

4.1 Normen / Richtlinien

Bei der Projektierung und Verlegung von Jansen-Kanalisationsrohren und Formteilen gelten die jeweils gültigen Normen

SIA 190 Kanalisationen (Ausgabe 2000)

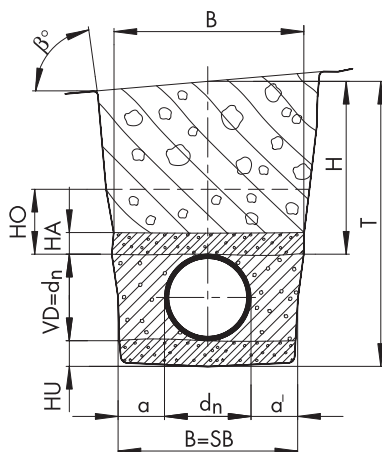
SN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (Ausgabe 1997)

SN 592'000 Liegenschaftsentwässerung (Ausgabe 2002)

sowie die baubehördlichen Vorschriften für die Haus- und Grundstücksentwässerung.

4.2 Begriffe

U oder V-Graben



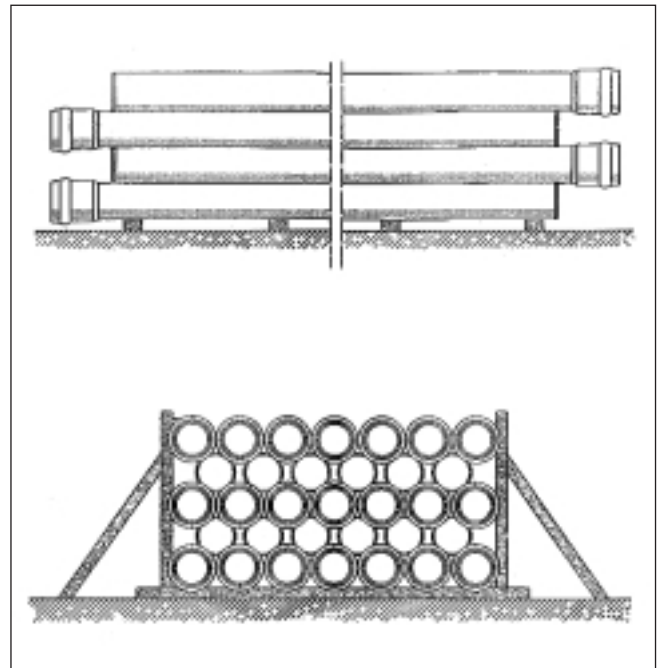
Legende:

- a, a' Verdämmungsabstände
- d_n Rohraussendurchmesser
- SB Sohlenbreite
- B Grabenbreite
- HU Höhe der Bettungsschicht
- VD Höhe der Verdämmung
- HA Höhe der Abdeckung
- HO Höhe der Schutzschicht
- H Überdeckungshöhe über Rohrscheitel
- T Grabentiefe
- β Böschungswinkel

4.3 Transport und Lagerung

Die Kanalisationsrohre sind sorgfältig und schonend auf- und abzuladen. Die Rohre sind so abzustützen, dass sie sich weder durchbiegen noch verformen können. Durch die Lagerung der Rohre dürfen keine bleibenden Verformungen oder Beschädigungen eintreten. Rohrstapel dürfen deshalb nicht höher als 1 Meter sein.

Das Schleifen der Rohre über den Boden ist zu vermeiden. Riefen und Kratzer können eine Schwächung der Rohrwandung sowie Undichtheiten in der Steckverbindung verursachen. Durch die versetzte Anordnung der Muffen wird eine annähernd volle Auflage der einzelnen Schichten erreicht. Bei der Stapelung mit Zwischenräumen müssen die Unterlagen bzw. Zwischenhölzer mindestens 7,5 cm breit und in Abständen von 1 bis max. 2 Metern angeordnet sein. Die aussenliegenden Unterlagen bzw. Zwischenhölzer werden 0,5 bis 1 Meter vom Stapelende angeordnet.



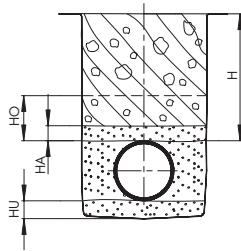
4.4 Verlegeprofile

Bedingt durch das statische Verhalten von Kunststoffrohren finden grundsätzlich nur die Profile U1/V1 und U4/V4 Anwendung.

Normalverlegeprofile

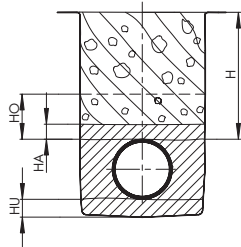
U1 oder V1

Rohrumhüllung:
gemäss Anforderung aus
Rohrstatik z.B. Kies mit max.
Korngrösse $\leq \frac{1}{3} \cdot HU$ bzw.
50 mm oder geeignetes
Aushubmaterial



U4 oder V4

Rohrumhüllung:
Beton unbewehrt B 20/15
Beton bewehrt B 30/20



4.4.1 Überdeckungshöhe H

Der Rohrgraben ist so auszuheben, dass alle Teile der Rohrleitung in frostfreier Tiefe verlegt werden können. Dabei sind ohne besondere Massnahmen folgende Mindestüberdeckungshöhen einzuhalten:

- im Strassenbereich mit Normal- und Schwerverkehr 0,80 m
- im Bahnbereich bis Schwellenoberkante 2,00 m

4.4.2 Grabenbreite SB

Die Mindestgrabenbreite ergibt sich aus dem Rohrdurchmesser und den seitlichen Verdämmungsabständen gemäss der untenstehenden Tabelle.

$$SB = a + d_n + a'$$

Anforderungen an die Arbeitssicherheit müssen gemäss SUVA-Richtlinien berücksichtigt werden.

Verdämmungsabstände in Abhängigkeit der Rohrennweite gemäss SIA 190

Nennweite der Rohre	Verdämmungsabstände			
	Für Profil U1/V1 ist beidseits des Rohres ein begehbare Arbeitsraum erforderlich.		Für die Profile U4/V4 ist in der Regel nur auf einer Seite des Rohres ein begehbare Arbeitsraum erforderlich.	
	a [m]	a' [m]	a [m]	a' [m]
≤ 350	0.25	0.25	0.25	0.25
> 350 bis ≤ 700	0.35	0.35	0.35	0.25
> 700 bis ≤ 1200	0.425	0.425	0.425	0.25

4.4.3 Anforderungen an die Rohrumhüllung

Die Rohrumhüllung hat einen grossen Einfluss auf das Deformationsverhalten der Kunststoffrohre. Die Qualität der Umhüllung ist abhängig vom verwendeten Material und dessen Verdichtung. Es ist darauf zu achten, dass im gesamten Leitungsbereich (Bettung, Verdämmung, Abdeckung) annähernd gleiche Lagerbedingungen geschaffen werden. Darum werden für Kunststoffrohre auch nur die Profile U1/V1 und U4/V4 angewandt.

Die Wahl des Profiles und Umhüllungsmaterials erfolgt auf Grund der statischen Berechnung (siehe Kapitel 5).

Die verwendeten Baustoffe dürfen das Rohr, den Rohrwerkstoff und das Grundwasser nicht beeinträchtigen. Gefrorenes Material darf nicht verwendet werden.

Eingesetzt werden im Profil U1/V1 körnige, ungebundene Baustoffe wie zum Beispiel Kiessand. In der Umhüllung sollten keine Bestandteile enthalten sein, die grösser sind als

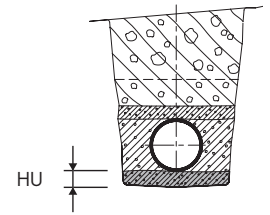
22 mm bei $d_n \leq 200$ mm

40 mm bei $d_n > 200$ mm

Für Profil U4/V4 werden hydraulisch gebundene Baustoffe wie z.B. Beton B 25/15 eingesetzt.

In der Liegenschaftsentwässerung wird gemäss SN 592 000 das Profil U4 vorgeschrieben.

4.4.4 Bettungsschicht HU



Unterlage der Leitung, welche die flächenhafte Auflagerung des Rohres und ein korrektes Gefälle sicherstellt.

Die Höhe der Bettungsschicht HU beträgt im Minimum

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden

In der Regel sollte die Bettungsschicht die dreifache maximale Korngrösse des Bettungsmaterials nicht unterschreiten. Im Muffenbereich ist eine entsprechende Vertiefung auszunehmen, damit das Rohr auf der gesamten Länge sauber aufliegen kann.

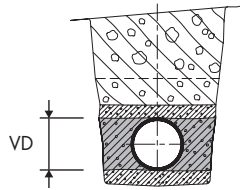
Bei gleichmässigen, feinkörnigen Böden (Sand) darf das Rohr direkt auf die vorbereitete Grabensohle verlegt werden. Der Muffenbereich ist auszunehmen.

Falls die Grabensohle eine zu geringe Tragfähigkeit aufweist, können folgende Massnahmen in Betracht gezogen werden:

- Zusätzlicher Bodenaustausch
- Stabilisierung des Bodens
- Geotextile

Auflager des Rohres wie z.B. Kalksandsteine müssen nach dem Einbringen der Umhüllung entfernt werden. Auflager aus Holz dürfen nicht unter dem Rohr verbleiben, da die Hölzer durch Wasseraufnahme quellen und zu Eindrücken in den Rohren führen könnten.

4.4.5 Verdämmung VD

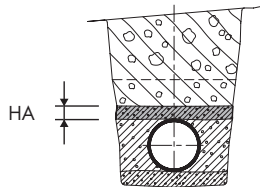


Seitliche, verdichtete Auffüllung zwischen Grabenwand und Leitung bis OK Rohr. Die Verdichtung soll ohne maschinellen Einsatz erfolgen.

Eine allfällige Spriessung des Grabens muss gleichzeitig mit dem Einbringen der Verdämmung gezogen werden. Bei Kunststoffrohren ist die Qualität der seitlichen Verdichtung wichtig, da das biegeweiche Tragverhalten die Vertikallasten auch auf die seitliche Lagerung überträgt. Die Deformation des Rohres ist sehr stark davon abhängig, wie weit sich die seitliche Verdämmung nachverdichtet. Darum ist ein lagenweiser Einbau zwingend. Bedingt durch die Platzverhältnisse muss die Verdichtung mit dem Fuss oder dem Handstamper erfolgen. Dementsprechend ist die Tiefenwirkung der Verdichtung auf ca. 10-15 cm begrenzt. Beim Einsatz von Verdichtungsgeräten ist darauf zu achten, dass die verlegte Leitung nicht aus der Lage verschoben wird.

Die Verdämmung sollte so ausgeführt werden, dass das Eindringen von Material der Leitungszone in den anstehenden Boden verhindert wird. Unter Umständen kann die Verwendung von Geotextilien erforderlich sein.

4.4.6 Abdeckung HA

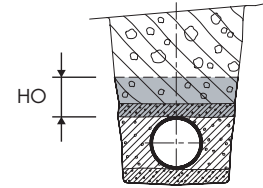


Die Materialschicht über dem Rohr wird aus dem gleichen Material und der gleichen Qualität wie die Verdämmung ausgeführt.

Der Mindestwert der Abdeckung bei Profil U1/V1 beträgt über dem Rohr 150 mm, über der Muffe mindestens 100 mm.

Bei U4/V4 beträgt die minimale Betonstärke 100 mm über dem Rohr.

4.4.7 Schutzschicht HO

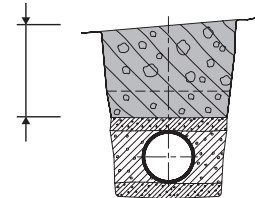


Die Schutzschicht schützt die Leitung während dem Einfüllen und Verdichten des Grabens vor Beschädigung durch grosse dynamische Kräfte.

Die Höhe der Schutzschicht HO richtet sich nach den Verdichtungsgeräten, die zum Einsatz gelangen. Die Mindesthöhe beträgt in der Regel 30 cm.

Bei vollständig einbetonierten Rohren kann die Schutzschicht reduziert werden.

4.4.8 Verfüllung



Die Gräben dürfen erst aufgefüllt werden, wenn die Leitungen und Schächte von der Bauleitung kontrolliert worden sind. Sofern die Leitungen einbetoniert sind, muss der Beton vor dem Auffüllen des Grabens genügend ausgehärtet sein. Die Höhe der Auffüllung über dem Rohrscheitel, in welcher nur leichte Stampfgeräte zum Verdichten benützt werden dürfen, richtet sich nach der Schutzschicht (gemäss Pkt. 4.4.7).

Das Material für die Auffüllung sowie die Verdichtungsgeräte sind so zu wählen, dass weder an der Rohrleitung, noch bei angrenzenden Bauteilen Beschädigungen oder spätere Setzungen eintreten können.

Die Auffüllung und Verdichtung innerhalb des Strassenbereichs muss in gleichmässigen Schichten erfolgen.

Verdichtungswerte gemäss Normen SNV 640'585 und SNV 640'588.

Bei Auffüllungen im Kulturland ist die Kulturerde in der ursprünglichen Dicke einzubringen und die Auffüllung, sofern keine Verdichtung vorgeschrieben ist, den zu erwartenden Setzungen entsprechend zu erhöhen.

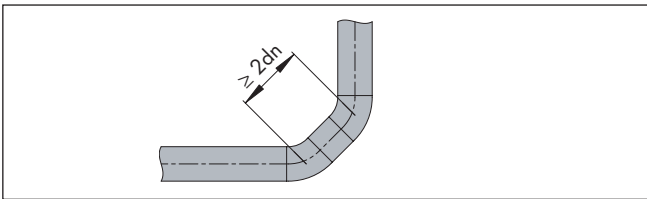
4.5 Richtungsänderungen

4.5.1 Schächte

In der Kanalisation werden Richtungsänderungen üblicherweise mit Kontrollschächten ausgeführt.

4.5.2 Formstücke

Bei Verwendung von Formstücken muss die Zwischendistanz zweier Axsnittpunkte mindestens $2 \times d_n$ betragen. Richtungsänderungen von 90° werden wegen Reinigungsmöglichkeit und Kamerabefahrbarkeit mit $2 \times 45^\circ$ ausgeführt.



Im Liegenschaftsbereich darf bei Richtungsänderungen mit Formstücken die Summe aller Winkel bis zum nächsten Schacht max. 180° nicht überschreiten, ansonsten wird ein Schacht eingesetzt.

4.5.3 Biegeradien

Die Kanalisationsrohre JANOlén nuovo aus PP und JANOlén bianco aus PE lassen sich in beschränktem Rahmen biegen. Enge Radien sind zu vermeiden, da die Ovalität und die Knickgefahr zunimmt.

System	Verlegetemperatur		
	0°	10°	20°
JANOlén nuovo aus PP	100 d_n	70 d_n	40 d_n
JANOlén bianco aus PE	100 d_n	70 d_n	40 d_n

Biegeradien [mm]

Die Rohrleitungssysteme JANOlén ottimo aus verstärktem PP und JANOdur triplo aus PVC-U gelten generell als nicht biegebar.

Beispiel:

Gegeben: JANOlén bianco Kanalisationsrohr
 d_n 315 mm ($\sim 20^\circ$)
 Gesucht: Kleinster zulässiger Biegeradius
 Lösung: d_n 315 mm x Faktor 40 = 12'600 mm =
 12,6 m Radius

Auswinkelung:

Bei allen Rohrleitungssystemen mit Steckmuffe ist eine Auswinkelung innerhalb der Muffe bis zu 4° möglich, ohne dass die Dichtheit reduziert wird. Auswinkelungen in der Muffe sollten nur angewendet werden, wenn die Leitung nicht in der Muffe dilatieren muss.

4.6 Gefälle

4.6.1 Normanforderungen

In der SN 592 000 werden für die Liegenschaftsentwässerung folgende Minimal- und Maximalgefälle vorgegeben:

Art der Leitung	Gefälle in %		
	min.	ideal	max.
Schmutzwasserleitungen bis DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	2	3	5
Schmutzwasserleitungen über DN 200 (Grund- und Grundstückanschlussleitungen)	1.5	3	5
Regenwasserleitung	1	3	5
Sickerleitungen	0.5	0.5	1

In der SIA Norm 190 wird kein Minimalgefälle angegeben, dafür wird die minimale Fließgeschwindigkeit definiert: Um Ablagerungen zu verhindern sind minimale Fließgeschwindigkeiten erforderlich

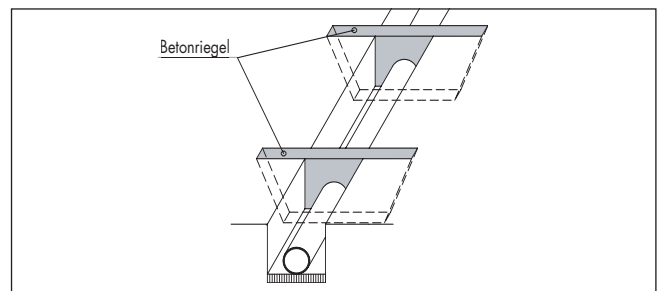
$d_i < 400$ mm $v_{\min} = 0.6$ m/s
 $d_i 400 - 1000$ mm $v_{\min} = 0.8$ m/s
 $d_i > 1000$ mm $v_{\min} = 1.0$ m/s

4.6.2 Steilleitungen

Bei starken Gefällsstrecken muss durch den Einbau von Betonriegeln das Ausschwemmen des Feinmaterials aus der Rohrumhüllung verhindert werden. Zudem müssen entstehende Längskräfte auf den gewachsenen Boden übertragen werden. Wegen der geringen Haftung des Betons auf dem Kunststoff werden die Betonriegel direkt an der Muffenausweitung erstellt.

Es ist darauf zu achten, dass sich oberhalb des Riegels durch abfließendes Grundwasser kein Wasserdruck aufbauen kann. Eventuell sind Durchflussmöglichkeiten im Sohlenbereich vorzusehen.

Einflüsse von Steilstrecken auf die Hydraulik finden sich im Kapitel 6 «Hydraulik», Pkt. 6.2.5).



4.7 Schachtanschlüsse

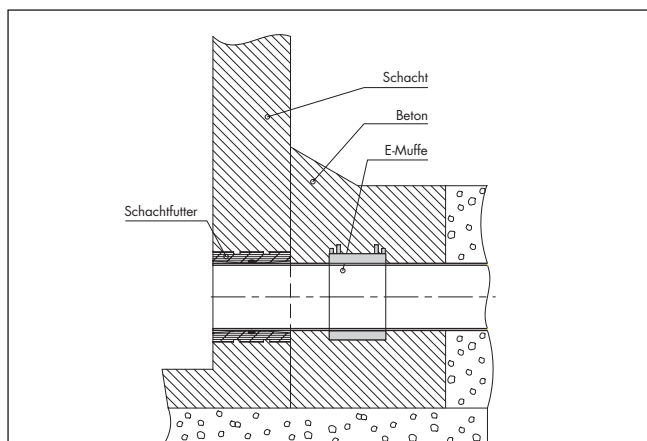
4.7.1 An NBR-Schächte

Da Kunststoffrohre mit Mörtel oder Beton keine dichte Verbindung eingehen, werden Schachtfutter aus Faserzement eingesetzt. Das Schachtfutter hat innen eine Dichtringkammer, in die ein Gummiring eingelegt wird. Der Einbau geschieht wie folgt:

1. Reinigen des Gummidichtringes und der Sicke
2. Einlegen des Gummidichtringes in die Sicke
3. Bestreichen des Dichtringes und des Rohrspitzendes mit Gleitmittel (z.B. Jansen-Spezial)
4. Aufschieben des Schachtfutters auf das Spitzende des Kanalrohres, soweit bis das Schachtfutter und das Rohrende des Kanalrohres bündig abschliessen

Durch das Aufsetzen des Schachtfutters ist eine einwandfreie Verbindung zum Schachtbauwerk gegeben. Die Abdichtung zwischen Kunststoffrohr und Schachtfutter erfolgt durch den eingelegten Gummidichtring. Durch den Einbau eines Schachtfutters ist eine gewisse Beweglichkeit des Kanalrohres im Schacht gegeben, ohne dass Schmutzwasser zwischen Rohr und Schachtbauwerk austreten kann.

Anschlüsse an Schächte sind nicht längskraftschlüssig. Um eine eventuelle Längsverschiebung der eingesteckten Leitung zu verhindern, muss vor dem Schacht ein Fixpunkt gesetzt werden, der allfällige Kräfte übernehmen kann. Bedingt durch die Längenausdehnung wird dies vornehmlich bei PE angewandt. Üblicherweise wird dabei eine Elektroschweissmuffe auf die Leitung geschweisst und einbetoniert.



Anschluss mit Fixpunkt

4.7.2 An Romold-Systemschächte

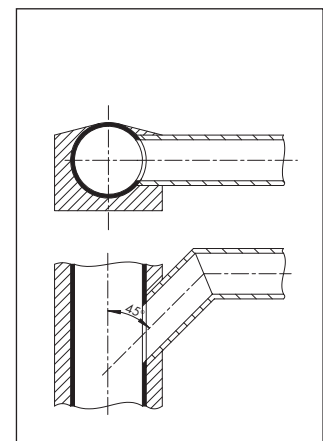
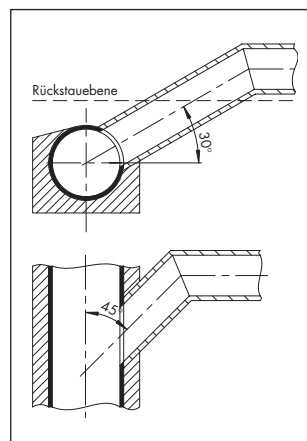
Kunststoffrohre mit Steckmuffen werden durch Einlaufrohrdichtungen dauerhaft dicht an den Schacht angeschlossen. Erforderliche Einläufe mit Kronenbohrer oder Stichsäge öffnen und Einlaufrohrdichtungen montieren. Dichtung und Spitze des Rohres mit Gleitmittel einstreichen und einschieben.

Für den Anschluss von längskraftschlüssig verschweissten PE-Leitungen werden werkseitig Stutzen an den Schacht geschweisst. Der Zusammenschluss von Schacht und Leitung erfolgt mit einer Elektroschweissmuffe.

Details zu Romold-Systemschächten finden Sie im Katalog Register 4 «Spezialprodukte».

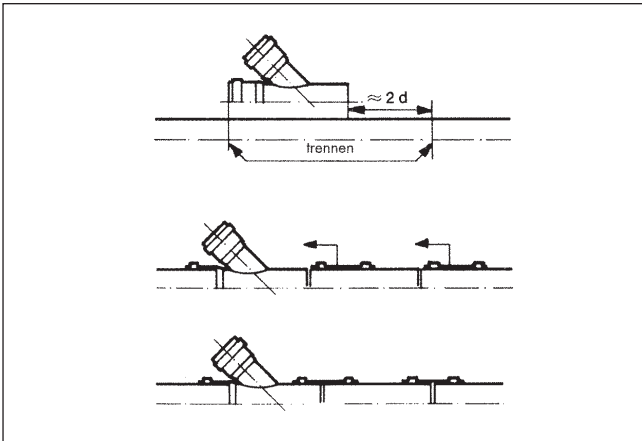
4.8 Anschlüsse an bestehende Leitungen

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. Bei ausreichendem Gefälle ist die Grundstückanschlussleitung mit 30° Gefälle bis über den Rohrscheitel oder die errechnete Rückstauenebene zu führen. Der Kanalanschluss hat in der Regel über der Mittelachse der Kanalisation, aber in jedem Fall über dem Niveau des Trockenwetterabflusses zu erfolgen.



4.8.1 Einbau Abzweiger

- 1) Zum Einbau eines Abzweigers wird ein ausreichend langes Rohrstück (Länge des Formstückes + $2 d_n$) herausgetrennt, die Rohrenden werden angefast und der Abzweiger eingesetzt. Auf die zweite Rohrhälfte sowie auf das einzubauende Passstück wird jeweils eine Überschiebemuffe aufgeschoben, so dass die Leitung wieder geschlossen werden kann.



4.8.2 Einbau Sattel verschraubt

Anschlussesattel für alle Kunststoffrohre, mit mechanischer Verbindung auf eine Kunststoffrohrleitung. Das Anschlussformstück sollte in der oberen Hälfte des Rohrfumfangs angeordnet werden, vorzugsweise im Winkel bis $\pm 45^\circ$ aus der Senkrechten.

Sinnvollerweise wird der Sattel bei grosser Hauptleitung und relativ kleinem Anschluss eingesetzt.

Der schraubbare Anschlussesattel ist zur Zeit verfügbar für Hauptleitungen von d_n 250 bis 500 mm. Der Durchmesser des Abganges beträgt d_n 200 mm.

Montageanleitung:

- Mit Bohrmaschine und Kronenbohrer d_e 200 mm Loch bohren (Bild 1) und danach entgraten.
- Sattelunterteil einsetzen (Bild 2), Distanzring aufsetzen, Führung beachten.
- Gewinderad (grau) mit Gleitmittel versehen, aufschrauben (Bild 3) und anschliessend mit Gewinderad-Schlüssel anziehen.
- Satteloberteil mit Gleitmittel versehen und aufschrauben (Bild 4) und mit Gewinderad-Schlüssel anziehen.

Eine detaillierte Verlegeanleitung ist dem Produkt beigelegt.

Einbau Sattel verschraubt



Bild 1



Bild 2

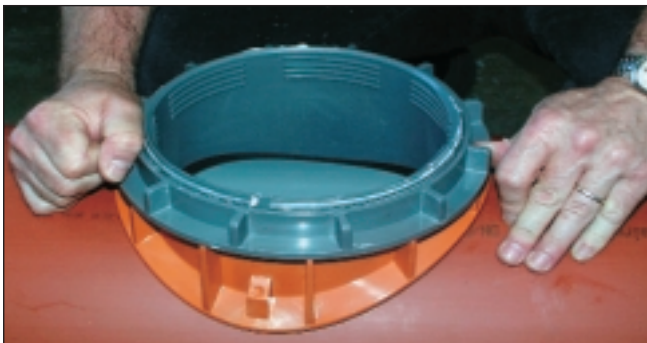


Bild 3



Bild 4

4.8.3 Einbau Sattel verschweisst

Anschluss-sattel für JANolen bianco aus PE. Der Schweiss-sattel aus PE wird mit einem Elektroschweisssgerät mit der Hauptleitung verschweisst. Anschliessend wird die Anschlussleitung mit dem Sattel verschweisst.

Der Schweiss-sattel sollte in der oberen Hälfte des Rohrfangs angeordnet werden, vorzugsweise im Winkel bis $\pm 45^\circ$ aus der Senkrechten.

Der Schweiss-Sattel ist zur Zeit verfügbar für Hauptleitungen von d_n 200 bis 500 mm. Der Anschluss-Durchmesser beträgt d_n 160 mm.

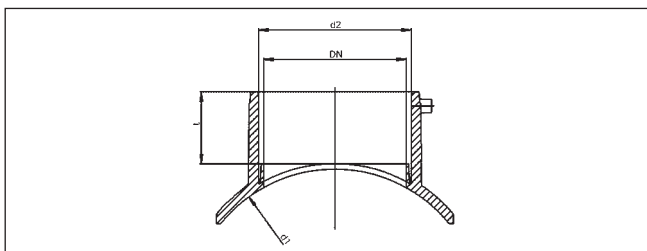
Montageablauf:

- Abarbeiten der Oberfläche (schälen)
- Reinigen der Oberfläche (die Schweissstellen müssen sauber, trocken und fettfrei sein).
- Abwasser-Sattel gemäss Herstellerangaben aufsetzen und fixieren
- Die Verschweissung erfolgt mit einem polyvalenten Schweissgerät.
- Fixierung erst nach der vollständigen Abkühlung des Sattels entfernen.

Verlegehinweise des Herstellers beachten.

Die Verschweissung sollte nur von Fachpersonen ausgeführt werden, die eine entsprechende Schweissausbildung besitzen.

Der Vertrieb erfolgt über den Baumaterialhandel.



4.8.4 Einbau Klebeschelle PVC-U

Klebeverbindungen können nur zwischen Formstücken und Rohren aus PVC-U hergestellt werden.

Bei der Montage von Klebeschellen sind folgende Arbeitsgänge einzuhalten:

- Anzeichnen des Rohrsegmentes durch Aufsetzen der Klebeschelle auf das Rohr.
Anzeichnen des Rohrausschnittes durch den Anschluss-Stutzen oder mit Hilfe einer Schablone
- Heraustrennen des Rohrausschnittes mit Bohrer und Stichsäge. Entfernen des Sägegrates mit einem Schaber oder Messer.
- Reinigen des Rohres aussen und der Klebeschellen innen mit Tangit-Spezial-Reiniger.
- Bestreichen der Klebeflächen mit Tangit-Spezial-Kleber.
- Aufsetzen der Klebeschelle auf das Rohr.
- Anpressen der Klebeschelle durch stufenlos verstellbare Bänder oder durch Schlauchbriden, welche nach dem Abbinden des Klebstoffes (ca. 1 Stunde bei trockenem, warmen Wetter; bei feuchtem kühlen Wetter entsprechend länger) wieder entfernt werden.

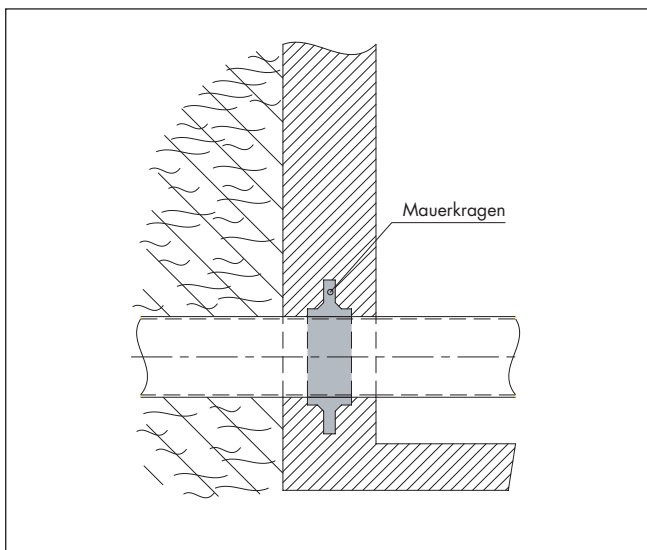


4.9 Abdichten bei Mauerdurchführungen

Bekanntlich haften auf Kunststoffrohren die zementgebundenen Werkstoffe schlecht. Bei Mauerdurchdringungen mit möglichem Wasserdruck genügt es unter Umständen nicht, den Ringraum nur auszumörteln. Um ein Nachfliessen des Wassers entlang des Rohres zu verhindern, wird in solchen Fällen eine Gummi-Manschette auf das Rohr montiert. Der sogenannte Mauerkragen aus EPDM, mit einem oder zwei Stegen (je nach Durchmesser), mit der Wirkungsweise eines Fugenbandes, ist bis 3 bar gegen Grund- und Druckwasser dicht.

Der Mauerkragen wird mit Spannbändern auf das gereinigte Rohr montiert.

Er dient nur zur Abdichtung und kann nicht als Fixpunkt verwendet werden.



4.10 Freiverlegte Leitungen

Dank dem guten UV-Schutz und der Verschweissbarkeit ist Polyethylen prädestiniert für den Einsatz von freiverlegten Leitungen.

Aus diesem Grund empfehlen wir für freiverlegte Rohrleitungen die Verwendung von JANOLen bianco aus PE.

4.10.1 Einfluss der Temperatur

Bei freiverlegten Leitungen muss auf den Einfluss der Temperatur Rücksicht genommen werden.

Entgegen metallischen Werkstoffen ist das Spannungs-Dehnungsverhalten von thermoplastischen Kunststoffen stark abhängig von der Temperatur sowie der Geschwindigkeit des Temperaturwechsels. So sind der Längenänderungskoeffizient und der E-Modul über den Temperaturbereich von -20° bis $+60^{\circ}$ nicht konstant.

Viskoelastische Werkstoffe haben die Fähigkeit auftretende Spannungen über die Zeit abzubauen (Relaxation).

Entscheidend dabei ist, wie schnell der Temperaturwechsel erfolgt. Dies wird dazu führen, dass die Spannungen bei langsam steigenden Temperaturen nicht unbedingt zunehmen. Unterstützt wird dieses Verhalten durch die Tatsache, dass der E-Modul mit steigenden Temperaturen abnimmt.

Beeinflusst wird das thermische Verhalten ebenfalls durch die Innentemperatur des Rohres. Bei relativ konstanter Temperatur des fließenden Mediums wird der Einfluss der äusseren Temperatur gedämpft.

Es zeigt sich, dass eine exakte Berechnung der Längenänderung und Kräfte relativ komplex wird.

Für den Anwendungsbereich der Entwässerungsleitung sind die folgenden Berechnungen genügend genau, wobei die errechneten Werte in der Praxis normalerweise unterschritten werden.

Zu berücksichtigen gilt, dass sich die Längenänderung und die Zug- und Druckkräfte immer auf eine Ausgangstemperatur beziehen.

Die Längenänderung wird nach der folgenden Formel errechnet:

$$\Delta L_{\text{tot}} = L \cdot \Delta T \cdot \alpha$$

Hierbei bedeuten:

ΔL_{tot}	= Längenänderung	[mm]
L	= Länge der Rohrleitung	[m]
ΔT	= Temperatur-Differenz ausgehend von der Verlegetemperatur	[K oder $^{\circ}\text{C}$]
α	= Längenänderungskoeffizient	[mm/m·K]

Ist die Betriebstemperatur höher als die Verlegetemperatur, ergibt sich eine Verlängerung der Leitung. Ist sie hingegen niedriger als die Verlegetemperatur, verkürzt sich das Rohr.

Daher: Verlegetemperatur sowie maximale und minimale Betriebstemperatur berücksichtigen.

Längenänderungskoeffizient α in Abhängigkeit der Rohrmaterialien
JANOl en ottimo PP-QD = 0,04 mm/m · K
JANOl en nuovo PP = 0,14 mm/m · K
JANOl en bianco PE = 0,18 mm/m · K
JANOdur triplo PVC-U = 0,08 mm/m · K

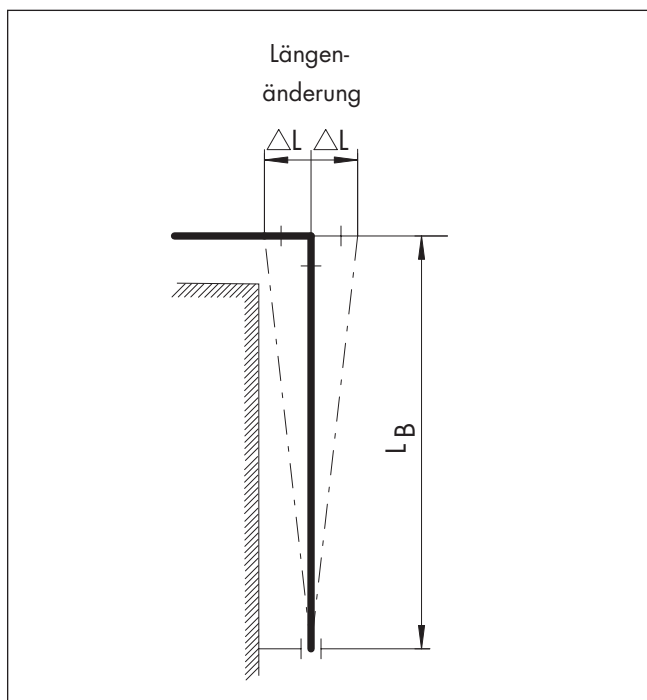
4.10.2 Montage mit Biegeschenkel

Durch den niedrigen Elastizitätsmodul von Kunststoffen ist die günstige Möglichkeit gegeben, Längenänderungen durch elastische Ausfederungen von dafür vorgesehenen Abschnitten der Rohrleitung aufnehmen zu können.

Die Länge des Biegeschenkels wird im Wesentlichen vom Durchmesser des Rohres und der Grösse der aufzunehmenden Längenänderung bestimmt.

Natürliche Biegeschenkel ergeben sich stets an Richtungsänderungen sowie an Abzweigungen.

Bei gesteckten Rohrsystemen kann ein Biegeschenkel nur angeordnet werden, wenn die Leitung nicht aus einer Muffe herausfahren kann.



Bestimmung der Länge des Biegeschenkels

$$L_B = C_L \sqrt{d_n \cdot \Delta L}$$

L_B = Länge des Rohrschenkels

C_L = werkstoffabhängige Konstante [-]

d_n = Rohraussendurchmesser in mm

ΔL = maximale Längenänderung in mm (+ oder -)

Werkstoffkonstante C_L	
JANOl en ottimo PP-QD	25
JANOl en nuovo PP	15
JANOl en bianco PE	10
JANOdur triplo PVC-U	30

Sind auch diese Grössen bekannt, können mit dem Diagramm (siehe nachfolgende Seite) die Länge des Biegeschenkels auf einfache Weise bestimmt werden.

Lösungs-Beispiel:

- Rohrlänge vom Fixpunkt bis zur Abzweigung an der die Längenänderung aufgenommen werden soll: $L = 8 \text{ m}$
- Rohraussendurchmesser: $d_n = 110 \text{ mm}$
- Verlegetemperatur: $T_V = 15^\circ\text{C}$
- max. Betriebstemperatur: $T_1 = 50^\circ\text{C}$
- min. Betriebstemperatur: $T_2 = 5^\circ\text{C}$

Verlängerung bzw. Verkürzung des Leitungsabschnittes während des Betriebes:

$$\Delta L_1 = L \cdot (T_1 - T_V) \cdot \alpha = 8 \cdot (50 - 15) \cdot 0,18 = +50 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = L \cdot (T_2 - T_V) \cdot \alpha = 8 \cdot (5 - 15) \cdot 0,18 = -14 \text{ mm}$$

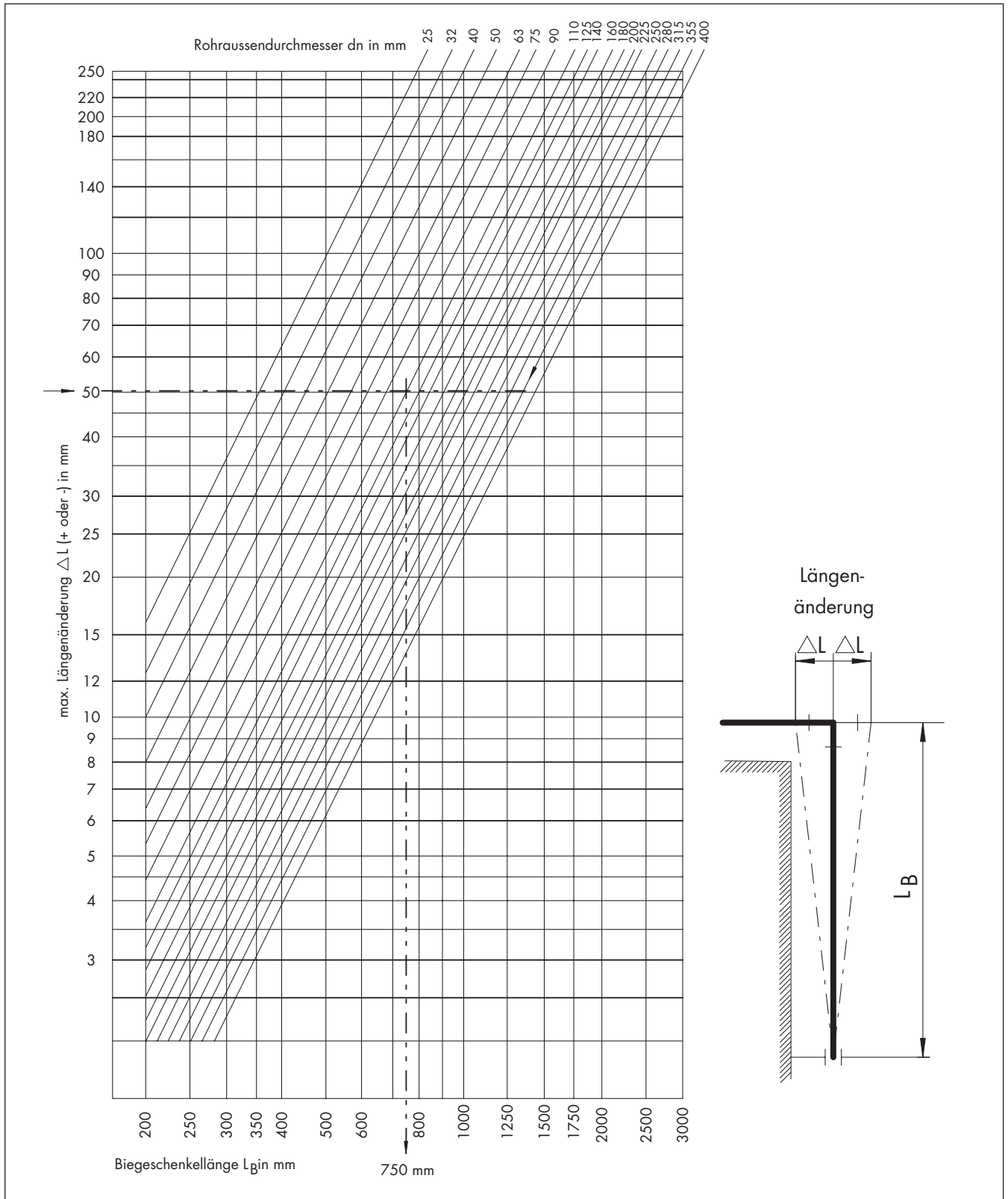
1. Verlängerung eines Rohres vorteilhaft mit « + » und Verkürzungen mit « - » bezeichnen.
2. Für die Bestimmung der Länge des Biegeschenkels ist das grössere Mass der Längenänderung ΔL massgebend.

Aus dem Diagramm auf der folgenden Seite kann nun mit dem errechneten Wert der max. Ausdehnung sowie mit dem festgelegten Rohraussendurchmesser die Biegeschenkelänge abgelesen werden:

Max. Längenänderung	$\Delta L = 50 \text{ mm}$
Rohraussendurchmesser	$d_n = 110 \text{ mm}$
Biegeschenkelänge	$L_B = 750 \text{ mm}$

4 VERLEGETECHNIK

Diagramm zur Bestimmung der Biegeschenkellänge L_b in Abhängigkeit der Längenänderung ΔL für Rohre aus PE



4.10.3 Rohrschellenabstände

Massgebend für die Rohrschellenabstände ist die tolerierte Durchbiegung und dem daraus resultierenden Restgefälle der Leitung.

Zu berücksichtigen sind dabei der Füllungsgrad der Leitung und eventuelle Auflasten (z.B. Schnee).

Die Berechnung der Rohrschellenabstände beruht auf der Formel für die Durchbiegung eines Durchlaufträgers.

$$f = \frac{q \times L_{RS}^4}{384 E_{R,lang} I} \quad L_{RS} = \sqrt[4]{f \frac{384 \times E_s \times I}{q}}$$

f = Durchbiegung [mm]

L_{RS} = Rohrschellenabstand [mm]

I = Trägheitsmoment Kreisring [mm⁴]

$$I = \frac{\pi \cdot (d_n^4 - d_i^4)}{64}$$

d_n = Aussendurchmesser Rohr [mm]

d_i = Innendurchmesser Rohr [mm]

$E_{R,lang}$ = E-Modul als Langzeitwert
empfohlene Rechenwerte für PE

– bei durchschnittlich 20° : $E_{R,lang} = 300 \text{ N/mm}^2$

– bei direkter Sonneneinstrahlung : $E_{R,lang} = 150 \text{ N/mm}^2$

q = gleichmässige Belastung aus Eigengewicht und Nutzlast
q = g + p [N/mm']

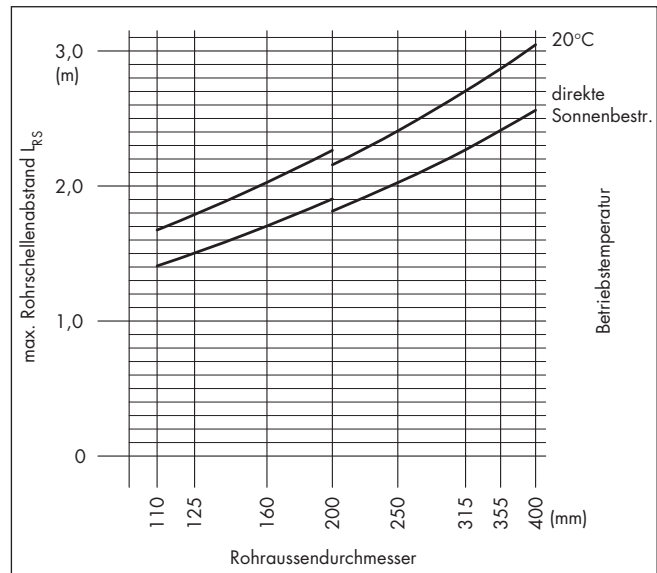
(kg/m: 100 = N/mm')

g = Eigengewicht Rohr siehe Preisliste

p = Gewicht Rohrfüllung je nach Medium und Füllungsgrad zuzüglich allfälliger Auflasten auf der Leitung bezogen auf die Länge von 1 mm

$$p = \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot 10^5} \cdot 1 \text{ mm} \quad [\text{N/mm}^2]$$

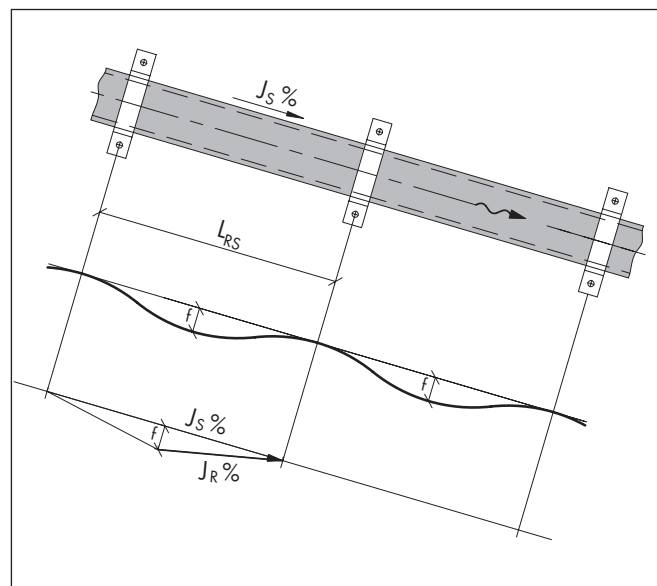
Folgendes Diagramm bezieht sich auf JANOlén bianco aus PE bei voller Füllung für eine maximal tolerierte Durchbiegung von 10 mm bei 20°C.



Grobrechnung Restgefälle

$$J_R \sim J_S - \frac{2f}{L_{RS}} \quad J = [\text{absolut } 1\% = 0,01]$$

J_S = Sohlengefälle
 J_R = Restgefälle



4.10.4 Tragschalen

Anstelle kleiner Rohrschellenabständen empfiehlt sich eventuell eine durchlaufende Unterstüzung. Bei kleinen Durchmesser kann die Verwendung von Tragschalen wirtschaftlich sein.

4.10.5 Starre Montage

Auf Grund der niedrigen E-Module von Kunststoffen kann eine Rohrleitung auch gezwängt erstellt werden. Das heisst, dass die Längenänderung des Rohres verhindert wird und die so entstehenden Kräfte durch Fixpunkte aufgenommen werden. Der niedrige E-Modul ergibt im Vergleich zu metallischen Werkstoffen geringe Kräfte. Zudem gelten die selben Gesetzmässigkeiten wie unter 4.10.1 erwähnt, sodass in der Praxis die errechneten Werte kaum auftreten.

Die Längskräfte errechnen sich aus der Temperaturdifferenz und den Rohrdaten und sind unabhängig von den Fixpunkt-abständen.

$$F = \sigma \cdot A$$

F = Längskraft, Zug oder Druck

σ = Spannung in der Rohrwandung durch behinderte Ausdehnung

A = Rohrquerschnittfläche

Als Grundlage zur Spannungsberechnung dient das Hooksche Gesetz

$$\sigma = E_R \cdot \varepsilon$$

σ = Spannung in der Rohrwandung [N/mm²]

E_R = E-Modul
um schnelle Temperaturwechsel berücksichtigen zu können, empfiehlt es sich für PE mit einem Mittelwert von $E_{R,mittel} = 500 \text{ N/mm}^2$ zu rechnen [N/mm²]

ε = Dehnung = Längenänderung pro Längeneinheit $\Delta l/l$

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T \quad []$$

α = Längenänderungskoeffizient siehe Pkt. 4.10.1

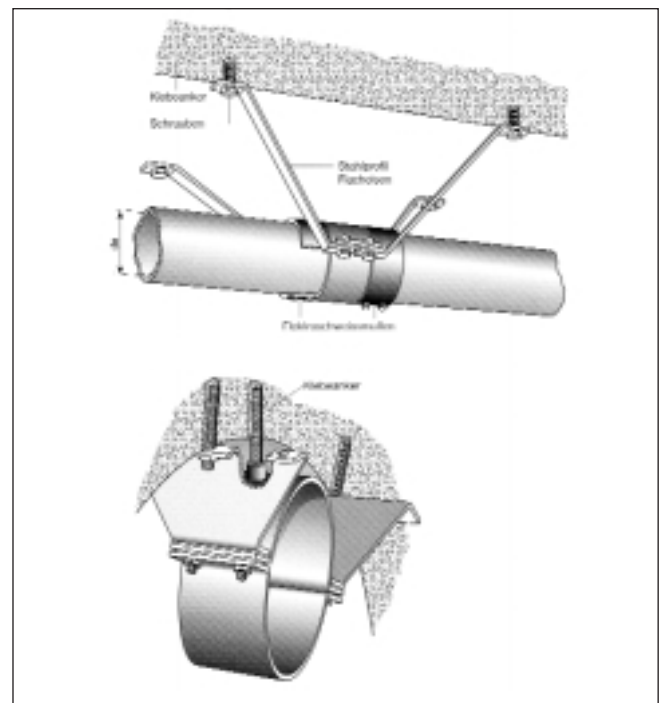
ΔT = Temperatur-Differenz, ausgehend von der Verlegetemperatur, je nach dem Druck oder Zug

4.10.6 Fixpunkte

Die errechneten Längskräfte im Rohr müssen auf Fixpunktschellen übertragen werden. Durch die glatte Oberfläche der Kunststoffrohre kann dies nicht über die Reibung der Rohrschelle auf dem Rohr erfolgen. Daher gelten normale Rohrschellen als Gleitlager. Es empfiehlt sich für Fixpunkte Elektroschweissmuffen auf das PE Rohr zu schweissen, die als Anschlag für die Rohrschellen dienen können.

Je nach Konstruktionsart des Fixpunktes wird eine E-Muffe durch zwei seitliche Rohrschellen fixiert oder umgekehrt. Über notwendige Abstüztungen geben die Lieferanten von Rohrschellen aufgrund der berechneten Längskräfte Auskunft.

Beispiel möglicher Fixpunkt-konstruktionen



Beispiel: Rohr aus PE:

JANOLen bianco, Serie 16, d_n 250 mm, e_n 7,7 mm

max. Temperatur $T_1 = 40^\circ\text{C}$

min. Temperatur $T_2 = -25^\circ\text{C}$

Verlegetemperatur $T_V = 18^\circ\text{C}$

ΔT max. $|T_2 - T_V| = 43^\circ\text{C}$

$\alpha = 0,18 \text{ mm/m}\cdot\text{K}$ (gem. 4.10.1)

Längenänderung $\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T = 7,7 \text{ mm/m} = 7,7\text{‰}$

Spannung $\sigma = E \cdot \varepsilon = 500 \text{ N/mm}^2 \cdot 7,7\text{‰} = 3,85 \text{ N/mm}^2$

Rohrquerschnittfläche $A = 5861,3 \text{ mm}^2$

Längskraft $F = \sigma \cdot A = 22'566 \text{ N} = 22,6 \text{ kN}$ max. Zugkraft

Dementsprechend kann auch die maximale Druckkraft errechnet werden. (11,6 kN max. Druckkraft)

4.11 Dichtheitsprüfungen

Prüfverfahren

Das Prüfverfahren richtet sich nach der Norm EN 1610 und SIA 190.

Die Prüfung auf Dichtheit ist entweder mit Wasser (Verfahren «W») oder mit Luft (Verfahren «L») durchzuführen.

Prüfung mit Wasser (Verfahren «W»)

Prüfdruck	50 kPa (0.5 bar) an der jeweils tiefsten Stelle der Kanalsohle der Prüfstrecke, mindestens jedoch 10 kPa (0,1 bar) gemessen am Rohrscheitel
Vorbereitungszeit	nicht vorgeschrieben, üblicherweise 1 h
Prüfdauer	30 min
Wasserzugabe	0.10 l/m ² in 30 Min. für Rohrleitungen 0.20 l/m ² in 30 Min. für Schächte 0.05 l/m ² in 60 Min. für Rohrleitungen und Schächte in Grundwasserschutzzonen

Muss vom Prüfdruck von 50 kPa abgewichen werden, so sind die zulässigen Wasserzugabewerte mit dem Faktor k zu korrigieren. Die Mindesteinstauhöhe über dem Rohrscheitel hat dabei 0.5 m zu betragen.

$$k = \sqrt{\frac{P}{50}}$$

k Korrekturwert für die Wasserzugabe [-]

P gewählter Prüfdruck [kPa]

Prüfung mit Luft (Verfahren «L»)

Die Luftprüfung entspricht dem Verfahren «W» mit der Prüfungsanforderung von 0.10 l/m² und 30 Min. und darf nicht in Grundwasserschutzzonen angewendet werden. Prüfungen dürfen nur mit kalibrierten Prüfgeräten durchgeführt werden.

Für die Kalibrierung der Geräte sind nur akkreditierte Prüfstellen zugelassen.

Die Beruhigungszeit der Druckprüfung mit Luft beträgt:

$$t_b = 10 d_i$$

t_b Beruhigungszeit in Min.

d_i Innendurchmesser in m

Prüfdruck P, zulässiger Druckabfall ΔP und Prüfzeit t ergeben sich aus folgender Tabelle

Prüfzeit t [Min.]

P kPa/mbar	ΔP kPa/mbar	DN 250	DN 300	DN 400	DN 500
20/200	1,5/15	5	5,5	7	9

Messgenauigkeit ± 0.1 kPa/ ± 1 mbar

Im Falle einmaligen oder wiederholten Nichtbestehens der Prüfung mit Luft ist der Übergang zur Prüfung mit Wasser zulässig. Das Ergebnis der Prüfung mit Wasser ist dann allein entscheidend.

Die Resultate der Prüfung sind in einem Prüfprotokoll aufzuzeichnen.

