

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Wichtige Kriterien für eine qualitativ hochwertige und funktionierende Anlage

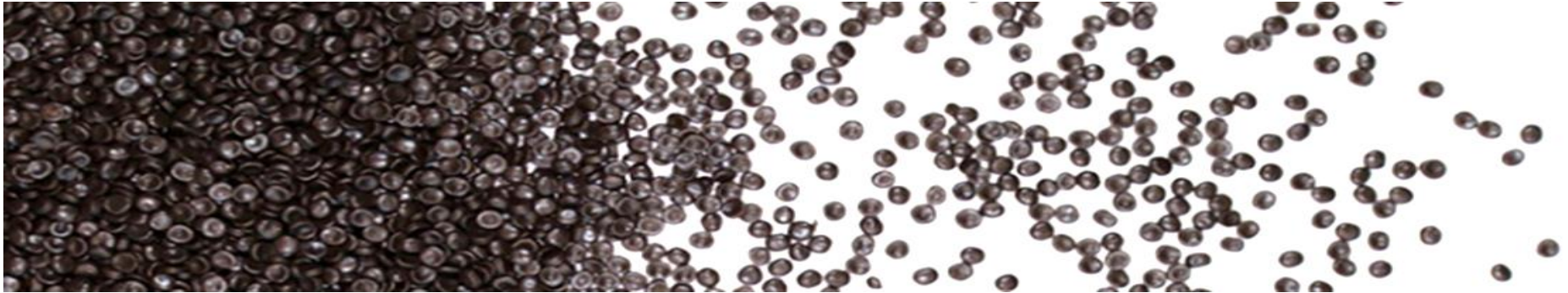
- Anbindeleitung und Verteileranbindung**
Schweißen von Leitungs- und Verteileranbindung

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

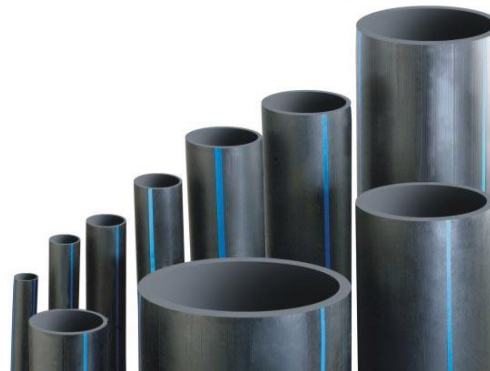


Inhalt: Anbindeleitung und Verteileranbindung

- Eigenschaften und Merkmale von HDPE
- Schweißen von Leitungs- und Verteileranbindung
- Verlegung der Anbindeleitung

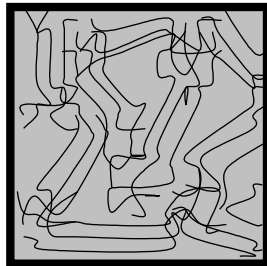


Eigenschaften und Merkmale von HDPE



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: Molekularer Aufbau



teilkristalline Molekülstruktur

(teilweise geordnete
Struktur)

PE

Polyethylen

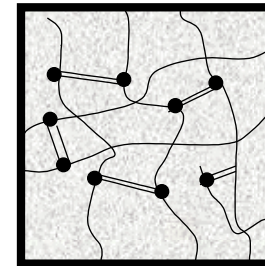


teilkristalline Molekülstruktur

(teilweise geordnete
Struktur, kürzere
Moleküle, Bildung
kurzer Querketten)

PE-RC

Polyethylen



Vernetzte Molekülstruktur

(Bindung)

PE-X

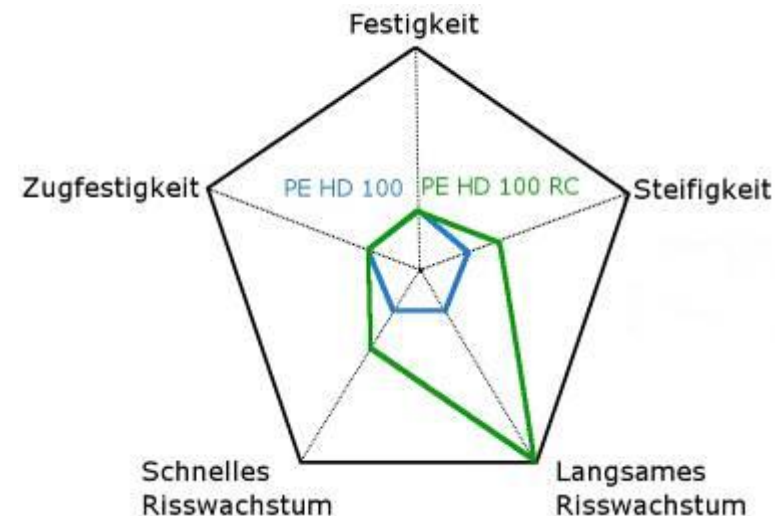
Vernetztes Polyethylen

Polyethylen wird nicht nur nach seiner Dichte eingeteilt (LDPE, MDPE, HDPE), sondern auch nach der Länge seiner Molekülketten (PE 300, PE 500, PE 1000) oder der Festigkeitsklassen gemäß ISO 9080 (PE 63, PE 80, PE 100).

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Verbesserte Eigenschaften von PE RC**

- Hohe Spannungsrisssbeständigkeit (-> PE RC)
- Erhöhte Punktlastbeständig (-> PE RC)
- Stumpf- und Muffenschweissung möglich
- Normativ und wissenschaftlich abgesicherte Lebensdauer von mehr als 100 Jahren
- Korrosions-, Ablagerungs- und Verkrustungsbeständig



Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

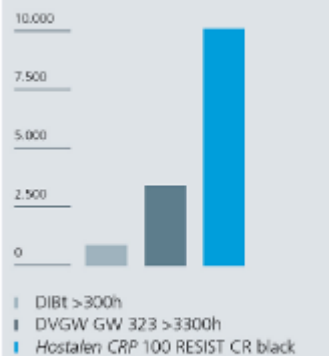
Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Verbesserte Eigenschaften von PE RC**

RC-Qualitätssicherungs-Prüfungen (gemäß PAS1075-Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken)

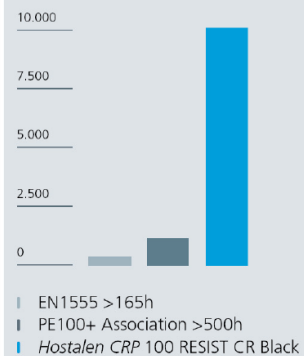
- Punktlastbeständigkeit (PLT): > 8760 Std
- Spannungsrissbeständigkeit (FNCT): > 3300 Std.

Fig. 2 – FNCT test



FNCT with 4 MPa, 80°C and 2% Arkopal N100 (ISO 16770)

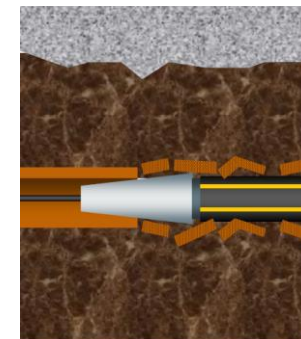
Fig. 3 – Notch pipe test



Notch pipe test, ISO 13479



Relining

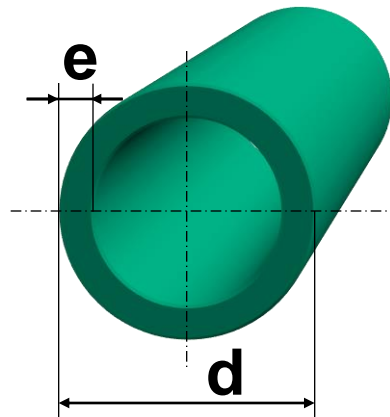


Burstlining

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **SDR-Klassifizierung**



d = Rohrdurchmesser
e = Wanddicke

Standard Dimension Ratio

Verhältnis von Rohrdurchmesser zu Wanddicke

SDR = d / e (Dimensionsloser Wert)

Beispiel: SDR von 110 mm / 10 mm = 11

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **SDR-Klassifizierung**

Tabelle 12: Gasverteilung – SDR-Reihen – zul. Bauteilbetriebsdrücke

	PE 80	PE-Xa	PE 100
SDR 11	4 bar ¹⁾	8 bar	10 bar
SDR 17	1 bar ¹⁾	–	4 bar ¹⁾
SDR 17,6	1 bar ¹⁾	–	–

1) In DIN EN 12007-1 werden statt den hier angegebenen Druckstufen von 1 bar bzw. 4 bar Druckintervalle mit Obergrenzen bei 2 bar bzw. 5 bar genannt. Im DVGW-Arbeitsblatt G 472 sind entsprechend höhere Druckstufen bislang nicht berücksichtigt worden. Eine nachträgliche Druckerhöhung an bestehenden Netzen ist grundsätzlich nur nach eingehender Risikoabwägung durch den Netzverantwortlichen möglich.

Tabelle 13: Wasserverteilung – SDR-Reihen – zul. Bauteilbetriebsdrücke

	PE 80	PE-Xa	PE 100
SDR 7,4	20 bar	20 bar	–
SDR 11	12,5 bar	12,5 bar	16 bar
SDR 17	–	–	10 bar

Quelle : DVGW Information Nr. 17

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Rohrkennzeichnung**

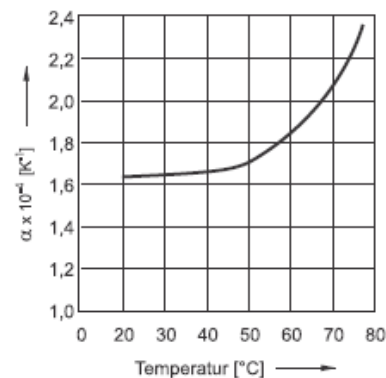
Herstellerzeichen	xyz (Logo, Name etc.)		
DVGW-Prüfzeichen mit Registernummer und/oder GKR-Gütezeichen	z.B. DVGW		
Produktnorm	Gasrohre DIN EN 1555	Trinkwasserrohr DIN EN 12201	Erdwärme HR3.26
Medium	G	TW	EWS / Erdwärme...
Werkstoffbezeichnung	z.B. PE 100		
Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR)	z.B. SDR 11		
Außendurchmesser x Wanddicke	z.B. 32 x 2,9		
Toleranz des Grenzmaßes	Grad B		
Herstelldatum	Tag / Monat / Jahr		
Maschinenummer	z.B. M 3 (interne Bezeichnung Hersteller)		

Quelle: Georg Fischer

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Wärmeausdehnung**

Material	Rohrlänge L [m]	Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ [K]	linearer Längenausdehnungskoeffizient α [mm/m • 1/K]	Längenänderung ΔL [mm]
Stahl	10	10	0,012	1,2
PVC-U	10	10	0,08	8
PE 80/100	10	10	0,20	20



Grafik: FRANK GmbH

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Mindestbiegeradius**

Zulässiger Mindestbiegeradien von PE Rohren nach DIN 8074/8075 bei Rohrwand -
temperaturen von 20°C liegt bei Rohren der **SDR 11** Klasse bei **25 x d**.

Bei einer Rohrwandtemperatur von 0°C sind die Werte mit dem Faktor 2,5 zu
multiplizieren; bei Rohrwandtemperaturen zwischen 0 und 20 °C kann der jeweils zulässige
Biegeradius durch lineare Interpolation ermittelt werden.



Hier wurden Rohre D40 bei unter 0° C verbaut. -> Mindestbiegeradius $40 \text{ mm} \times 25 \times 2,5 = 1000 \text{ mm} \times 2,5 = 2,5 \text{ m}$

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Eigenschaften und Merkmale von HDPE: **Lagerung von HDPE Rohren**

Bei der Lagerung von Rohren und Formteilen sind die nachstehend angeführten Vorschriften einzuhalten, um eine Qualitätsminderung zu vermeiden:

- Die Lagerfläche muss eben und frei von Unrat wie Steinen, Schrauben, Nägeln, etc. sein. Beim Transport ist unbedingt darauf zu achten, dass die Rohre unbeschädigt bleiben und keine Beschädigungen der Oberfläche (Kratzer, Riefen, ...) entstehen (z.B. durch Schleifen von Rohren).
- Schlag- und Biegebeanspruchungen insbesondere bei Temperaturen $< 0^{\circ}\text{C}$ sind zu vermeiden..
- Sämtliche Rohre sind so zu lagern und zu behandeln, dass sie innen nicht verunreinigt werden können. Mitgelieferte Verschlusskappen sind erst kurz vor dem Einbau zu entfernen.
- Die Rohre dürfen nicht mit Treibstoffen, Lösungsmitteln, Ölen, Fetten, Farben oder Wärmequellen in Berührung kommen.

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung



Schweißen von PE-Rohren



Erdwärmeleitungen und deren Anbindung



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Schweißverfahren**

- Muffenschweißung
- Stumpfschweißung
- Elektroschweißung
 - IR - Schweißung (Infrarot-Schweißung)
 - WNF - Schweißung (Wulst- und Nutfreie Schweißung)

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Funktionsprinzip**

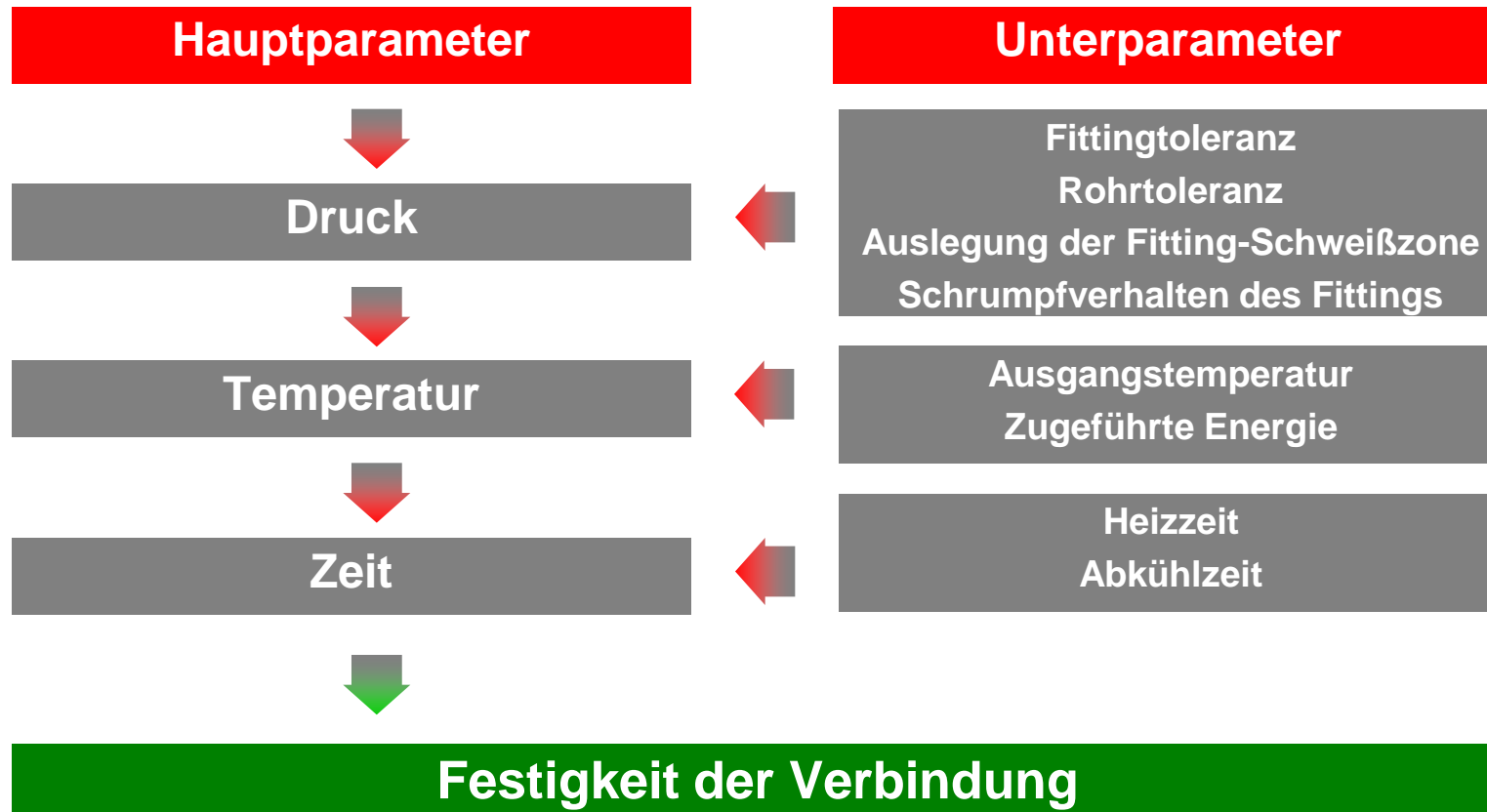
- Einem Elektroschweißfitting wird über ein Schweißgerät elektrische Energie zugeführt. Die Heizwendel setzt die elektrische Energie in Wärmeenergie um, wobei die benachbarten Oberflächen von Fitting und Rohr erwärmt und plastifiziert werden.
- der notwendige Schweißdruck wird durch die gezielte Anordnung der Kaltzonen im Fitting aufgebaut



Bildquelle: Georg Fischer

Anbindeleitung und Verteileranbindung

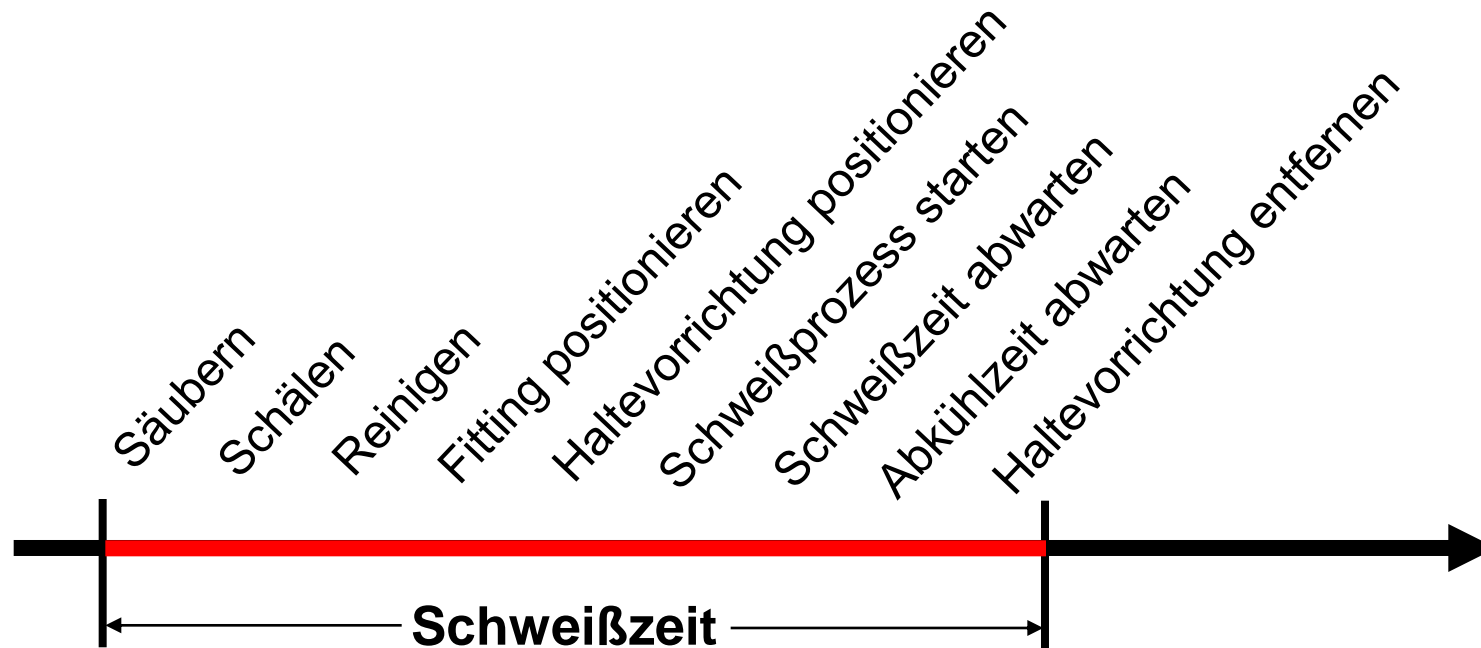
Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Funktionsprinzip**



Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Funktionsprinzip**



**Während dieser Zeit muss der Schweißer
den Schweißort beaufsichtigen !**

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: zuschneiden, säubern, schälen, reinigen**

- Rohr entsprechend zuschneiden. Hierbei ist einen rechtwinkliger Schnitt zur Rohrachse gefordert. ⇒ Rohrabschneider verwenden
- Rohr großflächig säubern
- Rohr mit rotierendem Schälgerät schälen.
- Mit Tangit KS-Reiniger gezieltes Reinigen der Schweißfläche



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung**

- Nach DVS 2207-1 wird für eine ordnungsgemäße Elektroschweißung gefordert:

Die zu schweißenden Flächen von PE-Rohrenden sind während der Schweißung und während der Abkühlphase gegen Lageänderung zu sichern.

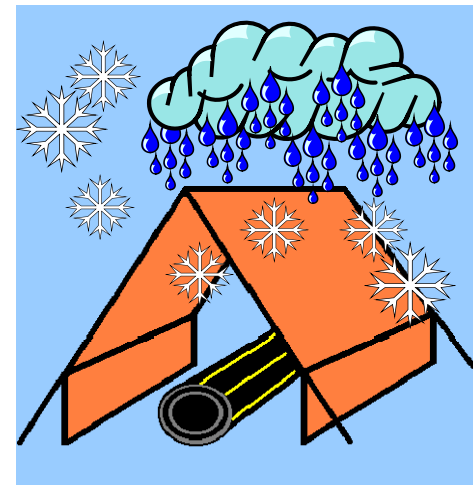


- **Schweißprozess starten ⇒ Schweißzeit abwarten ⇒ Abkühlzeit abwarten ⇒ Haltevorrichtung demontieren**

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- **Baustelle - Schweißbereich**
 - **Schutz des Schweißbereich vor Regen, Schnee oder Wind mittels Schweißschirm oder Zelt**
 - **Gleiche Temperatur der Rohrleitungsteile (Rohr – Fitting)**
 - **Temperaturen im Arbeitsumfeld $>5^{\circ}\text{C}$ bis 45°C**
 - **PE-Reiniger darf nicht vereisen (Vorsicht bei Temperaturen $<5^{\circ}\text{C}$)**



Bilder: Georg Fischer

Anbindeleitung und Verteileranbindung

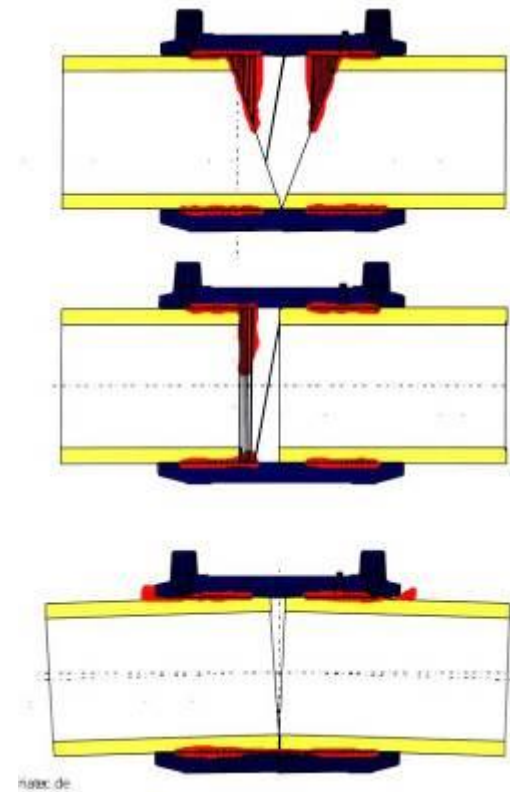
Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

- Schräges Ablängen

- Zu geringe Einstecktiefe

- Einbau unter Spannung



Bilder: Georg Fischer

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

- nicht entfernte Oxidschicht



Bilder: SKZ Würzburg

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

➤ Schräg eingesteckte Rohre



Bilder: SKZ Würzburg

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

➤ Einstecktiefe



Bilder: SKZ Würzburg

Erdwärmeleitungen und deren Anbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

➤ Schweißenergie



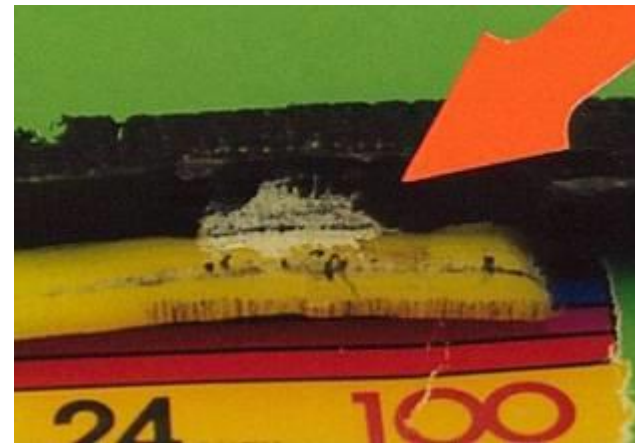
Bilder: SKZ Würzburg

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Schweißen von PE-Rohren: **Elektroschweißung: Schweißfehler und deren Auswirkungen**

- Auswirkungen von Montagefehlern

➤ Schmutz und Fremdkörper



Bilder: SKZ Würzburg



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Anbindeleitung und Verteileranbindung

Verlegung der Anbindeleitung

Die Anbindung von Erdwärmesonden an den Verteiler und die Wärmepumpe erfordert große Sorgfalt und ist, neben den Bohrarbeiten der Schlüssel für eine gute Anlage.

Beim Verlegen der Anbindeleitungen ist folgendes zu beachten:

- ⇒ Die Anbindeleitungen sollten ca. 0,3 m unterhalb der Frostgrenze zum Verteiler geführt werden. (insbesondere bei mit Wasser befüllten Anlagen !)
- ⇒ Beim Verfüllen ist darauf zu achten, dass die Rohre in einem ausreichenden Sandbett verlegt werden (mind. 10 cm über und 10 cm unter den Rohren, bei PE-RC-Materialien ist dies nicht notwendig).
- ⇒ Bei mehreren Vor- und Rückläufen sollte man diese durch Isolierung thermisch trennen.
- ⇒ Die Grenzen des Werkstoffs sind einzuhalten (Mindestbiegeradius, Verlegetemperaturen etc.).



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Verlegung der Anbindeleitung

Die Anbindung von Erdwärmesonden an den Verteiler und die Wärmepumpe erfordert große Sorgfalt und ist, neben den Bohrarbeiten der Schlüssel für eine gute Anlage.

Beim Verlegen der Anbindeleitungen ist folgendes zu beachten:

- ⇒ Durch Rohrzusammenführungen kann die Anzahl der Anbindungsleitungen reduziert werden.
- ⇒ Schweißarbeiten sind durch ausgebildete Schweißer unter den Vorgaben nach DVS durchzuführen.
- ⇒ Beim Anschluss an den Soleverteiler unbedingt darauf achten, dass Leitungen zum Verteiler hin ansteigen.
- ⇒ Beim Anschluss an den Soleverteiler unbedingt darauf achten, dass keine Spannungen auf den Sammlerrohr vorliegen. (Längenausdehnung und Biegeradien)



Anbindeleitung und Verteileranbindung

Verlegung der Anbindeleitung

Zulässiger Mindestbiegeradien von PE Rohren nach DIN 8074/8075 bei Rohrwand -
temperaturen von 20°C liegt bei Rohren der **SDR 11** Klasse bei **25 x d**.

Bei einer Rohrwandtemperatur von 0°C sind die Werte mit dem Faktor 2,5 zu
multiplizieren; bei Rohrwandtemperaturen zwischen 0 und 20 °C kann der jeweils
zulässige Biegeradius durch lineare Interpolation ermittelt werden.



Hier wurden Rohre D40 bei unter 0° C verbaut. -> Mindestbiegeradius $40 \text{ mm} \times 25 \times 2,5 = 1000 \text{ mm} \times 2,5 = 2,5 \text{ m}$

⇒ **Bei Verteilerschächten mit angeschweißten Stutzen werden die entstehenden Kräfte von Schachtkörper aufgenommen und die Armaturen bleiben spannungsfrei.**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit