das verformt werden kann. In warmem Zustand wird das PE- Rohr C-/ U-förmig gefaltet. Wieder abgekühlt wird es auf Rohrtrommeln gewickelt und auf die Baustelle transportiert. Der Rohrquerschnitt reduziert sich durch die Verformung um bis zu 30%, was das Einziehen in die zu sanierende Leitung erleichtert. Nach dem Einzug in das Altrrohr wird das neue Inliner-Rohr mit heißem Wasserdampf erwärmt. Die Wärme löst den Memory-Effekt aus, der das PE-Rohr wieder in seine ursprünglich runde Form bringt. So schmiegt sich der Inliner von innen passgenau (close-fit) an das Altrrohr an und verharrt dauerhaft in dieser Form. Mit dem Close-Fit-Verfahren können Leitungen und Kanäle renoviert werden. Bei Closefit wird noch in die Unterverfahren Swagelining, Rolldown, U-Liner und Compact-Pipe unterschieden.



Berstlining

Beim Berstlining-Verfahren bricht man die alte Rohrleitung auf und verdrängt sie in den umgebenden Baugrund. Gleichzeitig wird ein neues Kunststoffrohr gleicher oder größerer Nennweite eingezogen. Je nach Krafteinleitung unterscheidet man zwischen dem dynamischen und dem statischen Berstlining.



Beim dynamischen Berstlining unterstützt eine Seilwinde den Berst- und Einziehvorgang. Als Verdrängungskörper dient ein druckluftbetriebener Bersthammer. Die Rammenergie wird auf die Altrrohrleitung übertragen, so dass diese aufgebrochen wird.

Beim statischen Berstlining findet die Krafteinleitung hydraulisch über ein Gestänge statt. Das leiterartig verbundene Gestänge zieht einen Berstkörper durch das alte Rohr, zerstört es und führt zeitgleich das neue Rohr ein.

Die folgende Matrix dient als Entscheidungshilfe zur Wahl des Rohrreparaturverfahrens

Geeignet ● Bedingt geeignet ○ Nicht geeignet ☒ Schadensbilder	Rohrstrang- relining mit/ ohne Ringraumverfüllung	Closefit (Verformungs- verfahren)	Berstlining
Rohrwand			
- Radialrisse (Umfang)	●	●	●
- Axialrisse	●	●	●
- Undichtigkeiten	●	●	●
- Abplatzungen	●	●	●
- Korrosion	●	●	●
- Scherbenbildung	●	○	●
Rohrquerschnitt			
- Wurzeleinwuchs	☒	☒	●
- Fremdkörper	☒	☒	●
- Ablagerungen	☒	☒	●
Rohrverbindung			
- Undichtigkeiten	●	●	●
- Breiter Muffenspalt	●	●	●
- Beschädigte Muffen	●	●	●
- Versetzte Muffen	○	○	●

Vorteile:

- Kostengünstige Massnahmen im Vergleich zur Erneuerung.
- Lebenserwartung kann um Jahrzehnte verlängert werden.
- Bei allen 4 Verfahren mit Kunststoffrohren entspricht der Zustand einer Erneuerung, allerdings mit viel weniger Aufwand.
- Meist Wasserhaltung notwendig, aber nur wenige Tage.
- Keine langen Verkehrsbehinderungen.

Nachteile:

- Durch die Sanierung wird der Rohrquerschnitt verringert. Dies kann v.a. bei Verfahren für statische Schäden mit dickwandigeren Rohren oder Inlinern zu hydraulischen Engpässen führen.
- Rohrstrangrelining und Closefit kann nur eingesetzt werden, wenn der Rohrquerschnitt durchgehend gegeben ist. Bei Rohrbrüchen, stark versetzten Muffen, Deformationen kann nur Berstlining eingesetzt werden.
- Bei Einsatz unter 250mm ist darauf zu achten, dass die Anschlüsse geöffnet und wenn immer möglich dicht eingebunden werden können. (Innenschweiss-Sattel oder offene Bauweise).

In der nachfolgenden Tabelle wird die Eignungsfähigkeit der verschiedenen Kunststoffrohr-Materialien für Kanalrohre und deren Verbindungstechniken auf die unterschiedlichen Sanierungsverfahren dargestellt.

Verfahren	Zulässige Werkstoffe/ Rohrtypen	Rohrwandintegrierte Verbindung				
		Steckmuffen	Rasterverbindung	Schraubmuffen	Elektroschweissmuffen	Stumpfschweissung
Rohrstrang-Relining ▪ mit Ringraumverfüllung	PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	ⓘ	ⓘ	ⓘ	✓✓	✓✓
▪ ohne Ringraumverfüllung	PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	ⓘ	ⓘ	ⓘ	✓✓	✓✓
▪ TIP-Verfahren	PP-HM, PVC-U, PE100-RC	✓✓	ⓘ	ⓘ	✗	✗
Close-fit	PE100/ PE100-RC ein- und mehrschichtig	✗	✗	✗	✗	✓✓
Berstlining	PE100-RC ein- und mehrschichtig, PE100-RC mit Schutzmantel, PP, PP-HM	ⓘ	ⓘ	✓	✓	✓✓

✗ nicht geeignet

ⓘ möglich, Bedingungen klären

✓ geeignet

✓✓ ideal



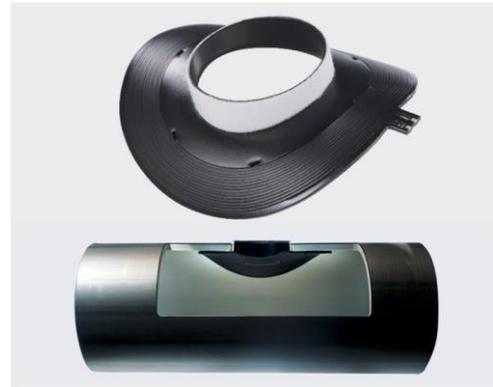
Eine Checkliste zur Projektierung grabenloser Sanierungen erhalten Sie in
 → [Anlage 6.2.2.1 Checkliste - Projektierung grabenlose Sanierung](#)



6.2.2.2 Sanierung von seitlichen Anschlüssen

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 oder Aufscheiss-Sattels in offener Bauweise erfolgen.

Eine wirtschaftlichere Variante zur Anbindung des Abgangs an das Kanalrohr stellt allerdings das direkte Einschweissen eines Innen-Sattels mittels Robotertechnik dar.



Diese Technik spart Installationszeit sowie kostenaufwendige Tiefbauarbeiten und vermeidet somit unnötige Umweltbelastungen.

6.2.2.3 Sanierung von Schächten

Fachleute gehen davon aus, dass 10 bis 20 Prozent der Abwasserschächte sanierungsbedürftig sind. Von biogener Schwefelsäurekorrosion belastete Betonschächte können ihre Standfestigkeit verlieren. Sanierungsmethoden mittels Beschichtungsverfahren sind häufig nicht erfolgreich. Sie setzen einen optimal vorbereiteten Materialuntergrund und entsprechende Witterungsbedingungen voraus, die bei korrodierten und undichten Schächten nur selten gegeben sind.



Kunststoff-Systemlösungen bieten mit Schacht-in-Schacht-Sanierungen hingegen eine wirtschaftliche und dauerhafte Lösung dieses Problems.

6.2.3 Erneuerung

Eine Erneuerung wird dann vorgenommen, wenn keine Instandsetzung oder Sanierung möglich ist, hydraulische und statische Mängel vorhanden und/oder, die Lage der Leitung geändert werden muss.

Erneuerungen werden unterschieden in:

- Offene Bauweise (gesamter Haltungen oder örtlicher Ersatz)
- Grabenlose Neuverlegung (siehe Kapitel 4.4.1)

Vorteile:

- Die Lage der Leitung kann neu definiert werden.
- Hydraulische Probleme können gelöst werden.
- Anschlüsse können optimal angeschlossen werden.
- Schachtbauwerke werden mitberücksichtigt und erneuert.
- Neues Rohrmaterial kann aufgrund des Stands der Technik gewählt werden.
- Höchste Lebenserwartung
- Möglichkeit von Gesamterneuerung mit anderen Werken (Kostenoptimierung).

Nachteile:

- Hohe Kosten durch Grabarbeiten, Wasserhaltung, Behinderungen usw.
- Meist Verkehrsbehinderung über längere Dauer.
- Kann Einfluss auf andere Werke haben (Lage).

Vollwandrohre, Formteile und Schächte aus PE, PP oder PVC-U sind optimale Bauprodukte, welche die Herausforderungen für die Abwasseranlagen meistern. Durch die Vielfalt handelt es sich bei Kunststoffen um in sich geschlossene, werkstoff-homogene Systeme, während bei anderen Baustoffen meist für Formteile und Schächte auf andere Materialien ausgewichen werden muss.

7 Anlagen

7.1 Kunststoff-Grundlagen und Allgemeines

Anlage	Inhalt
1.4a	Merkblatt – Rohrtypen
1.4a	Merkblatt – Herstellverfahren

7.2 Projektierung

Anlage	Inhalt
2.0	Dossier - Regenwassermanagement
2.3a	Datenblatt - Textbausteine Planer
2.3b	Matrix zur Materialauswahl
2.3.2	Datenblatt - Werkstoffkennwerte
2.4.1	Datenblatt – Chemische Beständigkeit von Rohren aus PE, PP und PVC-U
2.4.9	Merkblatt – Ökologie von Kunststoff-Kanalsystemen
2.8	Planungsgrundlagen - freiverlegte Leitungen

7.3 Bemessung

Anlage	Inhalt
3.2.3.1a	Datenblatt - Abmessungen und Hydraulik PE-Rohre
3.2.3.1b	Datenblatt - Abmessungen und Hydraulik PP-Rohre
3.2.3.1c	Datenblatt – Abmessungen und Hydraulik für kompakte Vollwandrohre aus PVC-U
3.2.6	Datenblatt - Statikwerte verschiedener Bodenarten und -gruppen

7.4 Ausführung

Anlage	Inhalt
4.2.2	Checkliste - Baustellenorganisation in der Kanalisation
4.3.7	Merkblatt - Zugelassene Umhüllungsmaterialien
4.4.1a	Checkliste - Projektierung grabenloser Verlegung
4.4.1b	Checkliste - Grabenlosen Sanierung
4.4.1c	Merkblatt - Baustellenanforderungen beim Einziehen
4.4.1b	Merkblatt - Zulässiger Zugkräfte beim Einziehen
4.6.1	Merkblatt - minimal zulässiger Biegeradien PE + PP
4.7.3.2	Merkblatt - Montage von Kunststoff-Flanschverbindungen Abwasser

- 4.7.4.1 Schweißprotokoll - Heizelement-Stumpfschweißen PE + PP
- 4.7.4.2a Schweißprotokoll - Heizwendel-(Elektro-)schweißen PE + PP
- 4.7.4.2b Merkblatt - Unterschied bei Elektroschweißgeräten

7.5 Abnahme

Anlage	Inhalt
5.1.1	Checkliste - Abnahme

7.6 Werterhalt

Anlage	Inhalt
6.1.4	Protokoll – Dichtheitsprüfung (Word-Vorlage & Excel-Berechnungsdatei)
6.2.2.1	Checkliste Projektierung grabenlose Sanierung
6.2	Ablaufdiagramm – Wahl der Sanierungs-Verfahrensgruppe

8 Impressum

8.1 Herausgeber

Diese Broschüre „Leitfaden für erdverlegte Kanalisationssysteme“ wurde im Jahr 2018 durch den Fachverband „Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile – VKR – herausgegeben. (V10)

1. Auflage, Oktober 2018

VKR



Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile
Association tubes et raccords en matières plastiques
Associazione tubi e raccordi in materie plastiche
Plastic Pipes and Fittings Association

Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile (VKR)

c/o Swiss Plastics
Schachenallee 29C
CH-5000 Aarau
www.vkr.ch

Ihr Ansprechpartner

Geschäftsführer
Peter Stauffer
Tel. 062/834 00 68
peter.stauffer@vkr.ch

8.2 Arbeitsgruppe

Canplast AG, 1029 Villars-Ste-Croix
Cédric Lambiel

www.canplast.ch

Jansen AG, 9463 Oberriet
Kevin Huber

www.jansen.com

Qplus Swiss Quality, 8152 Glattbrugg
Anne-Marie Hänggi

www.qplus.ch

Rehau Vertriebs AG, 8304 Wallisellen
Benjamin Montag

www.rehau.com/ch-de

Simona AG, 4313 Möhlin
Michel Schwarb

www.simona.de

Streng Plastic AG, 8155 Niederhasli
Urs Hänseler

www.streng-plastic.ch

Die inhaltliche Erarbeitung, die textlichen Beiträge und die grafische Gestaltung dieses Leitfadens wurde durch **Marketing4P** – Michael Gressmann www.marketing4p.ch unterstützt.