

# Verlegeanleitung EUCALENE TW – AW/DA

Ausgabe 2015/06

*Trinkwasser- und Abwasser Druckrohre aus PE80 und PE100*



Kabelwerk

**EUPEN** AG

pipe

Inhaltsverzeichnis	Seite		Seite
Allgemeines	3	Ermittlung der Längenänderung	10
Geltungsbereich	3	Rohrverbindungen	10
Ökologische Aspekte	3	Herstellung von Schweißverbindungen	10
Polyethylen als Rohrwerkstoff	3	Heizelement-Stumpfschweißen	10
Physikalische Eigenschaften	3	Heizelement-Wendelschweißen	10
Zeitstandfestigkeit	4	Klemm- und Schraubverbindungen	11
Chemische Beständigkeit	4	Flanschverbindungen	11
Physiologische und toxikologische Eigenschaften	4	Gußeiserne Formstücke und schwere Armaturen	11
Abriebfestigkeit	4	Korrosionsschutz Metallener Zubehörteile	11
Verhalten beim Einfrieren	4	Nachträgliche Arbeiten an verlegten Kanälen	11
Rohrserie-SDR-Klasse	4	Verfüllen und Verdichten	12
Höchstzulässige Betriebsdrücke	5	Dichtheitsprüfung	12
Druckstöße	5	Kontraktionsverfahren	12
Belastung durch Inneren Unterdruck	5	Kalibrierung	14
Kräfte zwischen Rohr und Befestigung bedingt durch Innendruck	6	Besondere Maßnahmen	14
Kräfte zwischen Rohr und Befestigung bedingt durch Temperaturänderung	6	Abminderungsfaktoren der Druckklasse bei höheren Einsatztemperaturen	14
Ortung	6	Maximale Zugkräfte PE80	14-15
Transport und Lagern der Rohrleitungsteile	6	Maximale Zugkräfte PE100	16-17
Verlegung im offenen Rohrgraben zulässige Mindestbiegeradien	7	Normen und Richtlinien	18-19
Rohrgrabenausführung	8	Literaturhinweise	19
Einbau der Leitungsteile und Herstellung der Rohrverbindungen	9		

## Allgemeines

Diese Einbauanleitung ist von Kabelwerk EUPEN AG erstellt worden. Ziel der Anleitung ist es, die in diesem Bereich bestehenden technischen Vorgaben und Handlungsanweisungen nach bestem Wissen zusammenzustellen. Eine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Recherche nicht von dem Herausgeber übernommen werden.

Mit der Verarbeitung und dem Einbau von EUCALENE-PE-Rohre sowie Formstücke aus Polyethylen (PE80 und PE100) dürfen nur Rohrleitungsbaufirmen beauftragt werden, die über eine DVGW-Bescheinigung gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 301 „Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Rohrleitungsbauunternehmen“ verfügen. Für die Baumaßnahme ist Verlegepersonal einzusetzen, das nach dem DVGW-Merkblatt GW 330 „PE-Schweißer; Lehr- und Prüfplan“ ausgebildet ist. Die Ausführungen sind von einer Schweißaufsicht nach dem DVGW-Merkblatt GW 331 „PE-Schweißaufsicht; Lehr- und Prüfplan“ zu überwachen. Beim Bau der Leitungen sind die zusätzlichen technischen Vorschriften der Netzbetreiber (Auftraggeber) zu beachten.

Außerdem sind die Unfallverhütungsvorschriften bzw. der Arbeitsschutzinspektion und evtl. anderer beteiligter Stellen des jeweiligen Landes einzuhalten. Bei Tätigkeiten innerhalb von Verkehrsflächen hat die Straßenverkehrsordnung (StVO) eine besondere Bedeutung; zu beachten sind die Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA). Bei einer Vergabe der Bauarbeiten gemäß VOB ist die VOB/C „Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen“ anzuwenden

## Geltungsbereich

Bei der Verlegung von Rohren und Formstücken nach EN12201, DIN 8074 und DIN 8075 gelten die Vorschriften dieser Einbauanleitung.

## Ökologische Aspekte

Kunststoff-Rohre und –Rohrleitungsteile benötigen für ihre Herstellung, für den Transport und die Verlegung weniger Energie als solche aus anderen Werkstoffen.

Rohrabschnitte, die bei der Verarbeitung und Verlegung entstehen, können zurückgenommen werden. Daraus lassen sich wieder Rohre für andere Anwendungen oder andere Produkte herstellen. Die unproblematische Verbrennung von Polyethylen ermöglicht es auch, aus stark verschmutzten Rohren den hohen Energieinhalt auszunutzen.

## Polyethylen als Rohrwerkstoff

- Polyethylen PE80 und PE100 sind thermoplastische Kunststoffe und gekennzeichnet durch :
- Eine hohe Zähigkeit und Reißdehnung
  - Sehr gute chemische Beständigkeit
  - Eine hohe Beständigkeit gegen Spannungsrisbildung
  - Eine gute Ver- und Bearbeitbarkeit, insbesondere auch eine ideale Verschweißbarkeit

## Physikalische Eigenschaften

Typische Eigenschaften für die beiden Polyethylen-Werkstoffe PE80 und PE100. Die Werte können je nach Werkstoff-Typ von diesen Angaben abweichen (Richtwerte)

Eigenschaften	Einheit	PE80	PE100
Dichte bei 23°C	g/cm <sup>3</sup>	0,93...0,96	0,95...0,97
Schmelzindex MFR190/5	g/10 min	0,3...0,8	0,2...0,55
Streckspannung	MPa	18...22	22...25
E-Modul (Zug)	MPa	650...1000	1000...1400
Zug-Kriechmodul (1 h)	MPa	300...500	500...550
Zug-Kriechmodul (1000 h)	MPa	190...280	250...300
Erforderliche Mindestfestigkeit (Zeitstandinnendruckfestigkeit, 20°C, 50 Jahre)	MPa	Min.8	Min.10

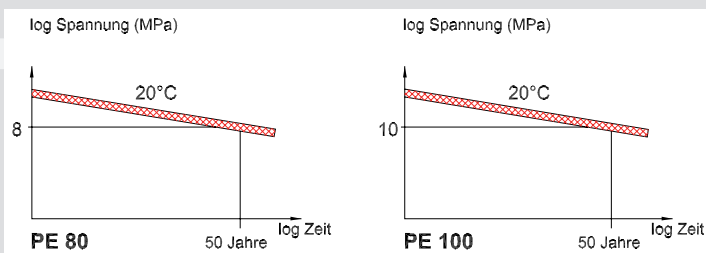
### Zeitstandfestigkeit

Die wohl wichtigste Eigenschaft von PE80- und PE100-Rohren ist das Zeitstandverhalten unter Innendruck. Es handelt sich dabei um die minimale Lebenserwartung eines Rohres oder Rohrleitungsteiles, das unter Innendruck steht. Dieser erzeugt in der Rohrwandung einen Spannungszustand. Die zugehörige Festigkeit errechnet sich aus dem Innendruck und den Rohrabmessungen, d.h. dem mittleren Durchmesser und der Wanddicke. Die Zeitstandfestigkeit hängt zudem von der Temperatur und dem Medium im Inneren des Rohres ab.

Maßgebend für die Berechnung ist die Zeitstandfestigkeit nach 50 Jahren Betriebsdauer bei 20°C und Wasser als Durchflussmedium.

Den verschiedenen Anwendungsgebieten wird mit einem sogenannten Gesamtbetriebskoeffizienten (Sicherheitsfaktor) Rechnung getragen.

Aufgrund bisheriger 50jährigen Erfahrungen und wissenschaftlicher Berechnungen sind mindestens 100 Jahre Nutzungsdauer gesichert.



Typische Zeitstandkurven für PE80 und PE100 bei 20°C

### Chemische Beständigkeit

Polyethylen PE80 und PE100 weisen eine ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber Chemikalien und andern Medien verschiedener Art und Zusammensetzung auf.

Elektrochemische Vorgänge, die bei Metallen zu Korrosion führen, finden bei Polyethylen nicht statt. Die Eignung von Polyethylen-Rohrleitungen für verschiedene Medien ist den umfangreichen Beständigkeitslisten zu entnehmen (ISO/TR 10358, DIN8075 Beiblatt 1).

Für weitere Auskünfte, bitte Rücksprache nehmen.

### Physiologische und toxikologische Eigenschaften

Die Unbedenklichkeit, der für Trinkwasser eingesetzten Rohre und Rohrleitungsteile bzw. deren Rohstoffe, ist durch unabhängige anerkannte Institute (z.B. Belgaqua, TZW, ...) bestätigt. Polyethylen-Rohrleitungen können in allen Bodenarten als Trinkwasserrohre eingesetzt werden. Bei stark kontaminierten Böden ist ihre Eignung von Fall zu Fall abzuklären.

### Abriebfestigkeit

Die Abriebwerte von Polyethylen-Rohren beim Transport von Sand oder ähnlichen Feststoffen sind um ein vielfaches kleiner als bei herkömmlichen Rohrwerkstoffen. Die Abrasion ist z.B. bei Polyethylen-Rohren ungefähr 6 mal kleiner als bei Stahlrohren. Auch beim Vergleich mit anderen Kunststoffen hat das Polyethylen-Rohr die niedrigsten Abriebwerte.

### Verhalten beim Einfrieren

Polyethylen-Rohre werden durch die Volumenvergrößerung von frierendem Wasser zu Eis in der Regel nicht geschädigt. Formstücke und insbesondere Rohrleitungsbestandteile aus Metall können jedoch in solchen Fällen beschädigt werden. Wasserleitungen sind deshalb immer frostsicher zu verlegen.

### Rohrserie / SDR Klasse

Polyethylen-Rohre sind bezüglich ihrer Abmessungen (Außendurchmesser und Wandstärke) nach ISO 4065 in Rohrserien eingeteilt. Rohre gleicher Rohrserien haben das gleiche Verhältnis Rohraußendurchmesser zur Wanddicke. Sie sind, gleicher Werkstoff, gleiche Klassifizierung vorausgesetzt, gleich belastbar. Dies gilt auch für Rohrleitungsteile.

Die Rohrserie S ist definiert durch die Formel :

$$S = \frac{De - e}{2 \cdot e}$$

S = Rohrserie  
De = Außendurchmesser  
e = Wandstärke

Die SDR-Klasse ist definiert durch die Formel :

$$SDR = \frac{De}{e}$$

SDR = Standard dimension ratio

Die Beziehung zwischen der Rohrserienzahl S und SDR lautet :

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

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

### Höchstzulässige Betriebsdrücke

Die für die Wasserrohrleitungen und Wasserrohrnetze geltenden höchsten Betriebsdrücke sind in Abhängigkeit des Werkstoffes und der SDR-Reihe in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 : Höchster zulässiger Betriebsdruck für Rohre und Formstücke bei ein Temperatur von 20°C

Rohrserie		PE80	PE100
SDR7,4	S3,2	PN20	PN25
SDR9	S4	PN16	PN20
SDR11	S5	PN12,5	PN16
SDR13,6	S6,3	PN10	PN12,5
SDR17	S8	PN8	PN10
SDR21	S10	PN6	PN8
SDR26	S12,5	PN5	PN6
SDR33	S16	PN4	PN5
SDR41	S20	PN3,2	PN4

Der Zusammenhang zwischen den Rohrabmessungen, der zulässigen Berechnungsspannung, dem Sicherheitsfaktor und dem zulässigen Betriebsdruck zeigt die folgende Beziehung :

$$PN = \frac{10 \cdot \sigma}{c \cdot S}$$

- PN = Zulässiger Betriebsdruck in bar.  
 $\sigma$  = Berechnungsspannung in MPa oder N/mm<sup>2</sup>  
c = Sicherheitsfaktor 1,25 ( nach EN12201 – Medium Wasser)  
S = Rohrserienzahl  
e = Wandstärke in mm  
de = Außendurchmesser in mm

$$PN = \frac{20 \cdot e \cdot \sigma}{e \cdot (De - e)}$$

### Druckstöße

Druckstöße sind für Polyethylen-Rohre weitgehend unschädlich, solange die Mittelspannung nicht über der Spannung beim maximal zulässigen Betriebsdruck liegt, d.h. zum Beispiel für ein PE100-Rohr der Serie S5/SDR11 mit einem maximalen Betriebsdruck von 16,0 bar bei 20°C darf der mittlere Druck nicht über 16,0 bar liegen. Die Druckamplitude darf in diesem Fall höchstens 16,0 bar betragen.

Die Größe der Druckamplitude für Wasser bei 20°C und für Polyethylen-Rohre errechnet sich mit folgender Gleichung (Ableitung der Joukowsky-Formel):

$$Ps = \frac{14,49}{\sqrt{1 + \frac{1,25 \cdot dm}{e}}} \cdot v \quad (\text{in bar})$$

- Ps = Druckamplitude in bar  
v = Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in m/s.  
dm = Mittlerer Rohrdurchmesser (De - e) in mm  
e = Wandstärke des Rohres in mm.

### Belastung durch inneren Unterdruck

Für mit Vakuum betriebene Rohrleitungen und Wasserleitungen, bei denen Abschalten von Pumpen oder Schließen von Ventilen Unterdrücke entstehen können, ist die Überprüfung der Festigkeit gegenüber inneren Unterdruck notwendig. Bei einer Rohrwandtemperatur von nicht mehr als 20°C sind die Polyethylen-Rohre aus PE80 und PE100 der Rohrserie S5/SDR11 vakuumstabil. Sie halten äußeren Überdrücken bis 1,6 bar bei einer Betriebsdauer von 50 Jahren stand. Rohre der Serie S8/SDR17 sind für einen dauernden Unterdruck bis -0,4 bar einsetzbar (Sicherheitsfaktor 2,0). Bei höheren Rohrwandtemperaturen und / oder Rohrdeformationen nimmt die Unterdruckfestigkeit ab.

### **Kräfte zwischen Rohr und Befestigung bedingt durch Innendruck**

Für vollständig längskraftschlüssig verbundene Rohrsysteme (z.B. mit geschweißten Rohrverbindungen) wirkt der Innendruck nicht als äußere Kraft. Es sind deshalb auch keine speziellen Maßnahmen notwendig.

In Rohrsystemen mit nicht dauernd längskraftschlüssigen Verbindungen wirkt der Druck im Inneren des Rohres bei Rohrhalterungen und Abstützungen nach außen. Die Befestigung muss der höchsten resultierenden Kraft (z.B. infolge des Prüfdruckes) standhalten. Dabei ist bei erdverlegten Rohrleitungen auch die zulässige Bodenbelastung je nach Bodenbeschaffung zu beachten.

Die Längskräfte, hervorgerufen durch den Innendruck, errechnen sich wie folgt :

$$F_l = \frac{D_a^2 \cdot \pi}{40} \cdot p$$

$F_l$  = Längskraft in N

$D_a$  = Außendurchmesser des Rohres in mm.

$p$  = Innendruck in bar

Die bei Umlenkungen wirksame resultierende Kraft ist demnach :

$$F_r = 2 \cdot F_l \cdot \frac{\alpha}{2}$$

$F_r$  = Resultierende Kraft in N.

$F_l$  = Längskraft in N.

$\alpha$  = Umlenkungswinkel

Die resultierenden Kräfte können erhebliche Werte annehmen. Die resultierende Kraft einer 45°-Umlenkung z.B. bei einer Rohrleitung mit einem Außendurchmesser von 200 mm und bei 15 bar Prüfdruck beträgt 36.070 N.

### **Kräfte zwischen Rohr und Befestigung bedingt durch Temperaturänderung**

Bei fest eingespannten Rohrleitungssystemen müssen die durch Temperaturunterschiede hervorgerufenen Kräfte durch Fixpunkte aufgenommen werden. Bei erdverlegten Leitungen werden diese Kräfte weitgehend durch das umgebende Erdreich aufgenommen. Die auf das Rohr einwirkenden Gegenkräfte bei fest eingespannter oder erdverlegter Montageart werden von diesem schadlos aufgenommen, da die maximal zulässigen Spannungen nicht überschritten werden.

Die bei veränderter Wärmedehnung bzw. – Schrumpfung auftretenden Längskräfte auf die Befestigung werden wie folgt berechnet:

$$F_t = A_r \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot E_c$$

$F_t$  = Längskraft, thermisch bedingt, in N.

$A_r$  = Rohrwandringfläche in  $\text{mm}^2$

$\Delta T$  = Temperaturunterschied in °K.

$\alpha$  = Thermischer Längenänderungskoeffizient (für PE = 0,2 mm/m/°K).

$E_c$  = Mittlerer Kriechmodul in MPa bzw. N/mm<sup>2</sup>.  
Für PE zwischen -20°C und °C :  $E_c = 950$  MPa,  
zwischen 0°C und 20°C:  $E_c = 640$  MPa)

$$A_r = \frac{(D_e^2 - D_i^2) \cdot \pi}{4}$$

$A_r$  = Rohrwandringfläche in  $\text{mm}^2$

$D_e$  = Außendurchmesser in mm

$D_i$  = Innendurchmesser in mm

### **Ortung**

EUCALENE-PE-Rohre können nachträglich mit elektronischem Leitungssuchgeräten geortet werden. Trotzdem ist aber ein genaues Einmessen empfehlenswert. Sofern die Möglichkeit der nachträglichen Ortung wünschbar ist, sind Ortungsbänder einzusetzen.

Leckagen in Kunststoffleitungen können mit den Geräusch-Ortungsgaräten lokalisiert werden.

Moderne Suchsysteme, die die Korrelationsmethode verwenden, geben genauere Resultate.

### **Transport und Lagern der Rohrleitungsteile**

Im Temperaturbereich von -20 °C bis 50 °C können EUCALENE-PE-Rohre in der Originalverpackung ohne Probleme transportiert werden.

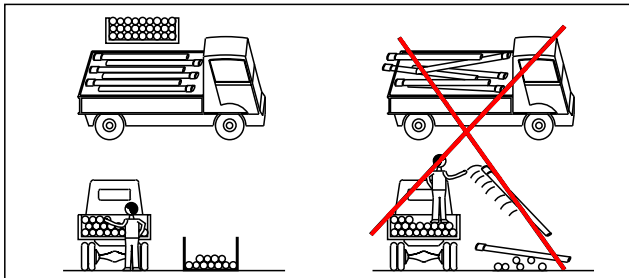
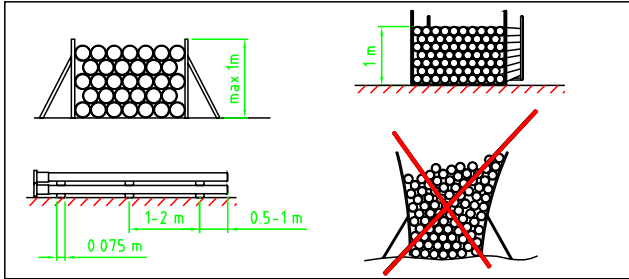
Bei Rohrtemperaturen >35 °C ist bei loser Stapelung eine Verformung der Rohre zu vermeiden.

Dies geschieht durch Verringerung der Stapelhöhe oder durch abdecken mit weißer Folie.

Die Rohrleitungsteile sind mit geeigneten Fahrzeugen zu befördern und sachkundig auf- und abzuladen. Die Rohre sollen möglichst auf der gesamten Länge aufliegen

Die Lagerung und der Transport der EUCALENE-PE-Rohre und Formteile auf der Baustelle haben so zu erfolgen, dass keine bleibenden Verformungen und/oder Beschädigungen eintreten.

Der Lagerplatz sollte eben sein, damit eine ausreichende Auflage ermöglicht wird. Ringbunde sind liegend zu lagern. Andere Lagerformen bedürfen geeigneter Maßnahmen (Gefahr durch Knicken). Folgende Maßnahme bei der Rohrlagerung von Stangenware hat sich bewährt:



Palettierte Rohrbündel können übereinander gestapelt werden. Voraussetzung ist, dass die Hölzer aufeinander zu liegen kommen.

Werden die Rohre nicht in Palettenform geliefert, dann darf die Stapelhöhe loser Rohre 1,0 m nicht überschreiten. Die Rohrstapel sind seitlich zu sichern.

Bei längerer Lagerung im Freien (mehrere Monate) sind EUCALENE-PE-Rohre und Formstücke vor direkter Sonneneinstrahlung z.B. durch Abdeckung zu schützen.

Durch einseitige Sonneneinstrahlung können besonders dünnwandige Rohre aufgrund der Temperaturdifferenzen Krümmungen aufweisen (Bananeneffekt). Durch z.B. Abdecken der Rohre kann dieser Vorgang verhindert oder rückgängig gemacht werden.

Kontakt mit schädigenden Medien wie Motorenkraftstoffen, Lösungsmitteln o.ä. ist auszuschließen.

### Verlegung im offenen Rohrgraben Zulässige Mindestbiegeradien

PE80 und PE100 Werkstoffe werden als elastische Materialien angesehen, d.h., dass sie in Abhängigkeit von der Verlegetemperatur mehr oder weniger flexibel zu verlegen sind und oftmals Formteile und Schweißungen eingespart werden können. Neben der Verlegetemperatur ist auch die Wanddicke bzw. die Druckstufe des Rohres zu berücksichtigen. Die unten aufgeführten Tabellen gelten für PE80 und PE100, die in der Erdverlegung Verwendung finden.

#### SDR Klasse 7,4 – 9 – 11 – 13,6 – 17

Werkstoff	Verlegetemperatur		
	0°C	10°C	20°C
PE80	50 x da	35 x da	20 x da
PE100			
PE100-RC			

#### SDR Klasse 26

Werkstoff	Verlegetemperatur		
	0°C	10°C	20°C
PE80	75 x da	52,5 x da	30 x da
PE100			
PE100-RC			

#### SDR Klasse 33

Werkstoff	Verlegetemperatur		
	0°C	10°C	20°C
PE80	100 x da	70 x da	40 x da
PE100			
PE100-RC			

#### SDR Klasse 41

Werkstoff	Verlegetemperatur		
	0°C	10°C	20°C
PE80	125 x da	87,5 x da	50 x da
PE100			
PE100-RC			

## Rohrgrabenausführung

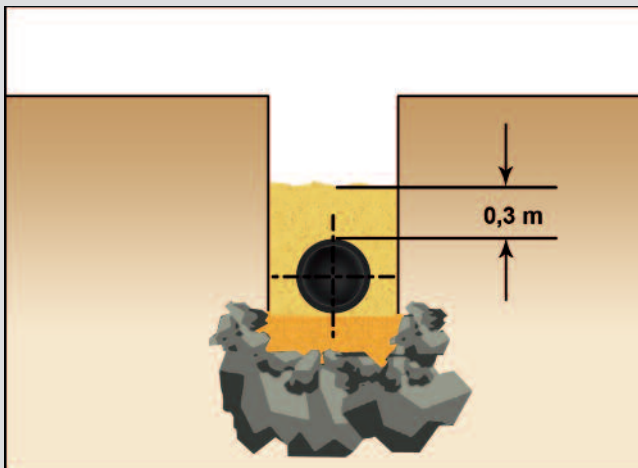
Hinsichtlich der Rohrgrabenausführung gelten die Festlegungen in DIN 4124.

EUCALENE-PE-Rohre und Rohrleitungsteile können in Regeltiefen entsprechend Tabelle 1 und unter Einhaltung der Verlegebedingungen nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 unter den Randbedingungen: ( Proctordichte 90%) kein Grundwasser, Boden G1, Grabenbreite nach EN 1610 verlegt werden. Bei Verlegung im Rohrbündel sind SDR-Reihen kleiner gleich 17 zu wählen. Unter Einhaltung dieser Randbedingungen ist in beiden Fällen ein gesonderter statischer Nachweis nicht erforderlich. Für den speziellen Anwendungsfall kann Kabelwerk EUPEN AG eine entsprechende prüffähige Rohrstatik nach ATV-A 127 erstellen.

**Tabelle 1: Verlegetiefe**

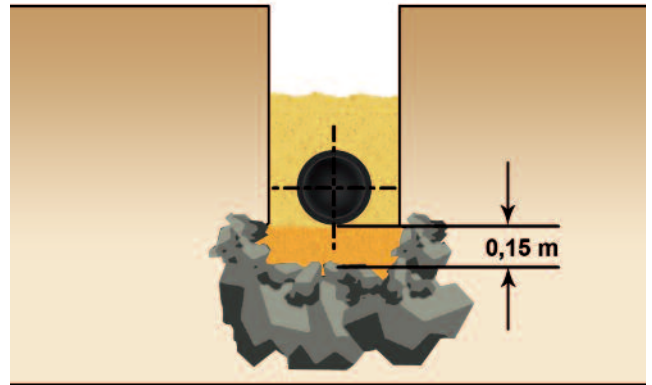
Verkehrsflächen bis SLW 60	
SDR17	SDR11
0,8 – 5 m	

Für die Grabensohle und die Rohrbettung darf nur steinfreies, verdichtungsfähiges Material verwendet werden.



Die Rohrgrabensohle ist vor dem Verlegevorgang mit leichtem Verdichtungsgerät abzurütteln.

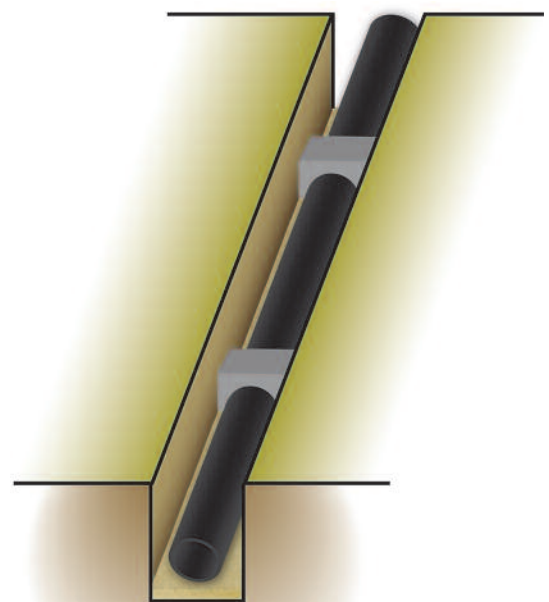
In felsigem oder steinigem Untergrund ist die Grabensohle mindestens 0,15 m tiefer auszuheben und der Aushub durch eine steinfreie Schicht (Sand, Feinkies mit Größtkorn  $\varnothing$  20 mm) zu ersetzen.



Bei nicht tragfähiger und stark wasserhaltiger Grabensohle sowie der Gefahr des Ausspülens des einzubringenden Verfüllmaterials durch wechselnde Grundwasserstände ist durch geeignete Maßnahmen eine Stabilisierung sicherzustellen.

Auflager und Einbettung der Rohre und Formstücke sind nach EN 1610 auszuführen.

In Steilstrecken muss durch geeignete Sicherungen vermieden werden, dass die Rohrbettung abgeschwemmt und die Rohrleitung unterspült wird. In Hang- und Steilstrecken ist die Rohrleitung auch gegen Abrutschen zu sichern, z.B. durch Riegel.



Für die Druckprüfung sind nach Möglichkeit die Rohrverbindungsstellen freizuhalten.



## Einbau der Leitungsteile und Herstellung der Rohrverbindungen

Die Rohrleitungsteile sind vor dem Einbau auf Beschädigungen und ähnliche Beeinträchtigungen zu überprüfen und im Verbindungsbereich zu säubern. Der Verbindungsbereich muss beschädigungsfrei sein, um eine dauerhafte Dichtheit zu erreichen.

Riefen und Kratzer am Rohr dürfen nicht tiefer als 10 % der zulässigen Mindestrohrwanddicke sein. Beschädigte Teile sind auszusondern.

Die Rohre und Formstücke sollen bei der Verlegung etwa gleiche Temperaturen aufweisen. Sie können in einem Temperaturbereich von -10 °C bis 35 °C verlegt werden. Die für Polyethylenrohre geltenden temperaturbedingten Längenänderungen sind zu beachten.

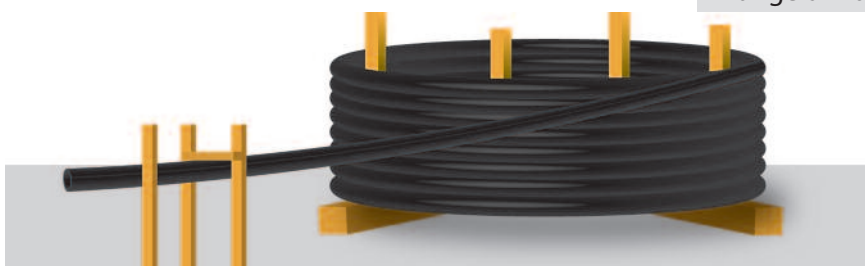
Das Ablängen der Rohre ist im Bedarfsfall mit einer feinzahnigen Säge oder einem geeigneten Rohrschneider vorzunehmen. Die Rohre sind rechtwinklig zu schneiden.

Grate und Unebenheiten der Trennflächen sind mit einem geeigneten Werkzeug, z.B. grobheibige Feile, Ziehklinge oder Schaber, zu entfernen. Hierbei sind Einschnitte und Kerben zu vermeiden.

Die Rohrenden müssen entsprechend der Verbindungsart gegebenenfalls bearbeitet werden.

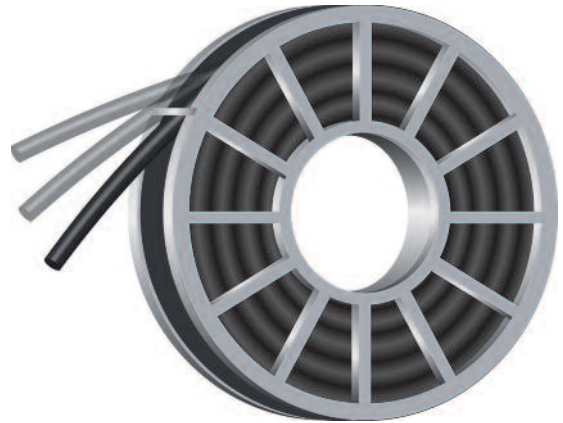
Das Abwickeln der Rohre vom Ring kann auf mehrere Arten erfolgen. Bei Rohren bis 63 mm Außendurchmesser wird im Allgemeinen der Bund in Senkrechtlage abgerollt, wobei der Rohranfang zu fixieren ist.

Bei größeren Abmessungen ist eine Abwickelvorrichtung zu verwenden. Die Vorgaben der Gerätehersteller sind zu beachten.



Die Rohre sind gerade abzuwickeln und dürfen nicht geknickt werden.

Beim Abwickeln der Rohre von Trommeln oder Ringbunden ist zu beachten, dass die Rohrenden bzw. einzelne Lagen des Ringbundes beim Lösen der Befestigung federnd wegschnellen können. Nach Fixieren des Rohrendes sind die Abbindungen von außen nach innen fortlaufend zu lösen.



Da besonders bei größeren Rohren erhebliche Kräfte freigesetzt werden, ist entsprechend **vorsichtig vorzugehen (Unfallgefahr!)**.

Darüber hinaus ist beim Abwickeln zu beachten, dass die Flexibilität der Rohre von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird. Bei Temperaturen in Frostnähe ist zur leichteren Handhabung zu empfehlen, die noch aufgewickelten Rohre durch Zwischenlagerung in einer beheizten Halle oder einem beheizten Zelt über einen Zeitraum von mehreren Stunden zu erwärmen. Eine Erwärmung mit offener Flamme ist nicht zulässig.

Alle Rohre sind spannungsfrei zu verlegen. Um eine spannungsfreie Verlegung zu erreichen, ist die temperaturbedingte Längenänderung der Rohre zu beachten. Beim Anstieg bzw. Abfall der Rohrwandtemperatur um 1 Kelvin (1 K = 1 °C) verlängert bzw. verkürzt sich ein Rohr aus PE-HD je Meter Länge um 0,2 mm.

Vor dem Setzen eines Festpunktes (z.B. Schachtanbindung) muss deshalb das Rohr der Bodentemperatur angeglichen werden. Die Angleichzeit sollte mindestens 2 Stunden betragen. Dazu empfiehlt sich eine Abdeckung durch Teilfüllung bzw. Schutz der Rohrleitungsteile durch direkte Sonneneinstrahlung.

### **Ermittlung der Längenänderung**

Längenänderungen durch Temperaturunterschiede

Für die Ermittlung von temperaturabhängige Längenänderungen in PE80 bzw PE100 Rohrleitungen gilt :

$$\Delta L_a = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

$\Delta L_a$  = Temperaturabhängige Längenänderung in mm.

$\alpha$  = Linearer Ausdehnungskoeffizient  
0,2 mm/m. /°K.

L = Länge der betrachteten Rohrstrecke in m.

$\Delta t$  = Temperaturdifferenz in °K.

### **Rohrverbindungen**

Für EUCALENE-PE-Rohren aus PE80 und PE100 werden in der Regel folgende Verbindungsarten angewendet:

- Heizelement-Stumpfschweißen
- Heizelement-Wendelschweißen
- Klemm- und Schraubverbindungen
- Flanschverbindungen

### **Herstellung von Schweißverbindungen**

Schweißarbeiten dürfen nur von ausgebildeten Kunststoff-Rohrschweißern ausgeführt werden (siehe DVGW-Merkblatt GW 330 oder siehe belgische Norm NBN-T42-011).

Die Schweißarbeiten sind entsprechend dem DVGW-Merkblatt GW 331 zu überwachen.

Die Durchführung der Schweißung muss nach DVS 2207-1 oder nach NBN T42-010 erfolgen.

Schweißgeräte müssen den Anforderungen von DVS 2208-1 „Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen, Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln“ entsprechen.

Weiterhin sind die Hinweise der Formstücke- und Schweißgerätehersteller zu beachten.

### **Kurzbeschreibung der Schweißverfahren**

#### **Heizelementstumpfschweißen**

Die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile werden am Heizelement unter Druck angeglichen (Angleichen), anschließend bei reduziertem Druck auf Schweißtemperatur erwärmt (Anwärmen) und nach Entfernung des Heizelementes (Umstellen) unter Druck zusammengefügt (Fügen). Während der Abkühlung ist der Fügedruck der in der Schweißvorrichtung eingespannten Teile aufrecht zu erhalten. Maßnahmen für eine beschleunigte Abkühlung der verschweißten Teile sind unzulässig.



#### **Heizelement-Wendelschweißen**

Die Verbindungsflächen (Rohraußenoberfläche und Muffeninnenseite) werden mittels in der Muffe vorhandener Widerstandsdrähte durch elektrischen Strom auf Schweißtemperatur erwärmt und geschweißt. Die Schweißung erfolgt mit eigens hierfür entwickelten und geeigneten Schweißgeräten. Haltevorrichtungen sind einzusetzen, wenn diese vom Hersteller vorgegeben sind.



### **Klemm-und Schraubverbindungen**

Rohre aus PE80 oder PE100 können durch Klemmverbinder aus Kunststoff oder Metall verbunden werden. Die Klemmverbinder aus Kunststoff müssen die Norm DIN 8076-3 und aus Metall die Norm DIN 8076-1 entsprechen. Die Montageanleitung der Hersteller ist zu beachten.

### **Flanschverbindungen**

Für die Verbindung von PE-Rohren durch Flansche stehen ab 32 mm Außendurchmesser Vorschweißbunde mit losem oder festem Flansch zur Verfügung. Es sind zwei verschiedene Ausführungsarten gebräuchlich.

- Vorschweißbund für Heizelementstumpfschweißen
- Vorschweißbund für Heizwendelschweißen

Es wird empfohlen, die Flanschverbindungen mittels Drehmomentschlüssel über Kreuz anzuziehen. Die Angaben der Dichtringhersteller zum Anzugsmoment sind zu beachten. Bei der Verwendung stahlarmierter Kunststoff-Flansche sind Unterlegscheiben zu verwenden, um die wirksamen Axialkräfte gleichmäßig auf die Flansche zu übertragen. Es ist darauf zu achten, dass Flansch- und Schraubverbindungen spannungsfrei eingebaut werden.

### **Gußeiserne Formstücke und schwere Armaturen**

Formstücke mit hohem Eigengewicht sind erforderlichenfalls so zu unterbauen, dass die Rohrleitung nicht durch ihr Gewicht belastet wird.

### **Korrosionsschutz metallener Zubehörteile**

Beim Korrosionsschutz ist darauf zu achten, dass schädigende Isolierstoffe nicht mit Rohren aus PE in Berührung kommen. Bei der Verarbeitung von z.B. Vergußmassen, Schrumpfschläuchen sind schädigende Temperaturbeeinflussungen des Rohres und der Formstücke zu vermeiden. Die Verträglichkeit von Vergußmassen mit dem Rohrmaterial muss gesichert sein.

### **Nachträgliche Arbeiten an verlegten Kanälen**

Für Instandsetzungsarbeiten unbelegter Kanäle wird der beschädigte Rohrabschnitt durch senkrechte Schnitte zur Rohrachse herausgetrennt. Nach dem Anfasern beider Rohrenden wird je eine Doppel-Steckmuffe mit dem längeren Muffenteil bis zum Anschlag auf die Rohrenden aufgeschoben und der Abstand zwischen den beiden Doppel-Steckmuffen ausgemessen.

Die mit angeschrägten Enden versehene entsprechende Passlänge wird in eine der beiden Doppel-Steckmuffen bis zum Anschlag eingeschoben und die gegenüberliegende Doppel-Steckmuffe bis zum Anschlag auf die Passlänge zurückgeschoben.

Beim Instandsetzen belegter Kanäle ist mit geeigneten Reparatursets zu arbeiten.

Der nachträgliche Einbau von Formstücken kann mit Klemm-und Schraubverbindungen oder aber mit Schweißverbindungen hergestellt werden.

Bei Schweißverbindungen ist sicherzustellen, dass der Schweißbereich während des ganzen Schweißvorganges frei von Feuchtigkeitseinwirkungen ist.

## **Verfüllen und Verdichten**

Die Verdichtung trägt unmittelbar zur Standsicherheit der erdverlegten Leitung bei und ist deshalb sorgfältig durchzuführen.

Beiderseits der Rohrleitung ist steinfreier, verdichtungsfähiger Boden (Größtkorn  $\varnothing$  20 mm) in Lagen bis zu 0,3 m anzuschütten und von Hand oder mit leichten maschinellen Geräten zu verdichten. Die Rohre dürfen dabei seitlich nicht verschoben werden.

Rohre kleiner Nennweiten sind beim Einbetten in ihrer Höhenlage zu sichern.

Beim Verfüllen und Verdichten ist die EN 1610 zu beachten. Auf die seitliche Verdichtung ist insbesondere zu beachten, um eine spätere Verformung der Rohre zu vermeiden.

Die Rohrverbindungen sind für die Dichtheitsprüfung möglichst freizuhalten.

## **Dichtheitsprüfung (Innendruckprüfung)**

Erdverlegte Trinkwasserleitungen werden üblicherweise einer Druckprüfung unterzogen. Die Druckprüfung hat den Zweck, die Dichtheit des gesamten Rohrleitungssystem festzustellen. Auf Grund dieser Prüfung wird ein Protokoll erstellt, welches der Abnahme des Objektes dient. Die Druckprüfung wird nach der Norm EN805 und DVGW Arbeitsblatt W400-2 durchgeführt.

Als Prüfverfahren für EUCALENE-PE-Rohre gelten :

- Das Kontraktionsverfahren
- Das Normalverfahren
- Das Sichtprüfverfahren (z.B. für Reparaturen) siehe DVGW W400-2

## **Kontraktionsverfahren**

### **Festlegung des Prüfabschnittes**

Die Druckprüfung ist grundsätzlich mit einem höheren Druck als dem höchsten Systembetriebsdruck MDP durchzuführen. Für alle Rohrleitungen ist der Systemprüfdruck STP zu bestimmen. Dieser ist an der tiefsten Stelle zu messen. Bei Höhendifferenzen von mehr als 40 m ist die Leitung in mehreren Teilabschnitten zu prüfen.

Abkürzungen :

- DP = Betriebsdruck (Netzdruck)
- MDP = Max. Systembetriebsdruck (inkl. Druckstoß)
- STP = Systemprüfdruck
- MDPa= angenommener max. Systembetriebsdruck (inkl. Druckstoß)
- MDPc= berechneter max. Systembetriebsdruck (inkl. Druckstoß)

Bestimmung des Systemprüfdruckes STP

Am höchsten Punkt des Prüfabschnittes :

$$\text{STP min} = 1,1 \times \text{MDP}$$

Bei eingerechnetem Druckstoß :

$$\text{STP} = \text{MDPc} + 1 \text{ bar}$$

Bei nicht berechnetem Druckstoß :

$$\text{MDPa min} = \text{DP} + 2 \text{ bar}$$

$$\text{STP} = \text{MDPa} \times 1,5 \text{ oder}$$

$$\text{STP} = \text{MDPa} + 5 \text{ bar}$$

(der kleinere Wert ist maßgebend)

Rohrleitungen aus PE100 SDR17 max. 12 bar

Rohrleitungen aus PE100 SDR11 max. 21 bar

## **Vorbereitung**

Folgende Punkte sind u.a. zu beachten :

- Die Rohrleitung vor direkter Sonnenbestrahlung schützen. Rohrwandtemperatur max. 20°C.
- Rohre gegen Lageveränderung schützen (z.B. Umhüllungsmaterial einbringen)
- Verbindungsstellen der zu prüfenden Leitung gut zugänglich halten
- Absperrarmaturen müssen wasser- und luftdicht sein.

Durchführung der Kontraktionsprüfung

### **1 Entspannungsphase**

Nach dem Befüllen und Entlüften der Wasserleitung ist der Prüfabschnitt während 60 Minuten drucklos zu halten. Die Rohrtemperatur darf während dem ganzen Prüfungsverlauf nicht mehr als 20°C betragen.

### **2 Druckaufbau**

Den Systemprüfdruck STP innerhalb von 10 Minuten aufbauen, bei längeren Leitungsabschnitten notfalls mit einer Motorpumpe.

### 3 Druckhaltephase

Der Systemprüfdruck STP wird während 30 Minuten durch stetes Nachpumpen gehalten.

### 4 Ruhephase

Anschließend folgt eine einstündige Ruhephase. In der Zeit verformt sich die Leitung viskoelastisch. Innerhalb 60 Minuten darf der STP max. 20% absinken.

Anmerkung : zu großer Druckabfall deutet auf eine Undichtheit oder auf eine unzulässige Rohrwandtemperatur hin. Falls dies zutrifft, ist die Prüfung zu wiederholen.

### 5 Druckabsenkung / Druckabfallprüfung

Zur Unterbrechung der weiteren viskoelastischen Dehnung der Leitung wird der Druck innerhalb von max. 2 Min. abgesenkt. Die sich aus dem gemessenen Druckabfall theoretisch ergebende Volumenänderung bei Luftfreiheit wird mit der tatsächlich gemessenen Wassermenge  $\Delta V_g$  verglichen. Eine Leitung ist ausreichend luftfrei, wenn die gemessene, abgelassene Wassermenge kleiner ist, als das berechnete, maximal zulässige Wasservolumen  $V_{zul}$

Werkstoff	SDR Klasse	Druckabsenkung P <sub>ab</sub>
PE80	SDR11	2,2 bar
PE80	SDR7,4	3,6 bar
PE100	SDR17	2,0 bar
PE100	SDR11	3,2 bar

Für SDR17 siehe auch DVGW W400-2 (Anhang A)

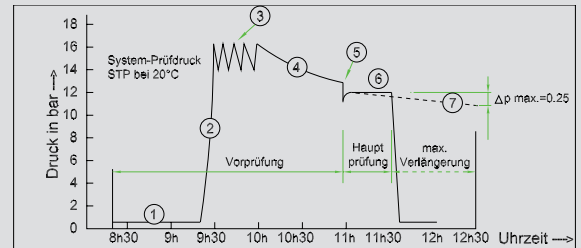
### 6 Hauptprüfung

Die Leitung gilt als dicht, wenn im Verlauf der 30 minütigen Kontraktion die Drucklinie eine steigende bis gleichbleibende Tendenz aufweist.

### 7 Verlängerte Hauptprüfung

Im Zweifelsfall kann die Prüfung um 1 Stunde auf 1,5 Stunden verlängert werden. Dabei darf der Druckabfall nicht mehr als 0,25 bar vom höchsten, erreichten Wert nach der Druckabsenkung betragen.

Die Ergebnisse des Prüfungsverlaufes sollten ständig aufgezeichnet und protokolliert werden.



Zulässiges maximales Wasservolumen  $V_k$  in ml pro Meter Leitungslänge

Rohr außen Ø	PE80		PE100	
	SDR11	SDR7,4	SDR17	SDR11
32	1,29	0,98		1,28
40	1,96	1,54		1,95
50	3,12	2,41		3,10
63	4,98	3,94		4,95
75	7,28	5,53	8,30	7,22
90	10,43	8,07	12,01	10,35
110	15,70	11,98	18,02	15,57
125	20,20	15,61	23,76	20,04
140	25,60	19,50	29,81	25,39
160	33,17	25,61	38,93	32,90
180	42,13	32,55	49,26	41,79
200	52,17	40,01	60,81	51,74
225	65,96	50,77	76,96	65,41
250	81,95	62,80	95,90	81,27
280	103,04	78,85	120,17	102,17
315	130,31	99,79	151,94	129,22
355	165,88	127,21	192,81	164,48
400	210,54	161,25	246,02	208,76

### Kalibrierung

Eine Kalibrierung ist nach Abschluss der Dichtheitsprüfung durchzuführen. Das zu verwendende Kaliber ist in Abhängigkeit der vorgesehenen Belegung des EUCALENE-PE-Rohre mit dem Auftraggeber abzustimmen. Dabei sind die unterschiedlichen Ovalitäten zwischen Ringbund- und Stangenware zu beachten.

### Besondere Maßnahmen

Je nach vorgesehener Belegung der erdverlegten EUCALENE-PE-Rohre sind entsprechende Schutzabstände bei Kreuzungen und Parallelverlegung die einschlägigen Vorschriften bzw. Regelwerke zu beachten.

### Abminderungsfaktoren der Druckklasse bei höheren Einsatztemperaturen

Einsatztemperatur	Druckminderungsfaktor fT
20°C	1,00
30°C	0,87
40°C	0,74

$PFA = fT \times PN$

PN = der angenommene Wert für den Nenndruck.

fT = Druckminderungsfaktor

### Maximale zugelassene Zugkräfte für EUCALENE-Rohre aus PE80

Die maximalen zugelassenen Zugkräfte bei einer Verlegetemperatur von 20°C sind in folgender Tabelle beschrieben :

Außen- durchmesser  mm	25		20		16		12,5	
	51		41		33		26	
	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft
	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf
10								
12								
16								
20								
25								
32								
40							1,8	177
50					1,8	223	2,0	246
63			1,8	283	2,0	313	2,5	388
75	1,8	338	1,9	356	2,3	429	2,9	536
90	1,8	407	2,2	495	2,8	626	3,5	776
110	2,2	608	2,7	743	3,4	929	4,2	1139
125	2,5	785	3,1	969	3,9	1210	4,8	1479
140	2,8	985	3,5	1224	4,3	1495	5,4	1863
160	3,2	1286	4,0	1599	4,9	1948	6,2	2443
180	3,6	1627	4,4	1980	5,5	2459	6,9	3060
200	3,9	1960	4,9	2450	6,2	3079	7,7	3794
225	4,4	2487	5,5	3093	6,9	3856	8,6	4768
250	4,9	3077	6,2	3873	7,7	4780	9,6	5913
280	5,5	3868	6,9	4828	8,6	5980	10,7	7383
315	6,2	4906	7,7	6063	9,7	7587	12,1	9390
355	7,0	6241	8,7	7719	10,9	9610	13,6	11896
400	7,9	7936	9,8	9797	12,3	12218	15,3	15080
450	8,8	9947	11,0	12372	13,8	15422	17,2	19072
500	9,8	12308	12,3	15369	15,3	19000	19,2	23533
560	11,0	15472	13,7	19175	17,2	23919	21,4	29530

**EUCALENE PE80 Rohre maximale erlaubte Zugkraft der Verlegung bei einer Temperatur von 20°C**

Serie (S)																			
10,5		10		8,3		8		6,3		5		4		3,2		2,5		2	
Verhältniss Durchmesser / Wandstärke (SDR)																			
22		21		17,6		17		13,6		11		9		7,4		6		5	
Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft	Wand- stärke	Zug kraft
mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf
																1,8	38	2,0	41
														1,8	48	2,0	52	2,4	60
												1,8	66	2,2	78	2,7	92	3,3	108
								1,8	84	1,9	89	2,3	105	2,8	124	3,4	145	4,1	168
						1,8	107	1,9	113	2,3	134	2,8	160	3,5	193	4,2	224	5,1	261
				1,8	140	1,9	147	2,4	183	3,0	223	3,6	262	4,4	312	5,4	368	6,5	425
1,9	186	1,9	186	2,3	223	2,4	232	3,0	285	3,7	345	4,5	410	5,5	487	6,7	572	8,1	662
2,3	282	2,4	293	2,9	350	3,0	362	3,7	439	4,6	536	5,6	638	6,9	762	8,3	887	10,1	1033
2,9	447	3,0	462	3,6	548	3,8	577	4,7	703	5,8	850	7,1	1017	8,6	1199	10,5	1413	12,7	1637
3,5	642	3,6	659	4,3	779	4,5	813	5,6	996	6,8	1189	8,4	1434	10,3	1708	12,5	2002	15,1	2318
4,1	903	4,3	945	5,1	1110	5,4	1171	6,7	1430	8,2	1719	10,1	2068	12,3	2449	15,0	2883	18,1	3335
5,0	1346	5,3	1422	6,3	1674	6,6	1749	8,1	2115	10,0	2562	12,3	3079	15,1	3672	18,3	4300	22,1	4977
5,7	1743	6,0	1830	7,1	2145	7,4	2230	9,2	2730	11,4	3318	14,0	3982	17,1	4728	20,8	5553	25,1	6425
6,4	2191	6,7	2289	8,0	2706	8,3	2801	10,3	3423	12,7	4142	15,7	5000	19,2	5943	23,3	6967	28,1	8056
7,3	2856	7,7	3005	9,1	3519	9,5	3663	11,8	4481	14,6	5439	17,9	6517	21,9	7749	26,6	9091	32,1	10519
8,2	3610	8,6	3777	10,2	4438	10,7	4642	13,3	5681	16,4	6874	20,1	8235	24,6	9794	29,9	11499	36,1	13309
9,1	4451	9,6	4683	11,4	5509	11,9	5735	14,7	6979	18,2	8477	22,4	10193	27,4	12117	33,2	14188	40,1	16428
10,3	5666	10,8	5927	12,8	6959	13,4	7265	16,6	8863	20,5	10741	25,2	12900	30,8	15324	37,4	17976	45,1	20787
11,4	6969	11,9	7260	14,2	8579	14,8	8919	18,4	10918	22,7	13219	27,9	15876	34,2	18909	41,6	22211	50,1	25658
12,8	8763	13,4	9153	15,9	10759	16,6	11202	20,6	13691	25,4	16568	31,3	19944	38,3	23717	46,5	27818	56,2	32224
14,4	11090	15,0	11529	17,9	13625	18,7	14196	23,2	17344	28,6	20986	35,2	25233	43,1	30024	52,3	35200	63,2	40771
16,2	14062	16,9	14639	20,1	17246	21,1	18050	26,1	21993	32,2	26630	39,7	32069	48,5	38085	59,0	44742		
18,2	17803	19,1	18639	22,7	21943	23,7	22849	29,4	27915	36,3	33824	44,7	40689	54,7	48390	66,5	56819		
20,5	22558	21,5	23603	25,5	27733	26,7	28956	33,1	35354	40,9	42868	50,3	51508	61,5	61213				
22,8	27875	23,9	29152	28,4	34314	29,7	35786	36,8	43671	45,4	52876	55,8	63502	68,3	75540				
25,5	34919	26,7	36480	31,7	42906	33,2	44808	41,2	54761	50,8	66271	62,5	79661						

**Maximale zugelassene Zugkräfte für EUCALENE-Rohre aus PE100**

Die maximalen zugelassenen Zugkräfte bei einer Verlegetemperatur von 20°C sind in folgender Tabelle beschrieben :

EUCALENE PE100 Rohre													
Außen- durchmesser	25		20		16		12,5		10,5		10		
	51		41		33		26		22		21		
mm	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	Wand- stärke	Zug- kraft	
	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	
	10												
12													
16													
20													
25													
32													
40							1,8	221	1,9	232	1,9	232	
50					1,8	278	2,0	308	2,3	352	2,4	366	
63			1,8	353	2,0	391	2,5	485	2,9	559	3,0	577	
75	1,8	422	1,9	445	2,3	536	2,9	670	3,5	802	3,6	824	
90	1,8	509	2,2	619	2,8	782	3,5	970	4,1	1128	4,3	1181	
110	2,2	760	2,7	928	3,4	1161	4,2	1424	5,0	1682	5,3	1778	
125	2,5	981	3,1	1211	3,9	1513	4,8	1848	5,7	2178	6,0	2287	
140	2,8	1231	3,5	1530	4,3	1869	5,4	2328	6,4	2739	6,7	2861	
160	3,2	1607	4,0	1999	4,9	2434	6,2	3054	7,3	3570	7,7	3756	
180	3,6	2034	4,4	2475	5,5	3074	6,9	3825	8,2	4512	8,6	4721	
200	3,9	2450	4,9	3062	6,2	3848	7,7	4742	9,1	5564	9,6	5854	
225	4,4	3109	5,5	3867	6,9	4820	8,6	5960	10,3	7082	10,8	7409	
250	4,9	3847	6,2	4841	7,7	5975	9,6	7391	11,4	8711	11,9	9074	
280	5,5	4835	6,9	6035	8,6	7475	10,7	9228	12,8	10953	13,4	11441	
315	6,2	6132	7,7	7578	9,7	9484	12,1	11738	14,4	13863	15,0	14411	
355	7,0	7802	8,7	9649	10,9	12012	13,6	14870	16,2	17577	16,9	18299	
400	7,9	9920	9,8	12246	12,3	15272	15,3	18850	18,2	22253	19,1	23299	
450	8,8	12434	11,0	15465	13,8	19278	17,2	23840	20,5	28197	21,5	29504	
500	9,8	15385	12,3	19211	15,3	23749	19,1	29416	22,8	34844	23,9	36440	
560	11,0	19340	13,7	23969	17,2	29899	21,4	36912	25,5	43649	26,7	45600	



**maximale erlaubte Zugkraft der Verlegung bei einer Temperatur von 20°C**

Serie (S)

8,3      8      6,3      5      4      3,2      2,5      2

Verhältniss Durchmesser / Wandstärke (SDR)

17,6      17      13,6      11      9      7,4      6      5

Wand-		Zug		Wand-		Zug		Wand-		Zug		Wand-		Zug	
stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft	stärke	kraft
mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf	mm	kgf
												1,8	48	2,0	52
										1,8	59	2,0	65	2,4	74
								1,8	82	2,2	98	2,7	115	3,3	135
				1,8	105	1,9	111	2,3	131	2,8	155	3,4	181	4,1	209
		1,8	134	1,9	141	2,3	168	2,8	200	3,5	241	4,2	280	5,1	326
1,8	175	1,9	184	2,4	228	3,0	279	3,6	328	4,4	389	5,4	460	6,5	531
2,3	278	2,4	289	3,0	356	3,7	431	4,5	512	5,5	608	6,7	715	8,1	828
2,9	438	3,0	452	3,7	549	4,6	669	5,6	797	6,9	953	8,3	1109	10,1	1291
3,6	685	3,8	721	4,7	878	5,8	1063	7,1	1272	8,6	1499	10,5	1766	12,7	2046
4,3	974	4,5	1016	5,6	1245	6,8	1486	8,4	1792	10,3	2135	12,5	2502	15,1	2897
5,1	1387	5,4	1464	6,7	1788	8,2	2149	10,1	2585	12,3	3061	15,0	3603	18,1	4168
6,3	2093	6,6	2186	8,1	2644	10,0	3203	12,3	3849	15,1	4590	18,3	5375	22,1	6222
7,1	2681	7,4	2787	9,2	3412	11,4	4148	14,0	4977	17,1	5909	20,8	6941	25,1	8031
8,0	3382	8,3	3501	10,3	4279	12,7	5178	15,7	6250	19,2	7428	23,3	8708	28,1	10070
9,1	4398	9,5	4579	11,8	5601	14,6	6799	17,9	8146	21,9	9686	26,6	11364	32,1	13148
10,2	5547	10,7	5802	13,3	7101	16,4	8593	20,1	10293	24,6	12243	29,9	14373	36,1	16636
11,4	6886	11,9	7169	14,7	8724	18,2	10597	22,4	12741	27,4	15146	33,2	17735	40,1	20535
12,8	8699	13,4	9081	16,6	11079	20,5	13426	25,2	16125	30,8	19155	37,4	22470	45,1	25983
14,2	10723	14,8	11148	18,4	13648	22,7	16524	27,9	19845	34,2	23636	41,6	27764	50,1	32073
15,9	13448	16,6	14003	20,6	17113	25,4	20710	31,3	24929	38,3	29646	46,5	34772	56,2	40279
17,9	17031	18,7	17745	23,2	21680	28,6	26232	35,2	31541	43,1	37530	52,3	43999	63,2	50963
20,1	21558	21,1	22563	26,1	27491	32,2	33287	39,7	40087	48,5	47606	59,0	55928		
22,7	27428	23,7	28561	29,4	34893	36,3	42280	44,7	50861	54,7	60488	66,5	71023		
25,5	34666	26,7	36195	33,1	44192	40,9	53584	50,3	64385	61,5	76516				
28,4	42892	29,7	44732	36,8	54589	45,4	66095	55,8	79377	68,3	94425				
31,7	53632	33,2	56010	41,2	68451	50,8	82839	62,5	99576						

**Normen und Richtlinien**

- EN 805 Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- EN 12201 - 1 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Polyethylen (PE); Teil 1 : Allgemeines
- EN 12201 - 2 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Polyethylen (PE); Teil 2 : Rohre
- EN 12201 - 5 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Polyethylen (PE); Teil 1 : Gebrauchstauglichkeit des Systems
- DIN 1960 Teil A : Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen
- DIN 1961 TEIL B : Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen
- DIN 4124 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- DIN 8074 Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 – Maße
- DIN 8075 Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen
- DIN 8075 Beiblatt 1 Rohre aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE); Chemische Beständigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen
- DIN 8076 Druckrohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen Klemmverbinder aus Metallen und Kunststoffen für Rohre aus Polyethylen (PE) - Allgemeine Güteanforderungen und Prüfung
- DIN 18300 Teil C: Allgemeine technische Vertragsbindungen für Bauleistungen (ATV) ; Erdarbeiten

- DIN 18303 Teil C: Allgemeine technische Vertragsbindungen für Bauleistungen (ATV) ; Verbauarbeiten
- DIN 18307 Teil C: Allgemeine technische Vertragsbindungen für Bauleistungen (ATV) ; Druckrohrleitungsarbeiten im Erdreich
- NBN T42-010 Rohre und Zubehör aus Polyethylen – Vorschrift für die Ausführung und Prüfung von Schweißverbindungen
- NBN T42-011 Rohrleitungssysteme aus Polyethylen Vorschrift für die Ausbildung, Prüfung und Wiederholungsprüfung von Schweißer für Heizelement-Stumpfschweißverfahren sowie Heizelement-Wendelschweißverfahren
- ISO 4065 Rohre aus Thermoplasten - Universelle Wanddickentabelle
- ISO/TR 10358 Kunststoffrohre und Formstücke; Zusammengefaßte Klassifikationstafel für chemische Beständigkeit
- Arbeitsblatt Statische Berechnung von ATV-DVWK-A 127 Abwasserkanälen und -leitungen
- DVS Merkblätter :
- DVS 2205-1 Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten – Kennwerte
- DVS 2207-1 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD
- DVS 2208-1 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Maschinen und Geräte für das Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln

DVGW -Technische Regeln  
(Arbeits- und Merkblätter)

- W400-1 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV)  
Teil 1: Planung
- W400-2 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV)  
Teil 2: Bau und Prüfung
- W400-3 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV)  
Teil 1: Betrieb und Instandhaltung
- GW 301 Qualifikationskriterien für Rohrleitungsbauunternehmen
- GW 330 Schweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus Polyethylen (PE80, PE100 und PE-Xa) für Gas- und Wasserleitungen; Lehr- und Prüfplan
- GW 331 Schweißaufsicht für Schweißarbeiten an Rohrleitungen aus PE-HD für die Gas- und Wasserversorgung; Lehr- und Prüfplan
- GW 332 Abquetschen von Rohrleitungen aus Polyethylen in der Gas- und Wasserverteilung
- GW 335 – Teil 2 Kunststoffrohrleitungssysteme in der Gas- und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen;  
Teil A2: Rohre aus PE80 und PE100

**Spezifikationen :**

- PAS 1031 Werkstoff Polyethylen (PE) für die Herstellung von Druckrohren und Formstücken – Anforderungen und Prüfungen

**KRV-Arbeitsblätter**

- A135 Verlegeanleitung für Druckrohre aus PE80 und PE100 in der Trinkwasserversorgung außerhalb von Gebäuden

**Literaturhinweise**

Kunststoffrohr-Handbuch; Rohrleitungssysteme für die Ver- und Entsorgung sowie weitere Anwendungsgebiete; 4 Auflage, Vulkan-Verlag Essen; ISBN 3-8027-2718-5.

**Wir bedanken uns beim Kunststoffrohrverband für die Überlassung der Anleitungen.**



Kabelwerk

**EUPEN** AG

pipe

*Malmedyer Str. 9 - 4700 EUPEN - BELGIUM*

*Tel.: +32(0)87.59.77.00  
http://www.eupen.com*

*Fax: +32(0)87.55.28.93  
e-mail: info@eupen.com*

*ISO Certified Company*

*Mit freundlicher Unterstützung des*

