



Verlegeanleitung für Stahlrohre mit Schweißverbindung



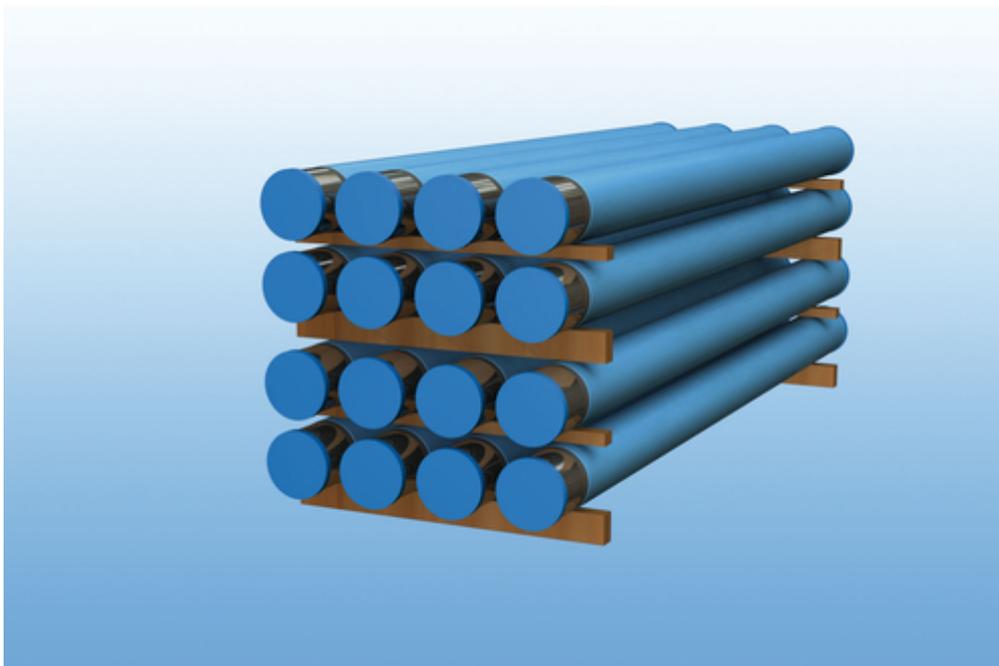
Diese Verlegeanleitung enthält Hinweise für die Verlegung und Nachumhüllung von Stahlrohren mit Schweißverbindungen. Darüber hinaus gelten die allgemein gültigen technischen Regeln für Wasserrohrleitungen z. B. die EN 805 bzw. das DVGW-Arbeitsblatt W 400, für Gasleitungen z. B. die EN 12007 und EN 1594 bzw. die DVGW-Regelwerke G 462 und G 463.

- [Transport & Lagerung](#)
- [Rohrgraben & Bettung](#)
- [Montage](#)
 - [Rohrverbindungen](#)
 - [Schweißen von Rohren](#)
 - [Nachumhüllung](#)
 - [Nachummantelung](#)
 - [Baustellenschnitte](#)
 - [Nachauskleidung](#)
 - [Richtungsänderungen](#)
 - [Umhüllungsprüfung](#)
 - [Ausbesserungen](#)
- [Grabenlose Verlegung](#)
 - [Nachumhüllung bzw. Nachummantelung](#)
 - [Herstellung der Endenausführung bei Schnittröhren](#)
- [Druckprüfung](#)
- [Anbohren](#)

Transport & Lagerung

Rohrleitungsteile sind vor Beschädigung zu schützen. Zur Handhabung dürfen keine Anschlagmittel mit scharfkantigen Beschlägen sowie Stahlseile benutzt werden. Es sind Geräte zu verwenden, die ein stoßfreies Heben und Senken gewährleisten. Das Abwerfen oder Abrollen von Rohren ist nicht gestattet.

Anschlagmittel müssen so ausgebildet sein, dass eine Beschädigung der Rohrleitungsteile oder des Außenschutzes vermieden wird (z. B. breite Gurte, gepolsterte Seile). Rohre mit Hakenentladungskappen können mit geeigneten Haken auch an den Rohrenden angeschlagen werden. Durch die Wahl eines geeigneten Abstands der Anschlagmittel ist sicherzustellen, dass kein unzulässiges Durchhängen (und damit Verformung) auftritt.



Beim Befördern und Lagern sind die Rohrleitungsteile durch geeignete Zwischenlagen zu trennen und gegen Rollen, Verschieben, Durchhängen und Schwingen ausreichend zu sichern. Die Stapelung sollte in Abhängigkeit von der Rohrlänge z. B. auf mehreren Kanthölzern oder Balken mit einer Breite von mind. 100 mm erfolgen, vorzugsweise sind die werksseitig mitgelieferten Holzunterlagen zu verwenden.

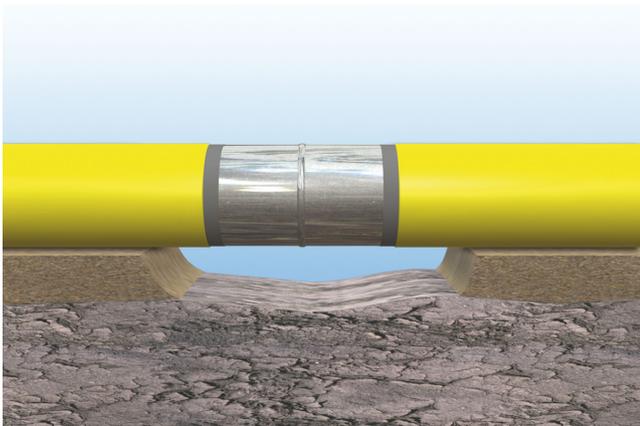
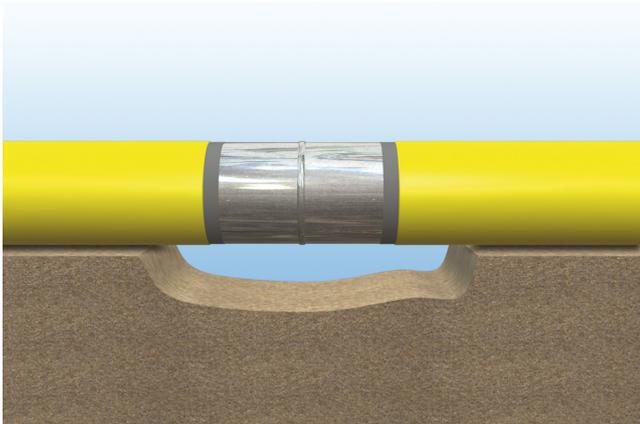
Ladeflächen müssen frei von Graten und scharfen Kanten und, falls erforderlich, gepolstert sein, um Beschädigungen zu vermeiden. Rohrleitungsteile sind durch Kappen bis zur Verlegung verschlossen zu halten, damit sie nicht durch Erde, Schlamm, Schmutzwasser oder dergleichen verunreinigt werden.

Auflager und Stapelhöhen müssen unter Berücksichtigung der geltenden Unfallverhütungsvorschriften so gewählt werden, dass Beschädigungen der Rohrleitungsteile nicht auftreten. Die Bodentragfähigkeit und Bodenbeschaffenheit sind zu berücksichtigen. Für die Stapelhöhe gilt ein Richtwert von 2,0 bis 3,5 m.

Umhüllte Rohrleitungsteile ohne weiteren Außenschutz wie z. B. eine FZM-Ummantelung sind bei Lagerzeiten von mehr als einem Jahr gegen Sonneneinstrahlung zu schützen.

Rohrgraben & Bettung

Stahlrohre mit Schweißverbindungen können einzeln oder als vorgeschweißter Strang verlegt werden. Vor dem Absenken der Rohre ist die Grabensohle so herzustellen, dass die Rohrleitung auf der ganzen Länge aufliegt, Punktlagerungen sind wegen der damit verbundenen ungleichmäßigen Druckverteilung unzulässig. Notwendige Kopflöcher sind so vorzubereiten, dass Verbindungen fachgerecht hergestellt und geprüft werden können:



In der Regel eignet sich der anstehende Boden als Auflager. Bei Einsatz von Kunststoff-Umhüllungen sind z. B. steinige Böden und Felsen zur direkten Auflagerung ungeeignet. In diesen Fällen muss der Rohrgraben tiefer ausgehoben und eine Schicht aus geeignetem, steinfreiem und verdichtungsfähigem Material eingebracht werden. Bei nichttragfähigen Böden sind unter Umständen weitere Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Polyethylen- und Polypropylen-umhüllte Rohre sind in steinfreies Material zu betten. Hierzu werden Sand, Kiessand, gesiebter Boden oder andere geeignete Stoffe in entsprechender Schichtdicke eingebracht und bei Bedarf verdichtet. In Abhängigkeit von den Verlegebedingungen und dem Bettungsmaterial empfehlen sich folgende Korngrößen:

Verlegung mit Verdichtung		Verlegung ohne Verdichtung	
Rundkorn (Sand/Kies)	Brechkorn (Split/Schotter)	Rundkorn (Sand/Kies)	Brechkorn (Split/Schotter)
0 bis 4 mm max. 8 mm	0 bis 5 mm max. 8 mm	0 bis 8 mm max. 16 mm	0 bis 5 mm max. 8 mm

Die angegebenen Bettungsmaterialien und Sieblinien nach den aufgeführten Normen stellen Empfehlungen dar. Es können auch andere Bettungsmaterialien mit vergleichbaren Eigenschaften oder unter praxisnahen Bedingungen nachgewiesener Eignung eingesetzt werden.

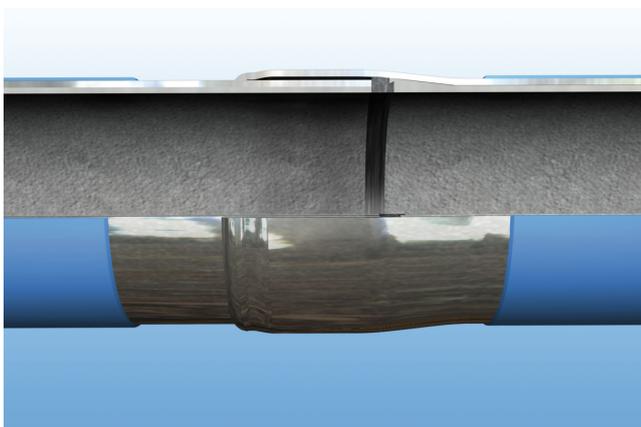
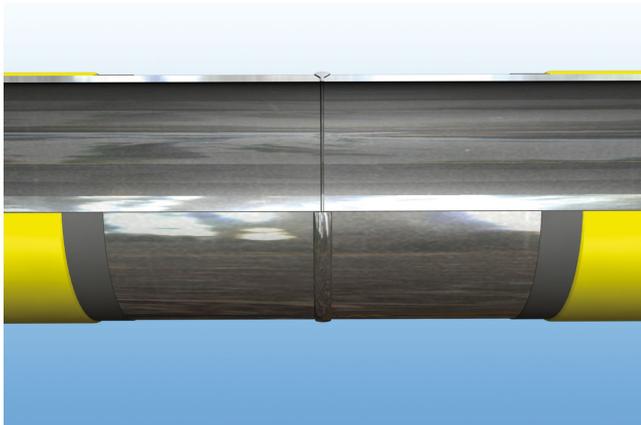
Für Stahlrohre mit Polyethylen-Umhüllung und zusätzlicher FZM-Ummantelung kann das anstehende Bodenmaterial zur Verfüllung eingesetzt werden. Im Falle einer vorgeschriebenen Verdichtung muss das eingesetzte Material verdichtbar sein, die Abdeckung sollte mindestens dem Dreifachen des vorliegenden Größtkorns entsprechen.

Montage

- Rohrverbindungen
- Schweißen von Rohren
- Nachumhüllung
- Nachummantelung
- Baustellenschnitte
- Nachauskleidung
- Richtungsänderungen
- Umhüllungsprüfung
- Ausbesserungen

Rohrverbindungen

Es können zwei Schweißverbindungen eingesetzt werden, die Stumpfschweißverbindung und die Einsteckschweißmuffenverbindung:



Für Gas- und Trinkwasserrohrleitungen werden in der Regel Rohre mit Stumpfschweißverbindung verwendet, bei aggressiven wässrigen Medien wird alternativ die Einsteckschweißmuffenverbindung eingesetzt. Sie bietet nach Herstellung der Rohrverbindung einen durchgehenden Innenschutz.

Zudem ist insbesondere für freiverlegte Verbindungen die Verwendung von lösbaren, mechanischen Verbindungen (Kupplungsverbindung und Flanschverbindung) möglich. Weitere Informationen finden Sie [hier](#).

Schweißen von Rohren

Informationen zur Herstellung, Prüfung und Bewertung von Schweißnähten können der EN 12732 entnommen werden, Ergänzungen enthält das DVGW-Arbeitsblatt GW 350.

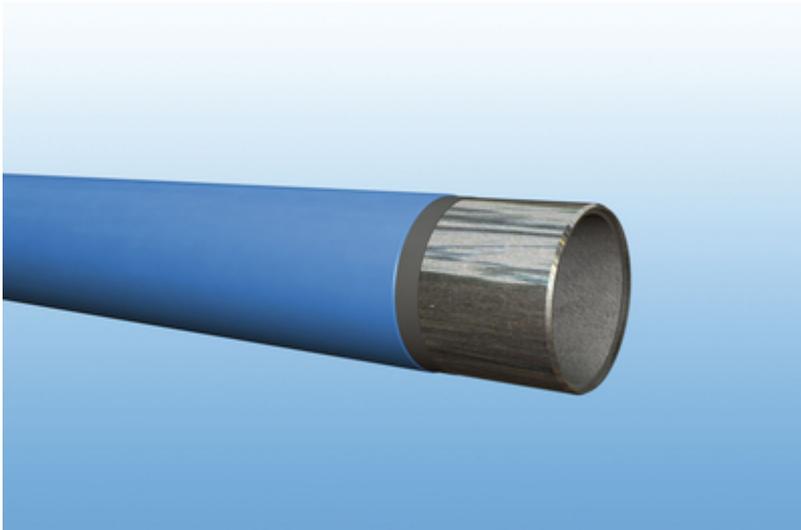
Je nach Anwendungsbereich der Rohrleitung und der damit festgelegten Qualitätsanforderungsstufe (A bis D) werden unterschiedliche Anforderungen an das ausführende Unternehmen gestellt, z. B. in Bezug auf das Qualitätssicherungssystem. Die Schweißer müssen für die vorgesehenen Verfahren, Werkstoffe und Abmessungen eine Prüfung nach EN 287-1 abgelegt haben und im Besitz einer gültigen Prüfungsbescheinigung sein.

Als Schweißverfahren werden je nach Erfordernissen und Schweißbedingungen das Lichtbogenhandschweißen (Prozess 111 nach ISO 4063), das WIG-Schweißen (Prozess 141), das Metallaktivgas- (MAG-)Schweißen (Prozess 135) oder das Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme (Prozess 311) angewendet.

Das gängigste Baustellenverfahren ist das Lichtbogenhandschweißen mit umhüllter Stabelektrode. Nach ISO 2560 werden basisch oder zelluloseumhüllte Elektroden verwendet. Das Verfahren wird für alle Schweißlagen (Wurzellage, Hotpass, Decklage) und alle Schweißpositionen eingesetzt. Es eignet sich insbesondere für die fallende Schweißposition (Fallnaht). Aufgrund der guten Schutzgasatmosphäre eignet es sich hervorragend als Baustellenschweißverfahren.

Sowohl das WIG- als auch das MAG-Schweißverfahren sind auf der Baustelle aufgrund der gegenüber Witterungseinflüssen empfindlichen Schutzgasatmosphäre nur bedingt einsetzbar und eignen sich daher eher für Werkstattschweißungen. Beide Verfahren werden aufgrund ihres hohen Automatisierungsgrades gerne für Orbitalschweißungen eingesetzt, das WIG-Schweißen aufgrund der hohen erreichbaren Schweißnahtqualitäten auch für Wurzellagen.

Das Gasschmelzschweißen wird für Rohrabmessungen bis maximal DN 150 in allen Schweißpositionen außer bei der Fallnaht angewendet. Aufgrund seiner relativ geringen Wirtschaftlichkeit kommt es eher selten zum Einsatz.



Wasserleitungsrohre

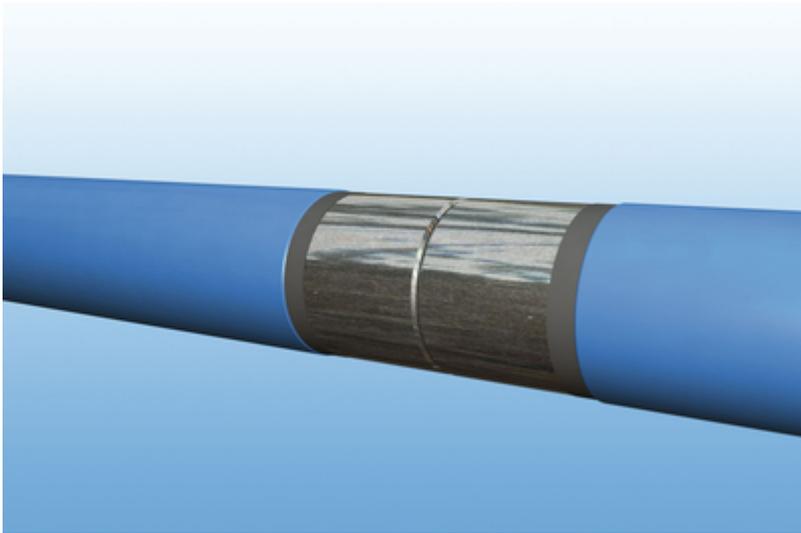
Wasserleitungsrohre sind in der Regel mit den gleichen Schweißparametern wie Gasleitungsrohre zu verschweißen. Aufgrund der bei Wasserleitungsrohren vorliegenden Zementmörtel-Auskleidung sind allerdings einige zusätzliche Punkte zu berücksichtigen.

Insbesondere bei Rohren mit Stumpfschweißverbindung sollte aufgrund der geringeren Wärmeeinbringung nur das Lichtbogenhandschweißen oder das WIG-Schweißen (für die Wurzellage) angewendet werden.

Beim Lichtbogenhandschweißen von Wasserleitungsrohren mit Zelloseelektrode wird nach ISO 2560 eine Elektrode E 42 2 C 25 (z. B. Thyssen CEL 70 bis zur Streckgrenze von 360 N/mm²) verwendet.

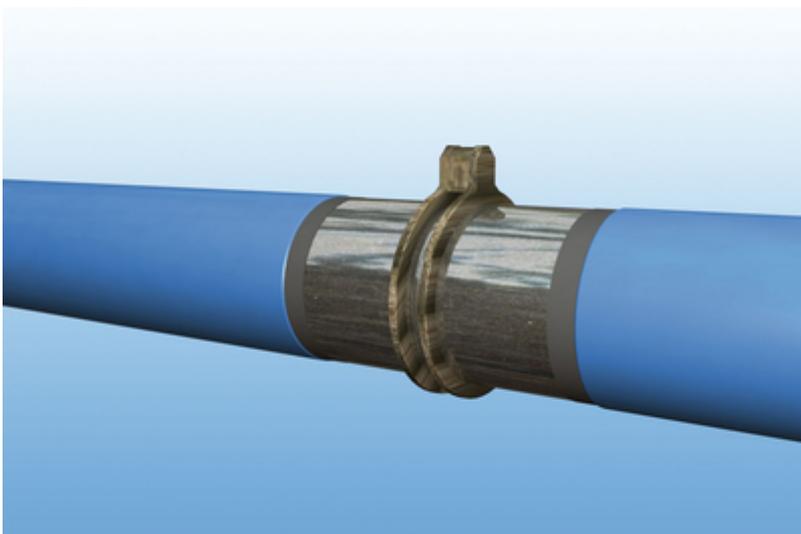
Zur Verringerung der Wärmeeinbringung ist die Wurzellage am Minuspol zu verschweißen und der Schweißstrom möglichst klein zu wählen. Zunächst sollten die unteren Rohrbereiche (z. B. von 3 nach 6 Uhr und von 9 nach 6 Uhr), erst danach die obere Rohrhälfte geschweißt werden. Füll- und Decklagen werden von 12 nach 6 Uhr geschweißt.

Vorgehensweise zur Herstellung einer Schweißverbindung



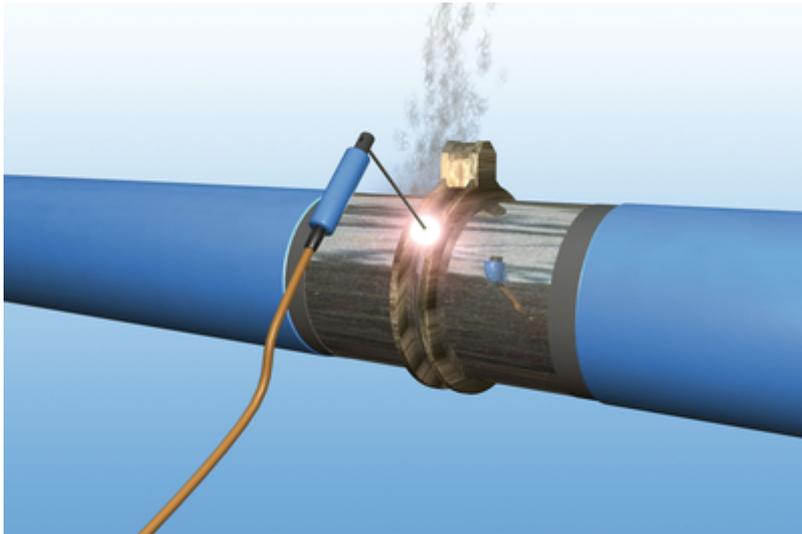
1. Die Schweißkanten sind vor dem Zusammenbau von Oberflächenschutz, Rost und anderen Verunreinigungen zu säubern. Hierzu zählt auch die Entfernung der Umhüllung (einschließlich Haftgrund) im Bereich von $10 \times T$ ($10 \times$ Wanddicke), mindestens jedoch auf 100 mm.

2. Muffen (bei Rohren mit Einsteckschweißmuffe) und Überschieber (bei Rohren mit Überschiebermuffenverbindung) sind, falls erforderlich, auf Schmiedetemperatur anzuwärmen und auf einer Länge von mindestens 30 mm am gesamten Rohrumfang so anzurichten, dass der Wurzelspalt so klein wie möglich ist (sattes Anliegen).



3. Anbringen der Zentriervorrichtung, im Abmessungsbereich bis etwa DN 300 als Außenzentriervorrichtung ohne Brücken oder Stege. So kann die gesamte Wurzellage eingebracht werden, ohne dass die Zentriervorrichtung gelöst werden muss. Bei größeren Rohrdimensionen oder Wanddicken empfiehlt sich u. U. eine innenliegende, pneumatisch oder hydraulisch arbeitende Zentriervorrichtung.

4. Je nach Schweißbedingungen und eingesetztem Rohrwerkstoff sind die Rohrenden entsprechend den in der Schweißanweisung getroffenen Festlegungen vorzuwärmen.



5. Verschweißen der Rohrenden. Hierzu ist der Schweißnahtbereich frei von schädlichen Einflüssen (z. B. Staub, Schmutz, Fett oder Wasser) zu halten und vor Regen und Wind zu schützen. Die Schweißnähte sind mindestens zweilagig auszuführen (Gasschmelzschweißungen bis zu einer Rohrwanddicke von etwa 3,6 mm auch einlagig). Die Schweißnaht ist bis zur Decklage zügig und ohne nennenswerte Unterbrechungen fertigzustellen.

Die Stromstärken betragen in Abhängigkeit vom Elektrodendurchmesser:

	Elektrodendurchmesser (mm)	Stromstärke (A)
Wurzellage	2,5 bzw. 3,2	50-80 bzw. 80-130
Füll- bzw. Decklage	4,0	120-180

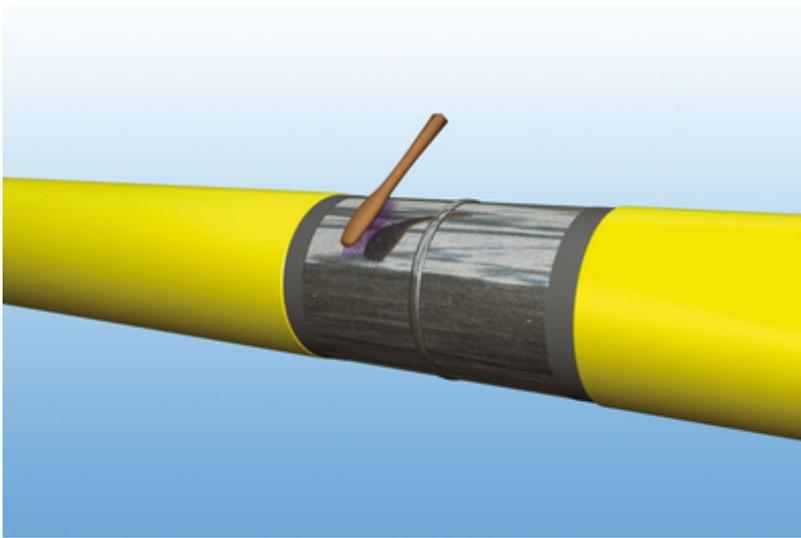
Gasleitungsrohre

Die Schweißempfehlungen für Wasserleitungsrohre gelten ebenfalls zum Verschweißen von Gasleitungsrohren. Vor allem bei den höherfesten Werkstoffgütern nach ISO 3183 müssen bei der schweißtechnischen Verarbeitung allerdings die legierungs- und herstellungstechnischen Besonderheiten beachtet werden. Die Schweißparameter und die notwendigen Nachbehandlungsmaßnahmen wie z. B. Schutz vor Feuchtigkeit sind in Abhängigkeit von der Werkstoffdicke, der Wärmeeinbringung und der Vorwärmtemperatur in der Schweißanweisung festzulegen.

Nachumhüllung

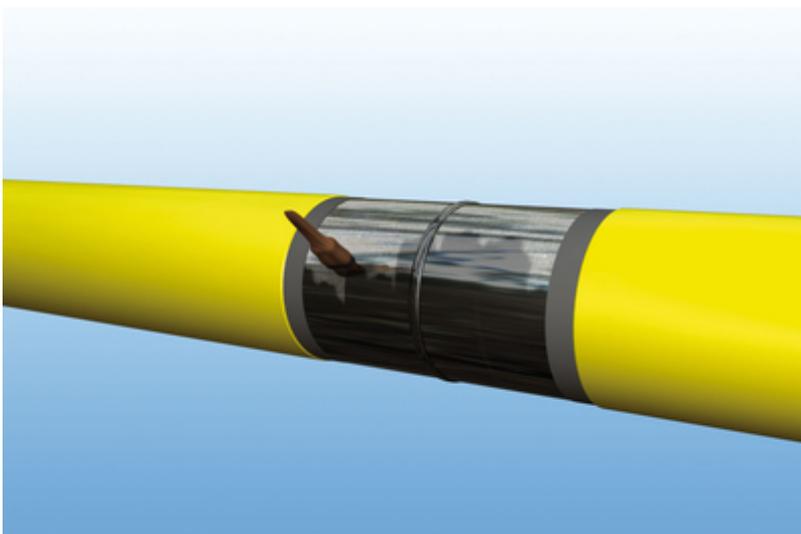
Die Vervollständigung der Kunststoff-Umhüllung im Verbindungsbereich der Rohre wird mit Korrosionsschutzbinden (Polyethylen, Butylkautschuk bzw. Kombinationen) oder wärmeschrumpfendem Material (Schrumpfmanschetten, Schrumpfschläuche oder warmverarbeitbare Binden) nach DIN 30672 durchgeführt. Für Sonderanwendungen werden auch Spachtelmassen aus Polyurethan/Epoxidharz eingesetzt. Für Rohrleitungen, die zusätzlich kathodisch geschützt werden, ist Nachumhüllungsmaterial nach DIN 12068 auszuwählen. Grundsätzlich sind die Herstelleranleitungen zu beachten.

Es wird unterschieden in kalt- und warmverarbeitbare Nachumhüllungssysteme, sie sind für Betriebstemperaturen von 30 °C oder 50 °C ausgelegt. Die Umhüllungssysteme werden eingeteilt nach Anwendung für steigende mechanische Belastungen A, B und C.



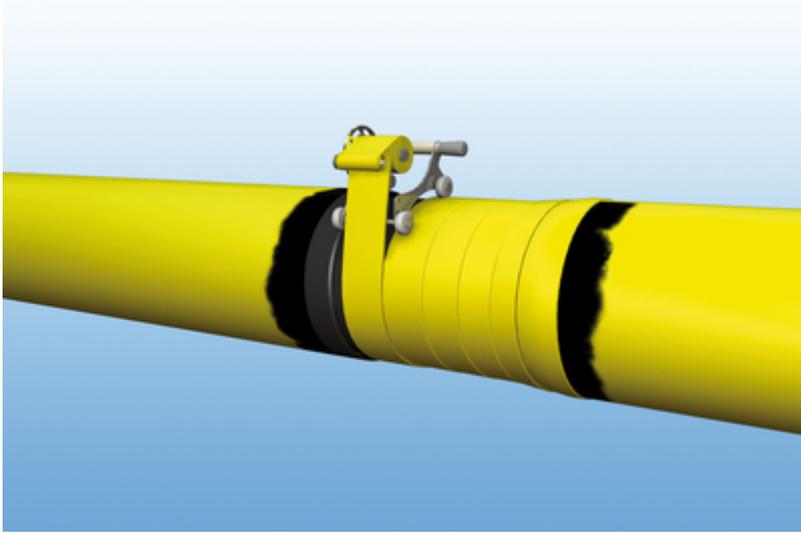
Beispiel: Nachumhüllung mittels Kaltbinde

1. Nachumhüllung vorbereiten: Rohr und Werksumhüllung von Schmutz, Öl und Fett reinigen, den temporären Korrosionsschutzanstrich entfernen. Der Kleber und die Epoxydharzbeschichtung der Kunststoff-Umhüllung können auf dem Rohr verbleiben. Kanten der Werksumhüllung mit einem Winkel von 30° anfasen.



2. Primer entsprechend den Vorschriften des Herstellers auftragen. Unter Umständen ist eine Trocknung der Oberfläche vor

Auftragen des Primers notwendig. Vor dem Wickeln des Korrosionsschutzbandes Ablüftzeiten beachten.



3. Das Korrosionsschutzband wird unter Zug schraubenlinienförmig, je nach verwendetem Band ein- oder zweilagig, mit jeweils 50%iger Überlappung nach Herstellervorschrift gewickelt. Die Werksumhüllung ist dabei mindestens 50 mm zu überlappen.

Nachummantelung

Die Faserzementmörtel-(FZM-)Ummantelung dient als mechanischer Schutz für die Kunststoff-Umhüllung. Sie wird nach DIN 30340-1 gefertigt. Für die Handhabung der Rohre gelten grundsätzlich die gleichen Vorgaben wie für die Rohre mit Kunststoff-Umhüllung.

Nach DIN 30340-1 werden zwei unterschiedliche Ausführungen der Ummantelung unterschieden, die FZM-N-(Normalausführung-)Ummantelung für die offene Grabenverlegung und die FZM-S-(Sonderausführung-)Ummantelung für die verschiedenen grabenlosen Bauweisen. Bei den Rohren für die grabenlose Verlegung wird durch eine spezielle Ausführung ein Haftverbund zwischen Kunststoff-Umhüllung und FZM-Ummantelung hergestellt. Bei der Verlegung auftretende Scherkräfte können so sicher übertragen werden.

Nachummantelung mit Gießmörtel

Gießmörtel ist in zwei unterschiedlichen Eimergebinden erhältlich: Gebindetyp A enthält Mörtel für zwei Nachummantelungen der Abmessung DN 100 oder für eine Nachummantelung der Abmessung DN 250 oder DN 300. Gebindetyp B enthält Mörtel für zwei Nachummantelungen der Abmessung DN 150 oder DN 200 bzw. eine Nachummantelung der Abmessung DN 350 oder DN 400. Gebinde für die Abmessungen DN 500 bzw. DN 600 auf Anfrage. Aufgrund der temperaturbedingten Abbindezeiten werden zwei unterschiedliche Rezepturen geliefert:

- Wintermörtel: Verarbeitung bei +5° C bis ca. +15° C
- Sommermörtel: Verarbeitung bei +10° C bis ca. 30° C

Eine Verarbeitung unterhalb 0° C sollte nicht erfolgen, da der Zementmörtel frostfrei aushärten muss. In diesem Fall sind zusätzliche Schutzmaßnahmen vorzusehen (z. B. eine Wärmeisolierung). Das Nachummantelungssystem besteht aus folgenden Komponenten:

- Zementmörtel (Spezialtrockenmörtel und Wasser)
- Schalungen aus Spezialkarton (Standardbreite 500 mm)
- Klebeband zum Fixieren der Schalungen auf dem Rohr

Vom Verarbeiter sind folgende Werkzeuge und Geräte bereitzustellen:

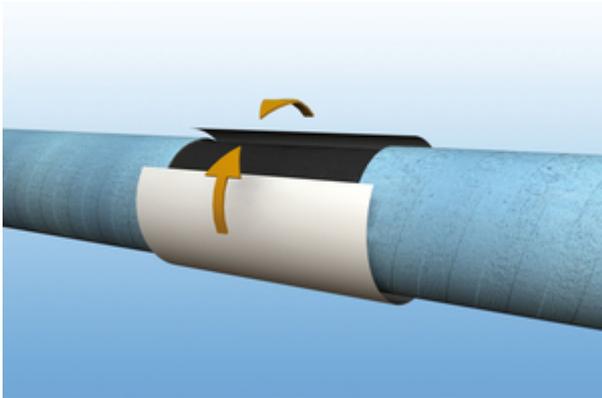
- Bohrmaschine mit Rührvorsatz
- Schere oder Messer zum Trennen des Klebebandes

Die Nachummantelungsarbeiten können von einer Person ausgeführt werden. Durch die hohe Frühfestigkeit des Mörtels sind die Nachummantelungen im Zuge einer Strangverlegung bereits nach drei Stunden belastbar.

Bei Rohrleitungen, die grabenlos verlegt werden, sollte die Nachummantelung mindestens 24 Stunden aushärten. Ergänzende Angaben sind im Abschnitt „Gabenlose Verlegung“ enthalten. Um ein vorzeitiges Austrocknen und damit Schwindrisse im Einfüllbereich bei hohen Temperaturen oder direkter Sonneneinstrahlung zu vermeiden, sollte dieser Bereich bei Bedarf entsprechend abgedeckt werden.

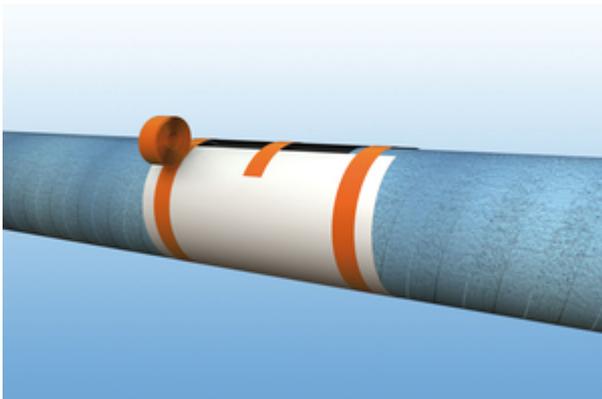
Für Bauvorhaben, bei denen keine langen Aushärtezeiten eingehalten werden können, empfiehlt sich z. B. der alternative Einsatz eines Verguss-Systems auf Polyurethanbasis ([MAPUR®](#)).

Für detaillierte Informationen zu diesem Verguss-System stellen wir gerne auch den Kontakt zum Produzenten her.



Vorgehensweise zur Nachummantelung

1. Befestigung der Schalung im vorher nachumhüllten Verbindungsbereich durch Umschlagen der Schalung von der Unterseite des Rohres und Ausrichten.

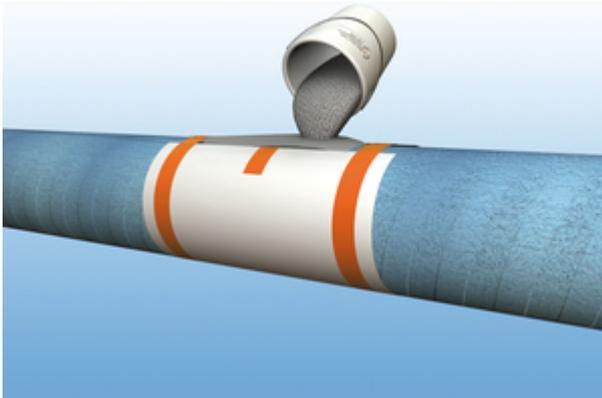


2. Fixieren der Schalung durch einen Klebestreifen und Anbringen je eines Klebestreifens zu beiden Seiten auf der Höhe der Werksummantelung. Durch das Anziehen des Klebebandes erfolgt die Abdichtung gegenüber der Ummantelung.

3. Überprüfung der Schalung auf glattes und gleichmäßiges Anliegen über den Rohrumfang. Für die Rohrabmessungen DN 100 bis DN 200 sind stets zwei Schalungen vorzubereiten, bevor mit dem Anrühren des Mörtels begonnen wird.



4. Wasserbehälter dem Gebinde entnehmen, den Trockenmörtel kurz aufrühren, dann das Wasser in den Mörtel geben und anrühren. Mit Rührvorsatz klumpenfrei homogen verrühren.



5. Nach dem Anrühren wird die Mischung in die Verschaltung gefüllt. Der Karton verbleibt als Schalung auf dem Rohr, damit der Zementmörtel ordnungsgemäß aushärten kann.

Nachummantelung mit Zementbinden

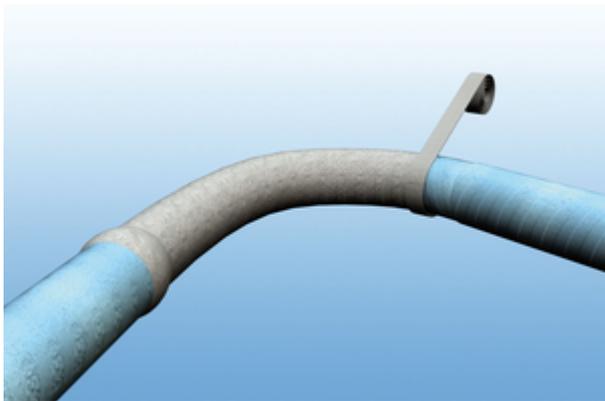
Bei der Zementbinde handelt es sich um ein mit Zementmörtel beschichtetes Bandmaterial. Zur Verarbeitung sind wasserdichte Handschuhe zu tragen. Die Binde wird überall dort verwendet, wo der Gießmörtel nicht verwendet werden kann, z. B. bei Formteilen oder Muffenverbindungen.



1. Die Zementbinde wird in kaltes Wasser getaucht, bis sie vollständig durchtränkt ist.



2. Danach wird das überschüssige Wasser leicht ausgedrückt.



3. Die Binde wird unter leichtem Zug mit 60 % Überlappung auf die Nachummantelungsstelle gewickelt. Nach ca. drei Stunden ist die Stelle belastbar.

Nachumhüllung von Bögen mit ZM-Binden (300 x 12 cm)

Bögen nach DIN 2605	Benötigte Rollen					
	15°	30°	45°	60°	75°	90°
DN 100 1,5 D_a	2	2	2	2	2	2
DN 100 2,5 D_a	2	2	2	2	2	2
DN 150 1,5 D_a	2	3	3	3	4	4
DN 150 2,5 D_a	3	3	3	4	4	4
DN 200 1,5 D_a	3	4	4	4	5	5
DN 200 2,5 D_a	4	4	5	5	6	7
DN 250 1,5 D_a	4	4	5	5	7	7
DN 250 2,5 D_a	4	5	7	8	9	10
DN 300 1,5 D_a	4	5	7	8	9	10
DN 300 2,5 D_a	5	6	9	10	12	14
DN 400 1,5 D_a	6	6	8	10	11	12
DN 400 2,5 D_a	7	9	11	13	15	18

Nachumhüllung bei Stumpfnähten, Einsteckschweißmuffen mit ZM-Binden (300 x 12 cm)

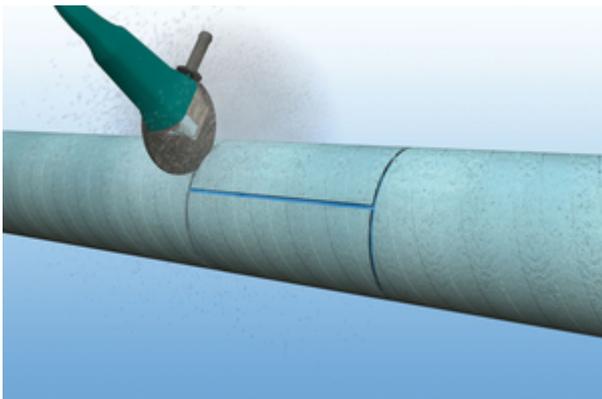
Rohr	Benötigte Rollen	
	Stumpfnah	E-Muffe
DN 100	2	1
DN 125	2	-
DN 150	2	2
DN 200	3	2
DN 250	3	3
DN 300	3	3
DN 400	5	4
DN 500	7	6
DN 600	8	8

Baustellenschnitte

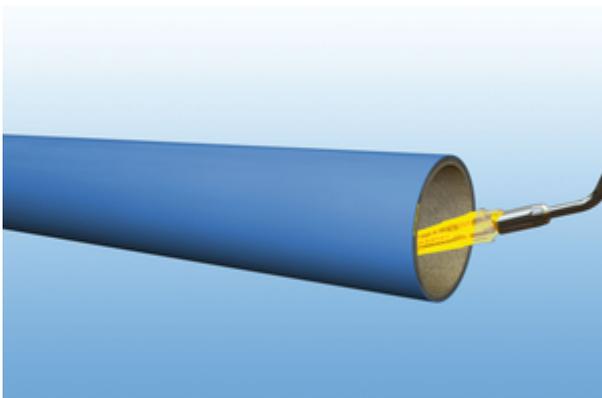
Folgende Arbeitsweise sollte angewendet werden:



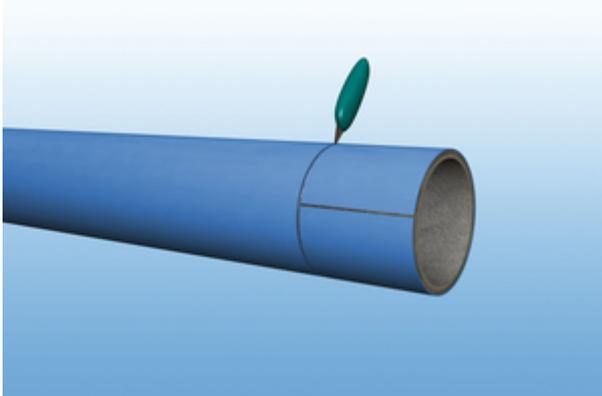
1. Trennen des Rohres mittels Trennschleifer. Es können Trennschleifer mit Benzinmotor, Elektro- oder Pressluftantrieb verwendet werden. Es empfiehlt sich, Trennscheiben für Stahl des Typs A 24 einzusetzen.



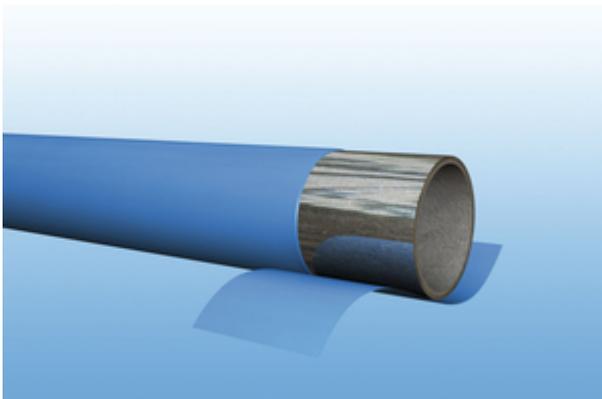
2. Zur Entfernung des Faserzementmörtels z. B. bei Schnittröhren am Rohrende oder zur Aufbringung von Anbohrarmaturen auf der Polyethylen-Umhüllung wird die FZM-Ummantelung in Umfangs- und Längsrichtung eingeschnitten. Um die Polyethylen-Umhüllung nicht zu beschädigen, die Ummantelung nur ca. 3-4 mm tief einschneiden. Auf Wunsch kann hierfür ein geeigneter Aufsatz für einen handelsüblichen Winkelschleifer geliefert werden (siehe Zubehör). Die Ummantelung kann nachfolgend leicht mit einem Hammer abgeschlagen werden.



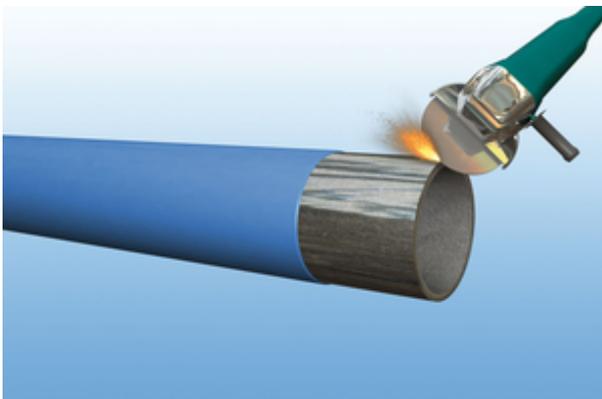
3. Erwärmen des Rohrendes mit einer Propangasflamme auf ca. 70 °C von der Innenseite des Rohres. Hiermit wird eine gleichmäßige Erwärmung des Rohres ohne Beschädigung der Kunststoff-Umhüllung erreicht.



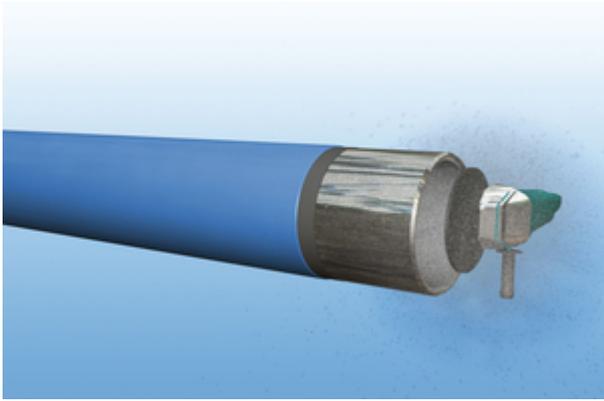
4. Einschneiden der Kunststoff-Umhüllung in Umfangs- und Längsrichtung. Die Endenfreiheit bei Rohren mit Stumpfschweißverbindung beträgt ca. 110 mm, beim Rohr mit Einsteckschweißmuffe je nach Rohrdimension 165 bis 210 mm (siehe Original-Rohrende).



5. Abziehen der Polyethylen-Umhüllung. Bei richtiger Temperatur der Oberfläche lässt sich der Kunststoffmantel leicht und glatt abziehen. Bei Einreißen der Umhüllung Rohrende etwas abkühlen lassen. Lässt sich der Kunststoff nicht leicht abziehen, Rohrende etwas mehr erwärmen (Kontrolle mit Temperaturmessstreifen aus dem Verlegeset).

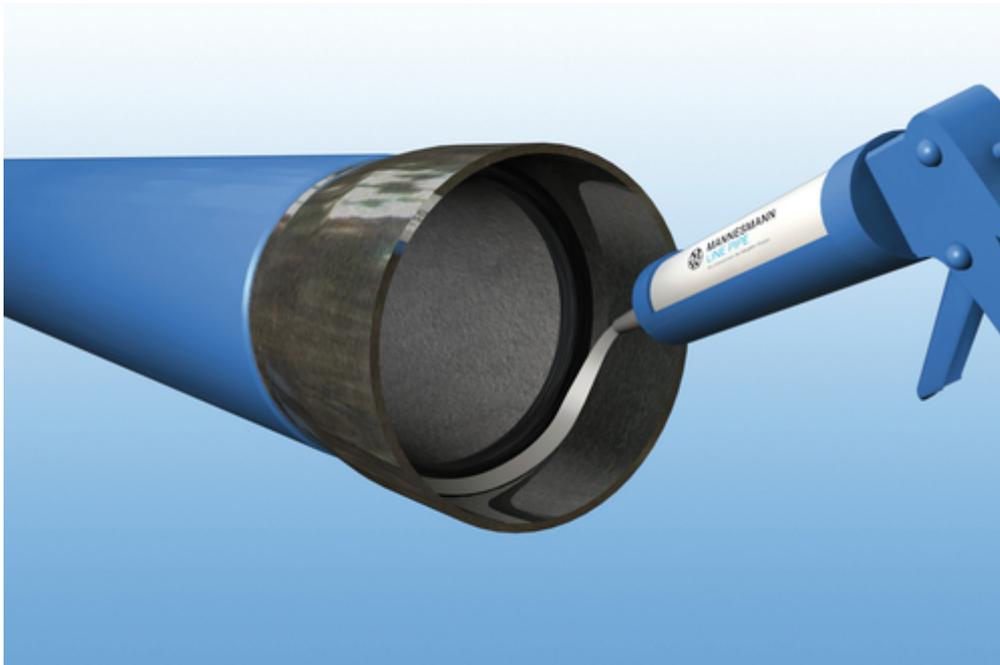


6. Anbringen der Rohrfase. Bei Stumpfschweißverbindung das Rohrende mittels Winkelschleifer auf 30° anschrägen, es verbleibt eine Reststeghöhe von ca. 1,6 mm. Bei Rohren mit Einsteckschweißmuffenverbindung bleibt das Rohrende glattendig. Bei Bedarf den auf dem Rohr verbliebenen Epoxidharzprimer und Kleber der Umhüllung mittels Schruppscheibe entfernen.



7. Bei Wasserleitungsrohren mit Stumpfschweißverbindung wird die ZM-Auskleidung 3-5 mm am Rohrende zurückgeschnitten, damit die Rohrenden miteinander verschweißt werden können. Dies kann z. B. mit einem Winkelschleiferaufsatz durchgeführt werden (siehe Zubehörliste).

Nachauskleidung



Bei Rohren mit Einsteckschweißmuffenverbindung, die für aggressive Wässer eingesetzt werden, besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Abdichtung in der Verbindung. Das Material, welches in handelsüblichen Kartuschen geliefert wird, kann mit einer Kartuschenpresse vor dem Zusammenbau der Rohre in die Muffe eingebracht werden. Benötigte Materialmengen können der Zubehörliste entnommen werden.

Sofern die angegebenen Mengen eingehalten werden, ist nach dem Zusammenbau der Rohre und vor dem Verschweißen der Rohre kein weiterer Arbeitsschritt notwendig, ein Molchen der Verbindung ist nicht erforderlich.

Die Art des Auskleidungsmaterials richtet sich nach der Wasserqualität, für Abwasserleitungsrohre wird ein Material auf Polyurethanbasis verwendet, für aggressive Rohwässer, die zu Trinkwasser aufbereitet werden sollen, ein Material auf Silikonbasis.

Richtungsänderungen

Folgende Möglichkeiten für Richtungsänderungen können bei der Verlegung genutzt werden:

1. Ausnutzung der elastischen Verformbarkeit der Rohrleitung

In Bezug auf die Biegeradien sind zwei Anwendungsbereiche zu unterscheiden:

- Handling an der Baustelle
- Biegeradien im verlegten Zustand

Während beim Handling außer der Biegung keine weiteren Lasten zu berücksichtigen sind, ist im verlegten Betriebszustand eine Kombination aus Innendruck und Biegung zu berücksichtigen.

Handling an der Baustelle

Für das Handling an der Baustelle gilt die Formel:

$$R_{\min} \text{ (m)} = 105 \times D_a \times S/R_p$$

Dies gilt sowohl für Gasleitungsrohre, als auch für zementmörtel ausgekleidete Wasserleitungsrohre. Bei einem Werkstoff mit einer Streckgrenze von 235 N/mm² und einem Sicherheitsbeiwert von 1,1 (s.u.) ergibt sich für den Biegeradius in (m) die Faustformel 500 x Da..

Biegeradien im verlegten Zustand

Für die elastischen Biegeradien im Trassenverlauf einer Gasleitung sind in den Arbeitsblättern G 462 und G 463 die Berechnungsgrundlagen angegeben. Bei den sich ergebenden Biegeradien bleiben die Auslegungsdrücke*) der Rohrausführungen unberührt. Dies gilt prinzipiell auch für Wasserleitungen.

Wasserleitungen / Gasleitungen mit MOP < 16 bar	Gasleitungen mit MOP > 16 bar
$R_{\min} = 210 \times D_a \times S/R_p$	$R_{\min} = 206 \times D_a \times S/R_p$

R_{\min} = Mindestbiegeradius in m;

R_p = Streckgrenze in N/mm²;

D_a = Außendurchmesser in mm;

S = Sicherheitsbeiwert;

MOP = max. Betriebsdruck

*) Da insbesondere im Verteilungsbereich von Gas und Wasser niedrigere Betriebsdrücke gegenüber dem Auslegungsdruck bei gegebener Wanddicke eingesetzt werden, lohnt zur Nutzung kleinerer Biegeradien ggf. eine genauere Berechnung bezogen auf die tatsächlichen Betriebsbedingungen.

Je nach eingesetztem Rohrwerkstoff sind die Sicherheitsbeiwerte und die Streckgrenzen unterschiedlich zu wählen:

Gasleitungsrohre mit MDP < 16 bar			Gasleitungsrohre mit MDP > 16 bar			Wasserleitungsrohre		
Werkstoff	S	R _p	Werkstoff	S	R _p	Werkstoff	S	R _p
L245	2	245	L245N/M	2	245	L235	1	235
L290	2	290	L290N/M	2	290	L275	1	275
L360	2	360	L360N/M	2	360	L355	1	355
			L415N/M	2	415			
			L450N/M	2	450			
			L485N/M	2	485			

R_{min} = Mindestbiegeradius in m;

R_p = Streckgrenze in N/mm²;

D_a = Außendurchmesser in mm;

S = Sicherheitsbeiwert;

MDP = Auslegungsdruck

2. Gehrungsschnitte

Sind zulässig mit max. 7,5° pro Rohrende bei Gasleitungsrohren im Druckbereich bis 5 bar und max. 2,5° bei Gasleitungsrohren im Druckbereich bis 16 bar. Bei Wasserleitungsrohren sind max. 7,5° pro Rohrende (d. h. insgesamt 15° pro Verbindung) zulässig.

3. Herstellung von Feldbögen

Stahlrohre ohne ZM-Auskleidung können auf der Baustelle mit max. 1,5° je Biegeschritt von 1 x D_a kalt gebogen werden

(entspricht einem Biegeradius von etwa 40 x D_a). Bei Rohren mit zusätzlicher FZM-Ummantelung sollte die Biegung auf maximal 1,0° je Biegeschritt beschränkt werden.

Umhüllungsprüfung

Vor dem Absenken sind kunststoffumhüllte Rohre (bzw. die Rohrleitung) mit einem Hochspannungsprüfgerät auf Isolationsfehler zu untersuchen, die Prüfspannung beträgt mindestens 5 kV, zuzüglich 5 kV je mm Umhüllungsschichtdicke, jedoch maximal 20 kV.

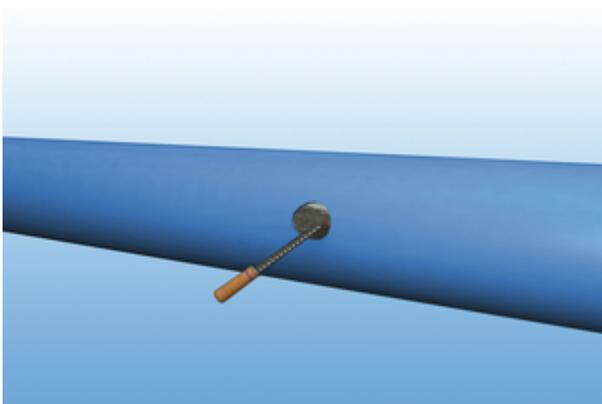
Eventuelle Fehlstellen sind z. B. mit Fehlstellensets für die Kunststoff-Umhüllung entsprechend den Herstellerangaben auszubessern.

Ausbesserungen

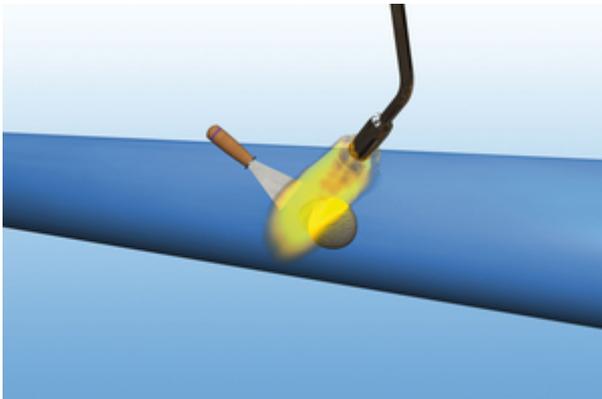
Polyethylen-Umhüllung

Fehlstellen in der Polyethylen-Umhüllung, die durch Transport oder Handhabung entstanden sind, müssen entsprechend den Angaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 15 ausgebessert werden.

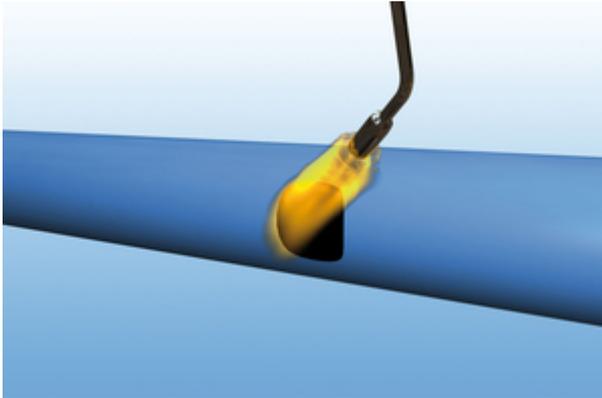
Je nach Fehlstellengröße können hierfür z. B. Reparaturflicken oder Materialien nach DIN 30672 verwendet werden. Bei kleinflächigen Beschädigungen empfiehlt sich der Einsatz eines Reparaturflickens, eine allseitige Überdeckung auf die Werksumhüllung von 50 mm ist einzuhalten:



1. Anhaftenden Schmutz, Rost und Fett entfernen, lose Teile abschneiden sowie Kerben und Einschnitte in der Umhüllung mittels Schmirgelleinen oder Raspel abrunden.



2. Die Schadstelle vorwärmen und mit beiliegendem Füller auffüllen. Wenn notwendig, mit einem Spachtel glätten.



3. Reparaturflicken auf der Kleberseite vorwärmen, anschließend im Reparaturbereich aufbringen. Mit weich eingestellter Propangasflamme erwärmen und mit Handschuh oder Rolle andrücken, bis er glatt und blasenfrei anliegt.

FZM-Ummantelung

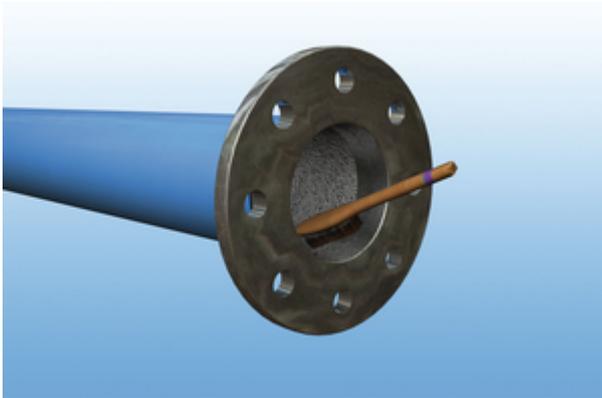
Fehlstellen in der FZM-Ummantelung können mit Zement- oder Polyurethanbinden ausgebessert werden, die im Fehlstellenbereich aufgewickelt werden, siehe Abschnitt [Nachummantelung](#).

ZM-Auskleidung

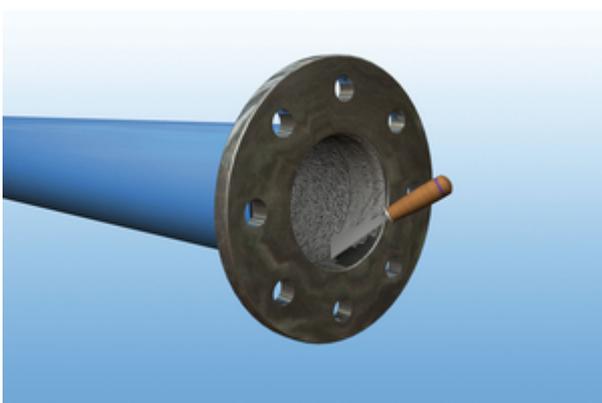
Für Fehlstellen in der Zementmörtel-Auskleidung oder auch für Rohr- bzw. Formstückflächen, die nachträglich ausgekleidet werden sollen, wird eine Zementmörtelmischung auf Basis eines Portlandzementes (CEM I) verwendet (siehe Zubehör: Isomix):



1. Der Mörtel wird als Eimergebilde geliefert, das 10 kg Trockenmörtel enthält. Vor der Verarbeitung wird die zum Anmachen notwendige Wassermenge hinzugegeben und die Mörtelmasse homogen vermischt.



2. Die Auskleidungsfläche ist vor dem Auftragen des Mörtels durch Ausbürsten zu säubern und anzufeuchten, damit der Mörtel eine ausreichende Haftung auf dem Untergrund erhält.



3. Anschließend wird der Reparaturmörtel mittels Spachtel aufgetragen und geglättet. Die Reparatur und nachfolgende Aushärtung des Mörtels muss oberhalb von 5° C erfolgen (frosthfreie Lagerung).

Vor allem bei hohen Temperaturen ist es zur Sicherstellung einer einwandfreien Aushärtung ratsam, die ausgekleidete Fläche z. B. mit Plastikfolien abzudecken und/oder die Fläche feucht zu halten. Vor der Durchführung von Schweißarbeiten muss der Zementmörtel in diesem Bereich mindestens 24 Stunden aushärten.

Grabenlose Verlegung

Für die verschiedenen grabenlosen Einbauverfahren werden sowohl kunststoffumhüllte Rohre als auch Rohre mit einer zusätzlichen Faserzementmörtel-Ummantelung eingesetzt. Die Umhüllung wird auf die Einbaubelastungen abgestimmt. Vor allem bei steinigem oder felsigen Böden sollte die FZM-S-Ausführung Anwendung finden.

Die Handhabung der Rohre entspricht grundsätzlich denen, die in der offenen Bauweise verlegt werden. Zu beachten ist die Einhaltung der zulässigen elastischen Biegeradien und der maximalen Zugkräfte.

Üblicherweise sind Rohrschnitte bei grabenlos verlegten Leitungsabschnitten nicht vorgesehen. Für Ausnahmefälle zeigen wir Ihnen die entsprechende Vorgehensweise.

[Herstellung von Endenausführung bei Schnittröhren](#)

Ihre Ansprechpartner zur grabenlosen Verlegung

Mannesmann Line Pipe GmbH

Thorsten Schmidt

Tel.: [+49 271 691-180](tel:+49271691180)

thorsten.schmidt@mannesmann.com

Für MAPUR® (PUR-Vergussystem)

Schneider & Co. Protec Service GmbH

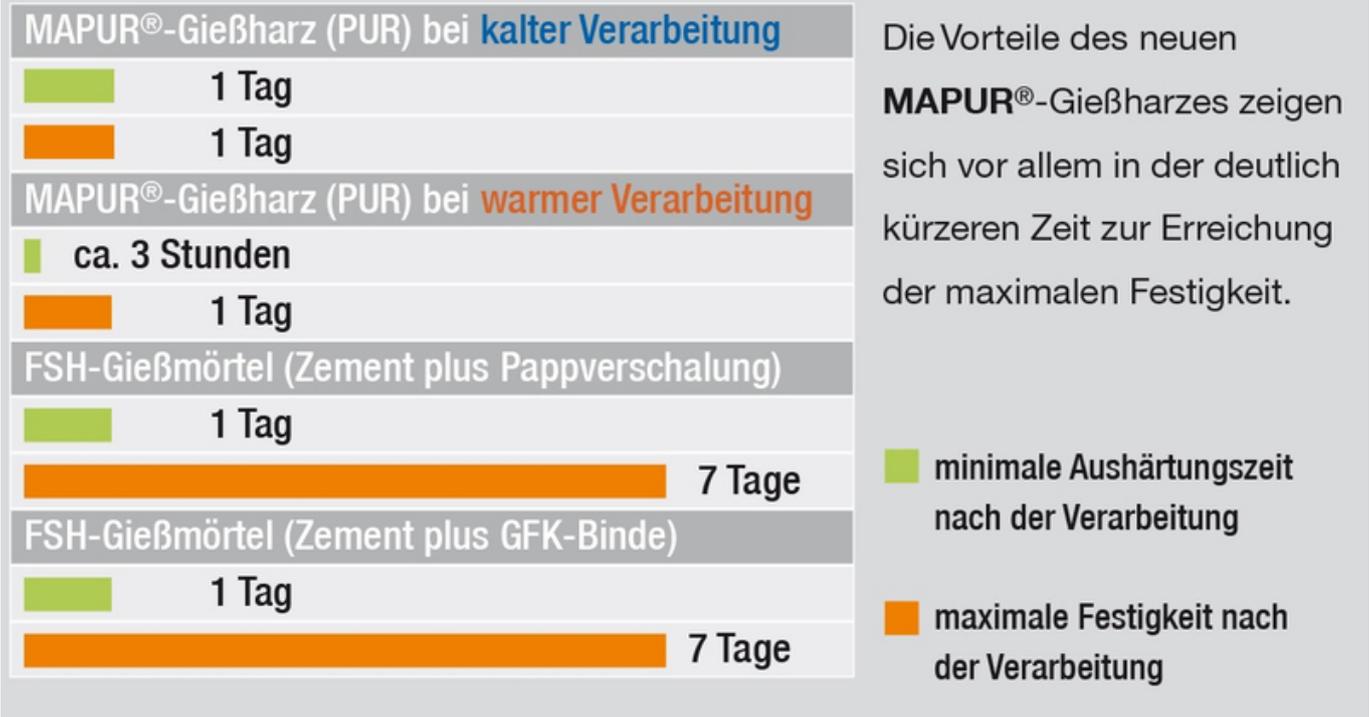
Mario Becker

Tel.: [+49 2732-7931-41](tel:+492732793141)

m.becker@schneider-co.eu

Nachumhüllung bzw. Nachummantelung

Aushärte- und Festigkeitsvergleich



Bei kunststoffumhüllten Rohren sollte aus Gründen der Belastbarkeit die Nachumhüllung z. B. aus Dreischichtsystemen (Schrumpfschläuche oder -manschetten mit einer zusätzlichen Epoxidharzgrundbeschichtung oder duromeren Systemen bestehen (Polyurethan oder Glasfaserlaminat GFK)). Möglich ist auch die Verwendung von Nachumhüllungssystemen nach DIN 30672 bzw. EN 12068 in Verbindung mit einer GFK-Beschichtung. Die Beschichtung sollte einen möglichst geringen Überschneidung zum Rohrdurchmesser aufweisen.

FZM-ummantelte Rohre werden im Verbindungsbereich, wie üblich, mit Nachumhüllungsmaterial nach DIN 30672 bzw. EN 12068 versehen. Als mechanischer Schutz wird der Gießmörtel (siehe Abschnitt [FZM-Ummantelung](#)) verwendet. Bei sehr hohen Belastungen oder kurzer Verarbeitungszeit (die übliche Nachummantelung muss mindestens 24 Stunden aushärten) kann auch hier eine alternative oder zusätzliche Beschichtung mit GFK-Material oder Polyurethanbinde vorgenommen werden, in diesem Fall steigt die mechanische Belastbarkeit bzw. kann die Aushärtezeit entsprechend verkürzt werden.

Rohre mit FZM-Ummantelung können nicht mit schlagender Belastung verlegt werden (z. B. Rammverfahren), da in diesem Fall der Haftverbund zwischen Kunststoff-Umhüllung und FZM-Ummantelung zerstört werden kann.

Die FZM-Ummantelung weist eine im Vergleich zur Kunststoff-Umhüllung rauere Oberfläche auf und ist hygroskopisch. Sollte es notwendig sein, so kann die Ummantelung zur Verringerung der Rohrreibung vor dem Rohreinzug vorbehandelt werden.

Genau wie bei der Kunststoff-Umhüllung ist auch bei der FZM-Ummantelung ein gleichmäßiger Übergang zwischen Werksummantelung und Baustellen-Nachummantelung ohne große Querschnittsübergänge notwendig. Wichtig ist daher eine sorgfältige Verarbeitung der Nachumhüllungssysteme.

Alle Umhüllungssysteme bieten je nach Anwendungsgebiet den richtigen mechanischen Außenschutz. Gerade beim Rohreinzug muss jedoch darauf geachtet werden, dass keine Überbelastungen auftreten. Dies betrifft z. B. die Auflagerung auf Rollensystemen beim Einzug von Rohrsträngen, die jeweiligen zulässigen Druckbelastungen des Außenschutzes sind zu beachten (Punktlagerungen ganzer Teilstränge sind unzulässig).

Speziell für die neu entwickelten Systeme der grabenlosen Verlegetechnik (z. B. FZM-S oder Mehrschichtumhüllungssysteme) wurden auch die Produkte MAPUR[®] sowie MAPUR2012[®] entwickelt, die den Systemgedanken unterstützen und einen optimalen Schutz für den anspruchsvollen Rohrleitungsbau gewährleisten.

Der Systemgedanke (Werksumhüllung des Stahlrohres und geeignete Nachumhüllung der Verbindungsbereiche) wird in Zusammenarbeit mit der Firma Schneider & Co. Protec Service (www.schneider-co.eu) angeboten.

Herstellung der Endenausführung bei Schnittrohren

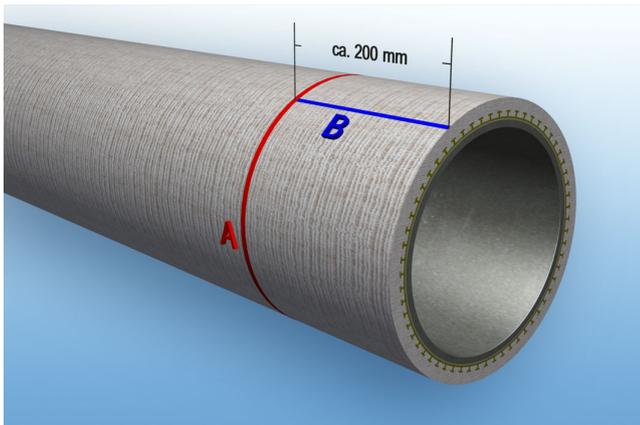
Üblicherweise sind Rohrschnitte bei grabenlos verlegten Leitungsabschnitten nicht vorgesehen. Für Ausnahmefälle zeigen wir Ihnen die entsprechende Vorgehensweise.

Ist es erforderlich, Schnittstellen vor Ort zu erstellen, so muss die Ausführung der Rohrenden gemäß der Bildfolge hergestellt werden.

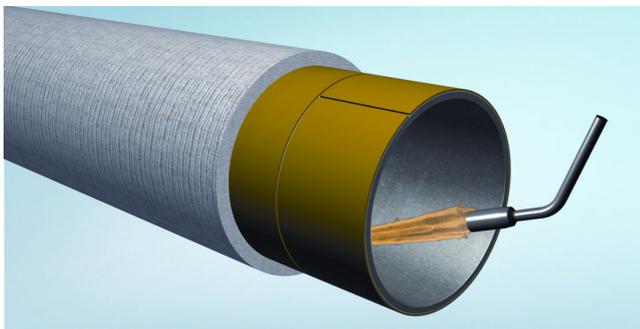
1. Benötigte Werkzeuge

- Winkelschleifer mit Trennscheibe zum Abschleifen der mörtelbehafteten T-Profilierung
- Schrupscheibe oder rotierende Stahlbürste zum Entfernen der Epoxidharzgrundierung und Kleberschicht
- Gasbrenner zum Vorwärmen des Rohrendes
- Hammer und Meißel zum Abschlagen der Mörtelschicht
- Messer zum Durchtrennen der PE/PP-Umhüllung

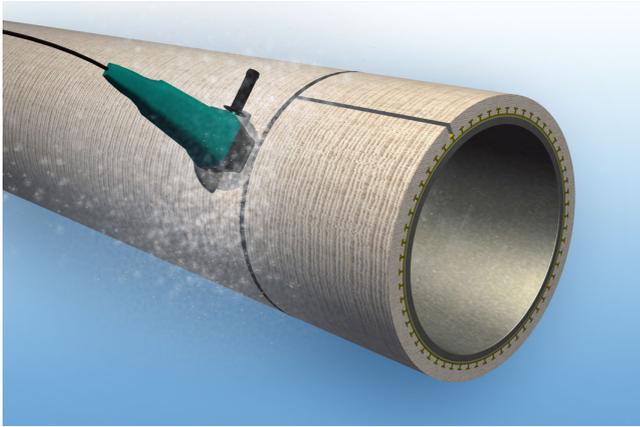
2. Vorgehensweise



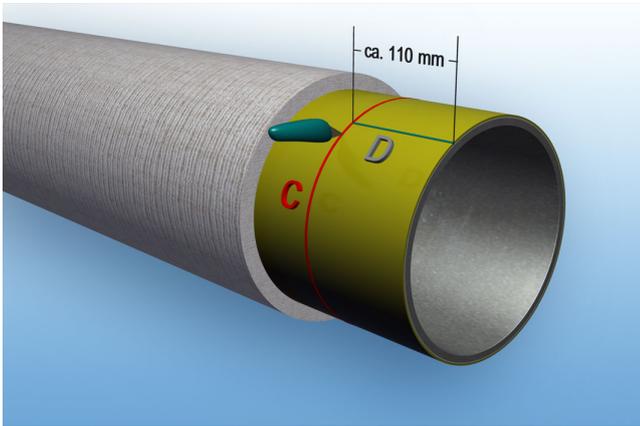
1. Anzeichnen des Rundeinschnitts A und Längseinschnitts B.



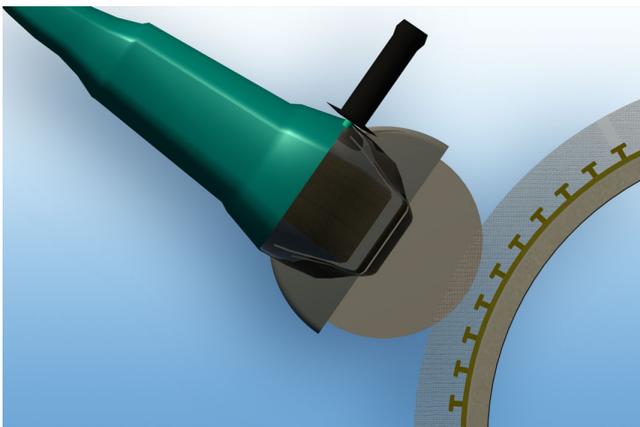
5. Erwärmen des Rohrendes von der Innenseite mit einer Gasflamme. Zum Ablösen der PE/PP-Umhüllung reicht eine Rohrerwärmung auf ca. 60-70 °C aus.



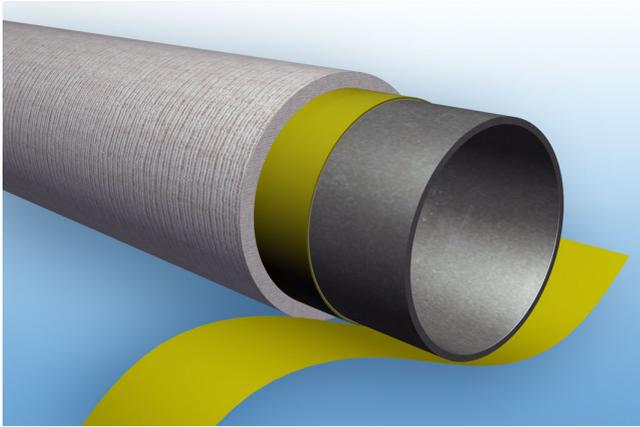
2. Einschneiden der Umhüllung mittels Winkelschleifer



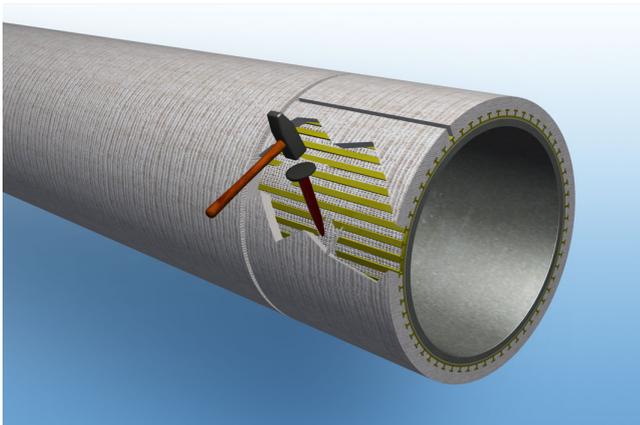
6. Einschneiden der Kunststoff-Umhüllung in Umfangs- (C) und Längsrichtung (D) mit einem Messer bis zur Stahloberfläche.



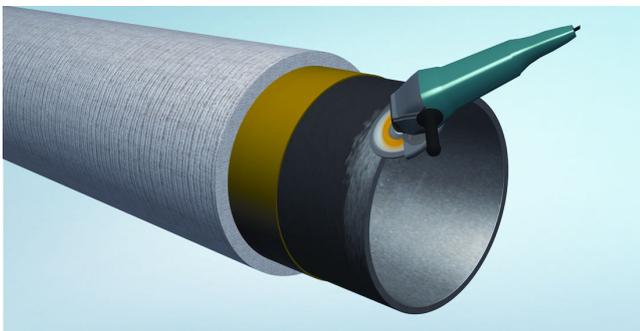
... bis möglichst an das T-Profil.



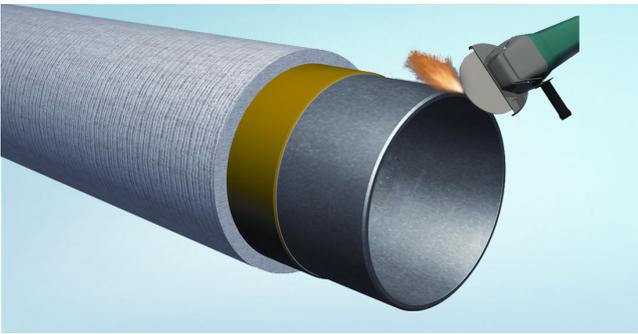
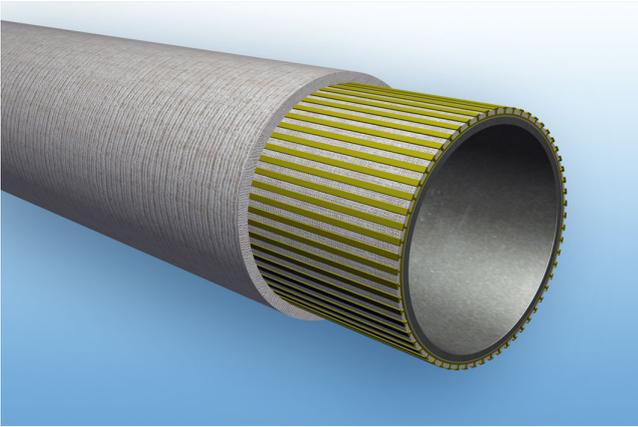
7. Abziehen der PE/PP-Umhüllung. Bei richtiger Temperatur der Oberfläche lässt sich der Kunststoffmantel leicht und glatt abziehen. Bei Einreißen der Umhüllung Rohrende etwas abkühlen lassen. Lässt sich der Kunststoff nicht leicht abziehen, Rohrende etwas mehr erwärmen.



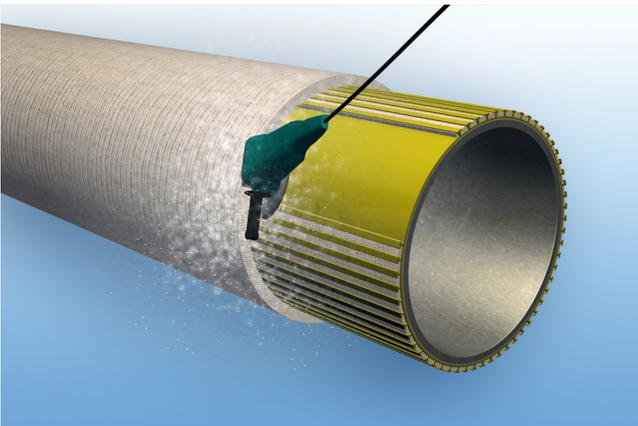
3. Abschlagen der eingeschnittenen Zementmörtelschicht mit Hammer und Meißel.



8. Bei Bedarf den auf dem Rohr verbliebenen Epoxidharzprimer und Kleber der Umhüllung mittels Schrupscheibe entfernen.



9. Anbringen der Rohrfase. Bei Stumpfschweißverbindung das Rohrende mittels Winkelschleifer auf 30° anschrägen, es verbleibt eine Reststeghöhe von ca. 1,6 mm. Abschrägen der PE/PP-Schicht mittels rotierender Stahlbürste.



4. Abschleifen des Verklammerungsprofils bis auf Höhe der PE/PP-Umhüllung mittels Winkelschleifer.

Druckprüfung

Für die Durchführung der Druckprüfung sind die notwendigen Angaben den jeweiligen Regelwerken zu entnehmen, bei Gasleitungen sind z. B. das DVGW-Arbeitsblatt G 469 bzw. das VdTÜV-Merkblatt 1060 zu beachten, für Gasleitungen bis 16 bar die EN 12327.

In diesem Kapitel wird im Folgenden beispielhaft auf die Druckprüfung für Wasserrohrleitungen nach EN 805 bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 näher eingegangen.

Jede Rohrleitung ist nach der Verlegung einer Druckprüfung zu unterziehen. Druckprüfungen sind von sachkundigem Personal durchzuführen, das einschlägige Kenntnisse in der Rohrleitungstechnik, in der Durchführung von Druckprüfungen, der Messtechnik und den geltenden Sicherheitsvorschriften besitzt.

Vor Durchführung der Druckprüfung ist die Rohrleitung so mit Verfüllmaterial abzudecken, dass Lageänderungen, die zu Undichtigkeiten führen können, vermieden werden. Dies gilt insbesondere für Rohrleitungen mit mechanischen Muffenverbindungen. Die Verfüllung im Bereich der Verbindungen ist freigestellt. Die Rohrleitung ist im Ganzen oder, falls notwendig, in Abschnitten unterteilt zu prüfen. Die Prüfabschnitte sind so festzulegen, dass:

- der Prüfdruck an der tiefsten Stelle jedes Prüfabschnittes erreicht wird und
- am höchsten Punkt mindestens der 1,1-fache MDP erreicht wird.

Der Systemprüfdruck (STP) ist, ausgehend vom höchsten Systembetriebsdruck (MDP), folgendermaßen zu berechnen:

Wenn der Druckstoß berechnet wird: $STP = MDP + 1 \text{ bar}$

Wenn der Druckstoß nicht berechnet wird: $STP = MDP \times 1,5$ oder $STP = MDP + 5 \text{ bar}$

(es gilt der jeweils kleinere Wert).

Vor Prüfungsbeginn ist die Leitung langsam und gleichmäßig mit Wasser zu befüllen (die Füllmengen betragen etwa 0,3 l/s bei DN 100 bis 6 l/s bei DN 400) und nachfolgend zu entlüften.

Die Druckprüfung wird in maximal drei Schritten durchgeführt:

1. Vorprüfung: Zur Stabilisierung des Rohrleitungsabschnittes nach Abklingen der Bodensetzungen und ausreichender Wasseraufnahme der Zementmörtel-Auskleidung. Durch die Wasseraufnahme der Zementmörtel-Poren kann zunächst ein Druckabfall auch bei vollkommen dichter Rohrleitung auftreten. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Druckprüfung über einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden durchzuführen. Der Prüfdruck ist dabei regelmäßig, spätestens nach Abfall um 0,5 bar wiederherzustellen.
2. Druckabfallprüfung: Zur Bestimmung der noch in der Rohrleitung befindlichen Luft. Die Durchführung ist vom Planer vorzugeben.
3. Hauptprüfung: Es gibt zwei grundlegende Prüfverfahren - Druckverlustmethode und Wasserverlustmethode.

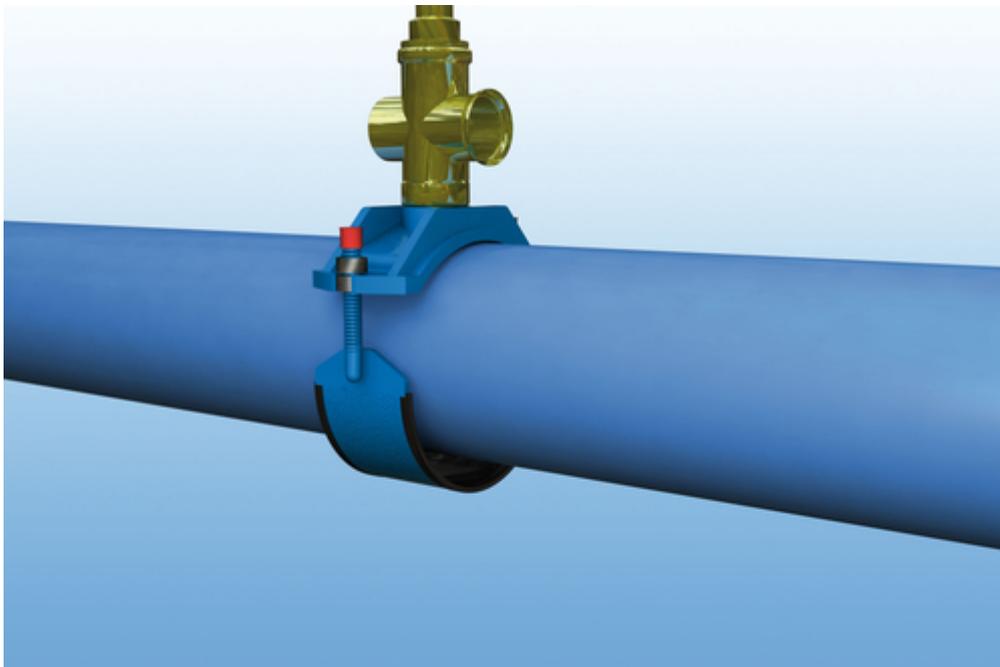
Die Hauptprüfung dient der Prüfung des Gesamtsystems, insbesondere der Feststellung der Dichtheit bzw. ordnungsgemäßen Ausführung und des Einbaus der Rohre, Armaturen etc. Sie wird während eines Zeitraums von 3 Stunden (bis DN 400) vorgenommen, der Druckabfall darf in diesem Fall

- 0,1 bar bei einem Systemprüfdruck STP von 15 bar (MDP: 10 bar),
- 0,15 bar bei einem STP von 21 bar (MDP: 16 bar) und
- 0,2 bar bei einem STP von MDP + 5 bar (MDP: >16 bar)

betragen.

Alternativ zu der beschriebenen Druckverlustmethode kann auch das gleichwertige Messverfahren nach der Wasserverlustmethode angewendet werden (siehe DVGW-Arbeitsblatt W 400-2).

Anbohren



Bei Rohrleitungen mit Polyethylen-Umhüllung kann diese im Bereich der Anbohrarmatur auf dem Rohr verbleiben, eine Entfernung ist nicht notwendig. Die zusätzliche FZM-Ummantelung bei Stahlrohren dient als mechanischer Schutz. Sofern keine speziellen Anbohrgeräte und -armaturen für FZM verwendet werden, ist diese vor dem Anbohrvorgang zu entfernen.

Das Haltestück der Anbohrarmatur ist so auszuführen, dass eine Beschädigung des Korrosionsschutzes vermieden wird, eine breite Ausführung des Haltestücks reduziert die Flächenpressung am Rohr.

Zur Vermeidung von langen Bohrspänen eignen sich Spiralbohrer aus Werkzeugstahl (WS), Hochleistungsschnellstahl (HSS) oder mit Hartmetallschneide. Ebenfalls geeignet sind Lochfräser aus WS, HSS oder mit Diamant bestückte. Alle Bohraufsätze müssen zum Anbohren von Stahlrohren geeignet sein (siehe Herstellerangabe).

Das Anbohrgerät muss einen langsamen Vorschub des Bohrers bzw. Fräasers ermöglichen, damit bei Wasserleitungsrohren ein Ausbrechen der Zementmörtel-Auskleidung vermieden wird.