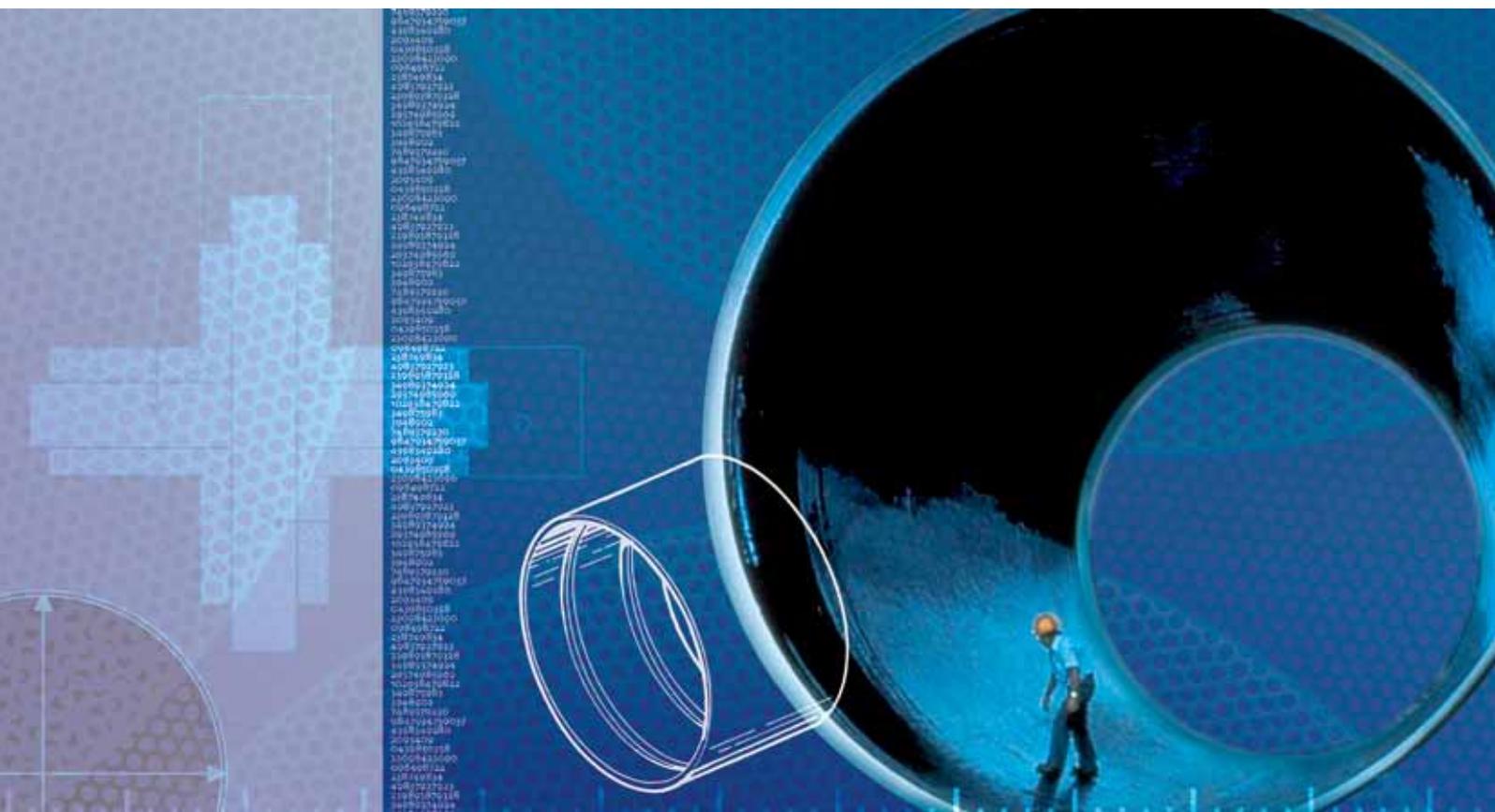




## FLOWTITE

Verlegeanleitung für erdverlegte Rohrleitungen – ATV



<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1 Vorwort.....	4
1.2 Boden-Rohr-System.....	4
1.3 Vor-Ort-Service.....	5
1.4 Sicherheit.....	5

<b>2 Versand, Umgang und Lagerung</b>	<b>6</b>
2.1 Überprüfung von Rohrleitungen.....	6
2.2 Reparatur von Rohrleitungen.....	6
2.3 Entladen und Transport von Rohrleitungen.....	6
2.4 Lagerung von Rohrleitungen auf der Baustelle.....	7
2.5 Lagerung von Dichtungen und Gleitmitteln.....	7
2.6 Transport von Rohrleitungen.....	8
2.7 Umgang mit ineinander geschachtelten Rohrleitungen.....	8

<b>3 Verlegung von Rohrleitungen</b>	<b>9</b>
3.1 Standardgraben.....	9
3.2 Rohrbettung.....	9
3.3 Verfüllmaterialien.....	10
3.4 Verlegearten.....	10
3.5 Verfüllen von Rohrleitungen.....	11
3.6 Verdichtung über der Rohrleitung.....	12
3.7 Rohrverformung.....	12

<b>4 Verbinden von Rohrleitungen</b>	<b>13</b>
4.1 FLOWTITE-Doppelmuffenkupplungen.....	13
4.2 Zugfeste Verbindungen.....	15
4.3 Flanschverbindungen.....	15
4.4 Laminatverbindungen.....	16
4.5 Andere Verbindungsmethoden.....	17

<b>5 Widerlager, Betonumhüllung und Verbindung mit starren Bauwerken</b>	<b>18</b>
5.1 Betonumhüllung.....	19
5.2 Verbindungen mit starren Bauwerken.....	20
5.3 Tunnel.....	22
5.4 Verbindungen zu Betonwänden.....	22

<b>6 Anpassungen vor Ort</b>	<b>24</b>
6.1 Längenanpassung.....	24
6.2 Überschieben von FLOWTITE-Kupplungen.....	24
6.3 Überschieben von anderen Kupplungen.....	25

<b>7</b>	<b>Spezielle Verlegesituationen</b>	<b>26</b>	
7.1	Parallelverlegung von Rohrleitungen	26	
7.2	Rohrkreuzungen	26	
7.3	Instabile Rohrsohle	26	
7.4	Gefluteter Graben	27	
7.5	Verbau	27	
7.6	Verlegung im Fels	27	
7.7	Verfüllung zu großer Ausschachtungen	28	
7.8	Verlegung im Gefälle	28	
<b>8</b>	<b>Amaturen in Bauwerken</b>	<b>29</b>	<b>07</b>
8.1	Sicherung von Amaturen	29	
8.2	Be- und Entlüftungsventile	32	
8.3	Entleerungen	33	
<b>9</b>	<b>Kontrolle und Wartung</b>	<b>34</b>	<b>08</b>
9.1	Kontrolle der verlegten Rohrleitung	34	
9.2	Korrektur zu großer Verformung	34	
9.3	Druckprüfung mit Wasser	35	
9.4	Muffendruckprüfung	36	
9.5	Druckprüfung mit Luft	36	
<b>10</b>	<b>Alternative Verlegesituationen</b>	<b>37</b>	<b>09</b>
10.1	Breiter Graben	37	
10.2	Zementstabilisierte Verfüllung	37	
	<b>Anhang</b>	<b>39</b>	<b>10</b>
	Anhang AWWA M 45 bzw. ATV 127		<b>Anh.</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Vorwort

Das vorliegende Dokument ist Teil der FLOWTITE-Dokumentation für den Einsatz von FLOWTITE-Produkten.

Es ist in Verbindung mit den FLOWTITE-Produkttrichtlinien (FLOWTITE Product Guide) zu benutzen und soll dem Installateur helfen, die Anforderungen und Abläufe im Zusammenhang mit dem Umgang und der Erdverlegung von FLOWTITE®-Rohrleitungen zwecks Erreichung zufriedenstellender Ergebnisse zu verstehen. Die Anhänge können als hilfreiche Datenquelle für Planungsingenieure und Bauausführende dienen.

In dem Dokument werden hauptsächlich jene Umstände behandelt, die üblicherweise vor Ort auftreten können. Sondersituationen, die spezieller Erwägungen bedürfen, werden nicht behandelt und müssten gemeinsam mit dem Lieferanten geklärt werden.

Andere Verlegemethoden wie die Verlegung ohne Graben, unter Wasser oder oberirdisch, werden in dieser Anleitung nicht behandelt. Zwecks empfohlener Verfahren und Beschränkungen in diesen Fällen wenden Sie sich bitte an den Lieferanten.

Vor allem ersetzt die vorliegende Anleitung nicht den gesunden Menschenverstand und das Urteilsvermögen, allgemein anerkannte Regeln der Technik, geltende Gesetze, Sicherheits-, Umweltschutz- oder andere Bestimmungen oder lokale Verordnungen oder die Spezifikationen und Anleitungen des Eigentümers und/oder Planungsingenieurs und Bauausführenden, der bei jedem Auftrag der endgültige Sachverständige ist.

Sollten widersprüchliche Informationen in der vorliegenden Anleitung Zweifel darüber lassen, wie ordnungsgemäß vorzugehen ist, wenden Sie sich zwecks Unterstützung bitte an den Lieferanten und den Planungsingenieur.

Die vorliegende Verlegeanleitung und die Empfehlungen der Techniker vor Ort helfen bei genauer Befolgung, eine ordnungsgemäße, langlebige Installation auszuführen.



**Hinweis:** Diese Verlegeanleitung basiert auf den Designvorgaben der AWWA M 45 und ist auch gültig für die ATV 127. Der Textteil ist grundlegend in Übereinstimmung mit der AWWA. Die Anhänge beschreiben in ihrer jeweiligen Version die spezifischen Anforderungen der ATV 127 oder AWWA.

## 1.2 Boden-Rohr-System

Vielfältiges Bodenverhalten sowie die Festigkeit und Flexibilität von FLOWTITE-Rohren bieten einzigartige Möglichkeiten für Boden-Bau-Interaktionen, die optimale Leistung des Systems ermöglichen. Glasfaserverstärkung wird eingesetzt, wo es für Flexibilität und Festigkeit des Rohres notwendig ist. Grabengeometrie sowie Auswahl, Einbringung und Verdichtung der Verfüllung sorgen für die Unversehrtheit des Systems.

Im Großen und Ganzen ist das Rohr zwei Belastungen ausgesetzt:

- 1 äußere Belastungen durch obere Erdschichten, Flächenlasten und Verkehr, die zu Biegespannung in der Rohrwand führen
- 2 innerer Druck, der zu Ringspannung im Rohr und unsymmetrischem Druck mit Axiallasten führt.

Die Flexibilität von FLOWTITE-Rohren und das natürliche Bauverhalten von Böden bilden für die Übertragung von Senkrechtlasten eine ideale Kombination. Im Gegensatz zu starren Rohren, die bei zu starker Senkrechtlast brechen würden, können sich FLOWTITE-Rohre dank ihrer Flexibilität und hohen Festigkeit biegen und die Last auf den umgebenden Boden verlagern. Die Verformung der Rohre dient als Indikator für die im Rohr erzeugten Belastungen und die Qualität der Verlegung. Ringspannung wird durch durchgehende Glasfaserverstärkung in der Rohrwand entgegengewirkt. Das Ausmaß der Verstärkung hängt vom Druck ab und bestimmt die Druckklasse der Rohrleitung.

Unsymmetrischem Druck wird in der Regel am wirtschaftlichsten durch Widerlager entgegengewirkt, die den Druck durch direkte Auflage auf den Naturboden übertragen. Das FLOWTITE-Standardrohr braucht die Axiallast somit nicht zu übertragen und das Ausmaß der Verstärkung in der Rohrwand in Längsrichtung ist auf Nebenwirkungen beschränkt. Folglich brauchen die Verbindungen keine Axiallast zu übertragen, gestatten aber Bewegung des Rohrs innerhalb der Verbindung durch Temperaturänderungen und Poisson-Effekt.

In einigen Fällen kann es sein, dass Widerlager wegen ihres Gewichts, Platzmangels oder anderer Gründe nicht in Frage kommen. Dann erhält die Rohrwand in Längsrichtung genügend Verstärkung, die den direkten Druck trägt. Für diese Systeme sind zugfeste Verbindungen vorgesehen, die den vollen Längsdruck tragen, und der Druck wird durch direkte Auflage und Reibung an den umgebenden Boden übertragen.

## 1.3 Vor-Ort-Service

Auf Verlangen des Käufers oder im Rahmen des Vertrages zwischen Käufer und Lieferant kann der Lieferant vor Ort einen Techniker zur Verfügung stellen. Der Techniker vor Ort kann den Käufer und/oder Installateur beraten, damit dieser eine zufriedenstellende Rohrverlegung erreicht. Es ist ratsam, in die Anfangsphase der Installation und regelmäßig während des Projekts einen auftragsspezifischen Außendienst einzubeziehen. Dieser Dienst kann je nach Vereinbarung zwischen Käufer und Lieferant ständig (im Wesentlichen die volle Zeit) oder mit Unterbrechungen zur Verfügung stehen.

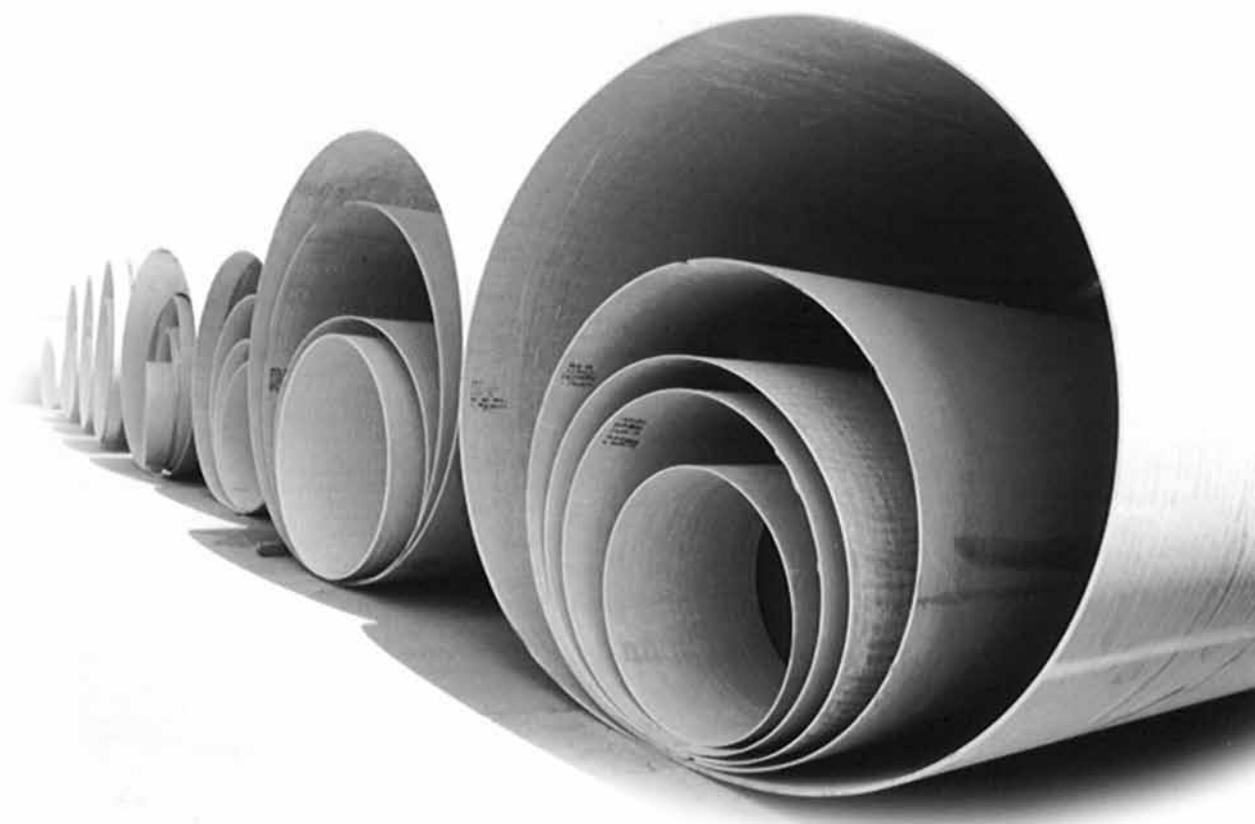
## 1.4 Sicherheit

Rohre aus glasfaserverstärktem Polyester (GFK), wie praktisch alle Rohre aus Erdölchemikalien, können brennen und sollten deshalb nicht eingesetzt werden, wo intensive Wärme oder Flammen vorherrschen.

Bei der Verlegung muss darauf geachtet werden, dass das Rohr keinen Schweißfunken, Schneidflammen oder anderen Wärme-/Flamm-/Elektroquellen ausgesetzt wird, die das Rohrmaterial entzünden könnten. Diese Vorsichtsmaßnahme ist vor allem dann wichtig, wenn beim Herstellen von verstärkten Verbindungen oder Ausbessern oder Verändern des Rohres vor Ort mit flüchtigen Chemikalien gearbeitet wird.

Arbeiten in Gräben werden unter potenziell gefährlichen Bedingungen ausgeführt. Zum Schutz der Personen im Graben müssen die Grabenwände ggf. versteift, ausgelegt, verstrebt, abgeschrägt oder anderweitig gestützt werden.

Es sind Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, die verhindern, dass Gegenstände in den Graben fallen oder der Graben durch die Stellung oder Bewegung benachbarter Maschinen oder Ausrüstungen einfällt, während sich Personen in dem Graben aufhalten. Ausgeschachtetes Material ist in sicherer Entfernung vom Grabenrand zu lagern und Nähe und Höhe der Erdmassen dürfen die Stabilität des Aushubs nicht gefährden.



## 2 Versand, Umgang und Lagerung

### 2.1 Überprüfung von Rohrleitungen

Wenn die Rohre auf der Baustelle eingetroffen sind, sind sie alle auf Transportschäden zu untersuchen. Je nach Dauer der Lagerung, Ausmaß des Umgangs mit den Rohren vor Ort und anderen Faktoren, die den Zustand der Rohre beeinflussen können, wird empfohlen, die Rohre unmittelbar vor der Verlegung erneut zu kontrollieren. Die Sendung bei Anlieferung wie folgt überprüfen:

- 1 Gesamtkontrolle der Ladung. Ist die Ladung unversehrt, reicht in der Regel die übliche Kontrolle beim Entladen aus, um sicherzugehen, ob die Rohre unbeschädigt angekommen sind.
- 2 Hat sich die Ladung verschoben oder gibt es Hinweise auf grobe Behandlung, ist jeder Rohrabschnitt gründlich auf Schäden zu untersuchen. Im Allgemeinen reicht eine Außenprüfung aus, um Beschädigungen zu erkennen. Wenn es die Rohrgröße zulässt, kann eine Innenprüfung der Rohroberfläche an der Stelle eines äußeren Kratzers helfen festzustellen, ob das Rohr beschädigt ist.
- 3 Überprüfung der Menge jedes Postens anhand des Frachtbriefs.
- 4 Auf dem Frachtbrief etwaige Transportschäden oder Verluste vermerken und Ihre Kopie des Belegs vom Vertreter des Transportunternehmens unterschreiben lassen. Ansprüche gegen das Transportunternehmen müssten in Übereinstimmung mit dessen Hinweisen geltend gemacht werden.
- 5 Sollten Mängel oder Schäden festgestellt werden, die betroffenen Rohre aussondern und Kontakt zum Lieferanten aufnehmen.

Keine beschädigten oder mangelhaften Rohre einsetzen.

### 2.2 Reparatur von Rohrleitungen

Normalerweise können Rohre mit kleineren Schäden von einem Fachmann schnell und problemlos vor Ort ausgebessert werden. Bestehen Zweifel über den Zustand eines Rohres, das Rohr nicht verwenden.

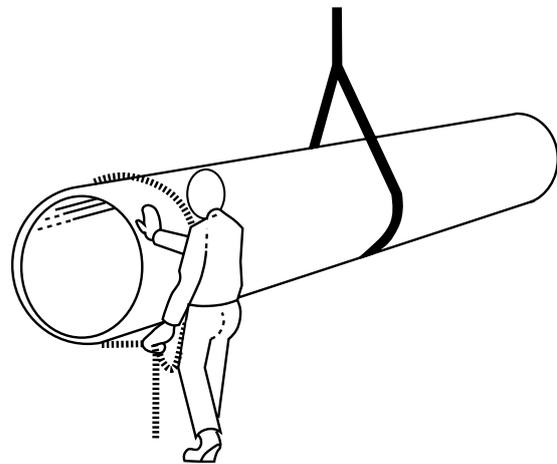
Der Techniker vor Ort kann Ihnen helfen zu entscheiden, ob eine Reparatur erforderlich ist und ob sie möglich und praktisch ist. Die Reparaturmethoden können je nach Rohrdicke, Wandzusammensetzung, Anwendung sowie Art und Ausmaß der Beschädigung sehr unterschiedlich sein. Versuchen Sie deshalb nicht, ein beschädigtes Rohr zu reparieren, ohne zuvor den Lieferanten konsultiert zu haben. Reparaturen müssen von einem ausgebildeten Reparaturtechniker durchgeführt werden. Nicht ordnungsgemäß reparierte Rohre können nicht wie vorgesehen funktionieren.

### 2.3 Entladen und Transport von Rohrleitungen

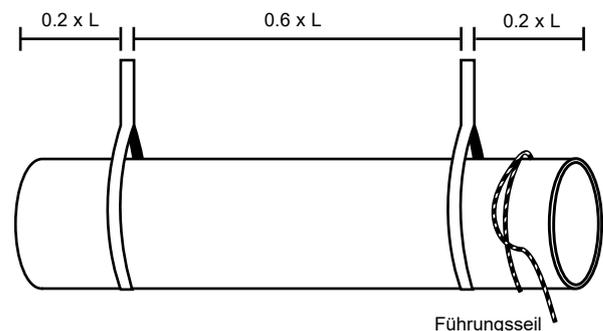
Für das Entladen der Rohre ist der Kunde zuständig. Es ist darauf zu achten, dass die Rohre beim Entladen unter Kontrolle bleiben. Beim Heben und Bewegen können an den Rohren oder Paketen angebrachte Führungsseile leicht eine manuelle Kontrolle ermöglichen. Wenn mehrere Haltestellen notwendig sind, können Abstandsstangen verwendet werden. Die Rohre (insbesondere die Rohrenden) nicht fallen, an- oder zusammenprallen lassen.

#### Einzelrohre

Zum Heben einzelner Rohre biegsame Gurte, Schlingen oder Seile verwenden. Zum Heben oder Transportieren der Rohre keine Stahlkabel oder -ketten verwenden. Rohrabschnitte können mit nur einem Haltepunkt gehoben werden (**Abbildung 2-3-1**), wengleich zwei wie in **Abbildung 2-3-2** angeordnete Haltepunkte aus Sicherheitsgründen zu bevorzugen sind, weil das Rohr so leichter unter Kontrolle zu halten ist. Rohre nicht an den Haken an den Rohrenden heben oder indem ein Seil, eine Kette oder ein Kabel von einem Ende zum anderen durch den Abschnitt gezogen wird. Ungefähres Gewicht von Standardrohren und -kupplungen siehe Anhang A.



**Abbildung 2-3-1**  
Heben eines Rohrs mit nur einem Haltepunkt



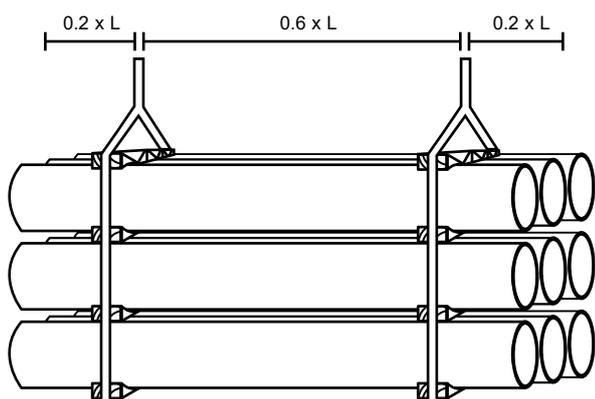
**Abbildung 2-3-2** Heben eines Rohrs an zwei Haltepunkten

• **Rohrpakete**

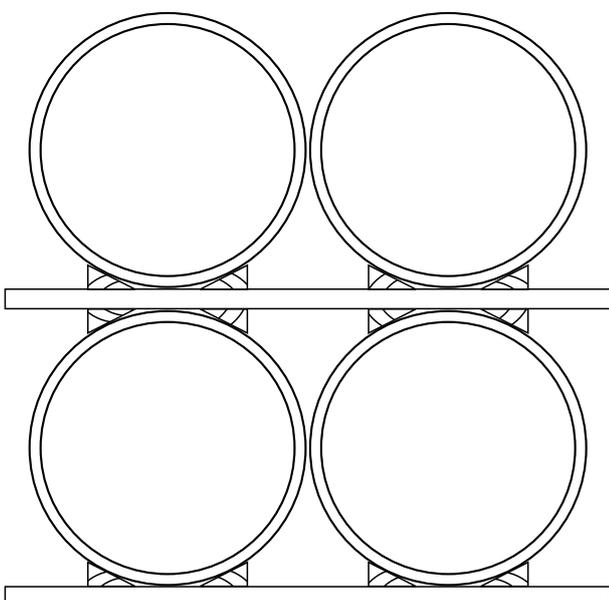
Rohrpakete können mit einem Schlingenpaar wie in **Abbildung 2-3-3** dargestellt bewegt werden. Einen nicht als Paket zusammengestellten Stapel Rohre nicht als ein Bündel heben. Nicht als Paket zusammengestellte Rohre müssen gesondert entladen und bewegt werden (einzeln).

Sollte beim Bewegen oder Verlegen eines Rohrs ein Schaden wie Verwerfung, Riss oder Bruch auftreten, ist das Rohr zu reparieren, bevor der Abschnitt verlegt wird.

Wenden Sie sich zwecks Kontrolle des Schadens und Empfehlungen bezüglich Reparaturmethode oder Entsorgung an den Lieferanten. Siehe Abschnitt 2.2 [→](#).



**Abbildung 2-3-3 Heben eines Rohrpaketes**



**Abbildung 2-3-4 Lagerung von Rohren**

## 2.4 Lagerung von Rohrleitungen auf der Baustelle

Im Allgemeinen ist es vorteilhaft, Rohre auf flachen Holzbalken zu lagern. Das erleichtert das Anbringen und Entfernen von Hebeschlingen um das Rohr.

Werden die Rohre direkt auf dem Boden gelagert, ist darauf zu achten, dass die Fläche relativ flach ist und keine Steine oder anderen Teile auf ihr liegen, die die Rohre beschädigen könnten. Als wirksames Mittel der Lagerung von Rohren auf der Baustelle hat sich erwiesen, die Rohre auf Hügel von Verfüllmaterial zu legen. Alle Rohre sollten mit Bremsklötzen vor Wegrollen bei starkem Wind gesichert werden.

Sollte es erforderlich sein, Rohre zu stapeln, so geschieht dies am besten auf flachen Holzträgern (Mindestbreite 75 mm) an Viertelpunkten mit Bremsklötzen (**siehe Abbildung 2-3-4**). Sofern vorhanden, das Originalversandstauholz verwenden.

Darauf achten, dass der Stapel unter Bedingungen wie starker Wind, unebene Lagerfläche oder andere waagerechte Lasten stabil bleibt. Wenn mit starkem Wind zu rechnen ist, den Einsatz von Seilen oder Schlingen zum Festbinden der Rohre in Erwägung ziehen. Maximale Stapelhöhe ca. 3 m.

Beulen, flache Bereiche oder andere abrupte Änderungen der Rohrkrümmung sind unzulässig. Werden die Rohre ungeachtet dieser Einschränkung gelagert, können sie beschädigt werden.

## 2.5 Lagerung von Dichtungen und Gleitmitteln

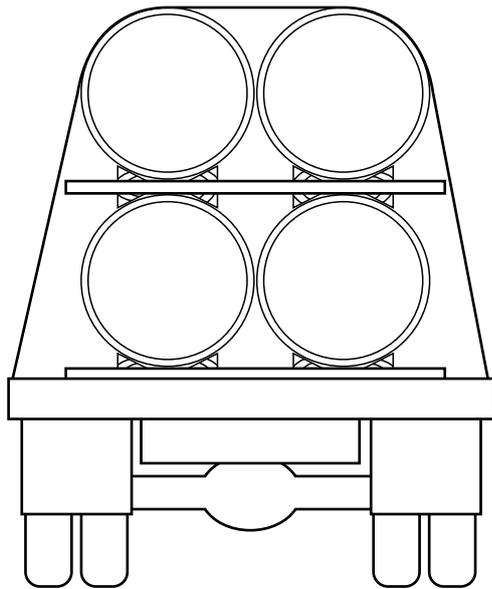
Gummiringdichtungen sollten, wenn sie gesondert von den Kupplungen versendet werden, im Schatten und in ihrer Originalverpackung gelagert werden und nicht der Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden (außer beim Verbinden der Rohre). Außerdem müssen die Dichtungen vor Fetten und Ölen, die Erdölderivate sind, und vor Lösungsmitteln und anderen schädlichen Stoffen geschützt werden.

Dichtungsgleitmittel sollten vorsichtig so gelagert werden, dass es zu keinen Schäden kommt. Angefangene Eimer sind wieder zu versiegeln, damit das Gleitmittel nicht verunreinigt wird. Wenn die Temperatur bei der Installation unter 5° C liegt, sollten Dichtungen und Gleitmittel bis zu ihrem Einsatz abgedeckt werden.

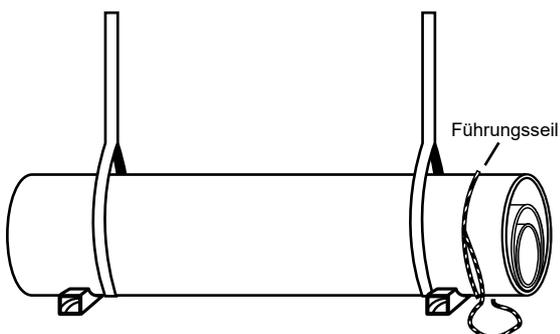
## 2.6 Transport von Rohrleitungen

Alle Rohrabschnitte sind auf flachen Holzbalken mit Abstand von höchstens 4 m (3 m bei Durchmesser  $\leq$ DN250) mit einem Überhang von maximal 2 m lagern. Die Rohre zur Wahrung von Stabilität und Trennung mit Bremsklötzen sichern. Reibung zwischen den Rohren beim Transport verhindern.

Die maximale Stapelhöhe beträgt ca. 2,5 m. Die Rohre über den Haltepunkten mit biegsamen Gurten oder Seilen am Fahrzeug festschnüren (**Abbildung 2-6-1**). Ohne geeignete Polsterung zum Schutz der Rohre vor Abrieb niemals Stahlkabel oder -ketten verwenden. Beulen, flache Bereiche oder andere abrupte Änderungen der Rohrkrümmung sind unzulässig. Werden die Rohre ungeachtet dieser Einschränkung gelagert, können sie beschädigt werden.



**Abbildung 2-6-1 Transport von Rohrleitungen**

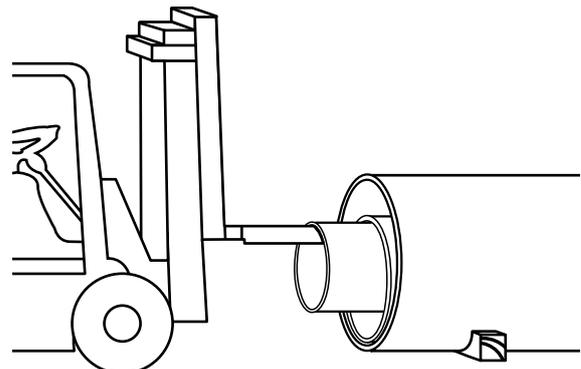


**Abbildung 2-6-2 Doppelhaltepunkt für verschachtelte Rohre**

## 2.7 Umgang mit ineinander geschachtelten Rohrleitungen

Rohre können ineinander geschachtelt werden (Rohre mit kleinerem Durchmesser in Rohren mit größerem Durchmesser). Diese Rohre haben im Allgemeinen eine spezielle Verpackung. Entladung, Bewegung, Lagerung und Transport erfordern besondere Maßnahmen. Erforderlichenfalls ergreift der Rohrlieferant vor dem Versand spezielle Maßnahmen. Allerdings sollten stets folgende allgemeine Richtlinien befolgt werden:

- 1 Das ineinander geschachtelte Bündel stets mit mindestens zwei biegsamen Gurten heben (**Abbildung 2-6-2**). Für jedes Projekt werden ggf. Vorgaben in Bezug auf den Abstand zwischen den Gurten und die Hebepunkte gemacht. Darauf achten, dass die Tragfähigkeit der Hebeschlingen für das Bündelgewicht ausreichend ist. Das lässt sich anhand der ungefähren Rohrgewichte berechnen, die in Anhang H aufgeführt sind.
- 2 Verschachtelte Rohre werden in der Regel am besten in der Transportverpackung gelagert. Sofern keine anderweitige Vorgabe gemacht ist, ist es nicht ratsam, diese Pakete zu stapeln.
- 3 Verschachtelte Rohrbündel können nur in ihrer Originaltransportverpackung sicher transportiert werden. Ggf. werden für jedes Projekt spezielle Vorgaben im Hinblick auf Halterung, Konfiguration und/oder Festschnüren am Fahrzeug gemacht.
- 4 Das Entfernen der Verpackung und Entschachteln der inneren Rohre erfolgt am besten an einer Entschachtelungsstation. Innere Rohre (beginnend mit der kleinsten Größe) können entfernt werden, indem sie mit einem eingesetzten gepolsterten Dorn leicht angehoben werden, um den Abschnitt zu heben und vorsichtig aus dem Bündel gezogen werden, ohne andere Rohre zu beschädigen (**Abbildung 2-7-1**). Wenn Beschränkungen hinsichtlich Gewicht, Länge und/oder Ausrüstung die Anwendung dieser Methode ausschließen, werden für jedes Projekt Verfahren zum Herausschieben der Innenrohre aus dem Bündel empfohlen.



**Abbildung 2-7-1 Entschachtelung mit gepolstertem Dorn auf einem Gabelstapler**

# 3 Verlegung von Rohrleitungen

- 01
- 02
- 03**
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10
- Anh.

Die Verlegeweise für FLOWTITE-Rohre ist von Rohrsteifigkeit, Überdeckung, Grabenbreite, Naturbodeneigenschaften, Auflast und Verfüllmaterial abhängig.

Das Naturmaterial muss die Verfüllung der Rohrzone hinreichend begrenzen, damit das Rohr ordnungsgemäß gestützt wird. Die nachfolgend beschriebenen Installationsverfahren müssten dem Bauausführenden helfen, die Rohre ordnungsgemäß zu verlegen.

Die in Deutschland übliche statische Berechnungsmethode für erdverlegte Rohre, ATV 127, wird häufig angewandt. Als Hilfe gilt folgende Korrelation zwischen den Steifigkeitskategorien des Verfüllmaterials und den Bodengruppen G1 bis G4 gemäß ATV 127:

SC1 entspricht den besten G1-Böden. SC2 entspricht den G1-Böden und den besten G2-Böden. SC3 entspricht den schwächeren G2-Böden und den besten G3-Böden. SC4 entspricht den schwächeren G3-Böden und den besten G4-Böden.

## 3.1 Standardgraben

**Abbildung 3-1-1** zeigt typische Grabenabmessungen. Maß "A" muss stets so breit sein, dass ausreichend Platz vorhanden ist, um die Verfüllung im unteren Umfangsdrittel des Rohres („Zwickel-Bereich“) ordnungsgemäß einzubringen und zu verdichten. Maß "A" muss außerdem breit genug sein, dass die Verdichtungsmaschine sicher betrieben werden kann, ohne dass das Rohr beschädigt wird. Außer bei sehr kleinen Durchmessern beträgt Maß "A" in der Regel mindestens 0,4 DN.

Bei Rohren mit größerem Durchmesser kann für "A" je nach Naturboden, Verfüllmaterial und Verdichtungstechnik ein kleinerer Wert angemessen sein. So könnte beispielsweise bei Naturboden der Gruppe 1, 2 und 3 und Verfüllmaterial SC1 und SC2 mit begrenztem Verdichtungsbedarf ein schmalere Graben in Erwägung gezogen werden.

**1 Hinweis:** Wenn im Rohrsohle Gestein, harter Ton, weicher, loser oder instabiler Boden oder extremer Quellboden vorhanden ist, kann es notwendig sein, die Bettungsschicht tiefer zu gestalten, um eine gleichmäßige Längsstützung zu erreichen.

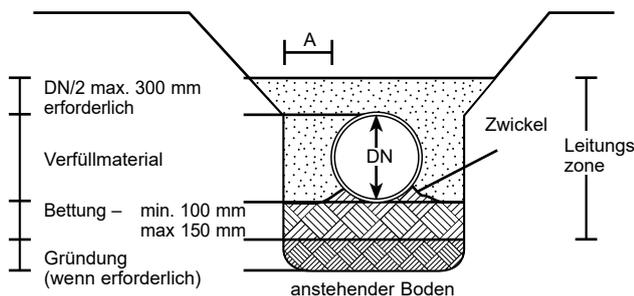


Abbildung 3-1-1 Begriffsbestimmung für Rohrverfüllung

## 3.2 Rohrbettung

Damit ordentliche Stützung erreicht wird, sollte die Bettung auf eine feste, stabile Rohrsohle gelegt werden. Die fertige Bettung muss für das Rohr und etwaige vorstehende Verbindungselemente eine feste, stabile und gleichmäßige Stützung bieten. Unter dem Rohr ist eine Bettung von 100 bis 150 mm und unter der Kupplung von 75 mm vorzusehen. Bei weicher oder instabiler Rohrsohle kann zur Erreichung einer festen Stützung eine zusätzliche Gründung notwendig sein (siehe Abschnitt 7.3) →.

Zur Erreichung ordnungsgemäßer Rohrstützung kann es notwendig sein, das Bettungsmaterial zu importieren. Für das Bettungsmaterial wird SC1 oder SC2 empfohlen. Damit das Naturmaterial als Bettungsmaterial geeignet ist, müsste es alle Anforderungen der Rohrzonverfüllung erfüllen. Da sich die Bedingungen des Naturbodens über die Länge der Rohrleitung plötzlich verändern können, muss diese Entscheidung während der Rohrverlegung immer wieder neu getroffen werden.

Damit das Rohr durchgängig gestützt wird und nicht auf den Kupplungen aufliegt, muss die Bettung an jeder Verbindungsstelle stärker ausgehoben werden.

Der Kupplungsbereich muss nach Herstellung der Verbindungen ordnungsgemäß gebettet und verfüllt werden. Ordnungsgemäße und nicht ordnungsgemäße Bettung siehe **Abbildung 3-2-1** und **Abbildung 3-2-2**.

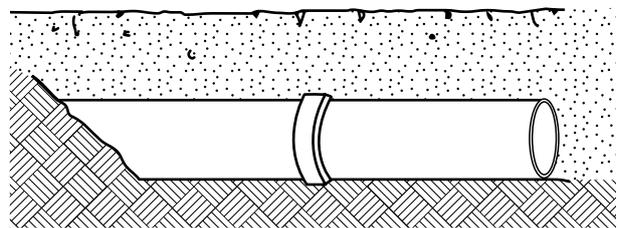


Abbildung 3-2-1 Ordnungsgemäße Bettung

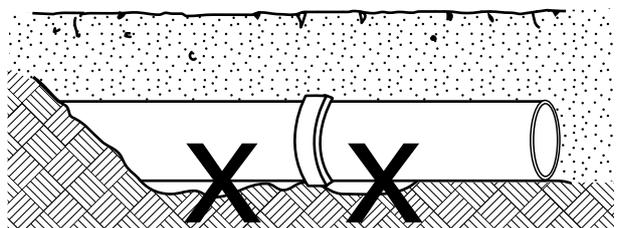


Abbildung 3-2-2 Nicht ordnungsgemäße Bettung

### 3.3 Verfüllmaterialien

In **Tabelle 3-1** sind die Verfüllmaterialien in Kategorien eingeteilt. Verfüllböden der Gruppe SC1 und SC2 sind am einfachsten zu verwenden und erfordern den geringsten Verdichtungsaufwand, um einen bestimmten Verdichtungsgrad zu erreichen.

Ungeachtet der Verfüllgruppe und ob der Verfüllboden importiert wird oder nicht, gelten folgende allgemeine Beschränkungen:

- 1 Für maximale Partikel- und Steingröße müssen die in **Tabelle 3-3-2** aufgeführten Grenzwerte beachtet werden.
- 2 Keine Erdklumpen, die mehr als doppelt so groß wie die maximale Partikelgröße sind.
- 3 Kein gefrorenes Material.
- 4 Kein organisches Material.
- 5 Kein Schrott (Reifen, Flaschen, Metalle usw.)

Verfüllboden- gruppe	Beschreibung des Verfüllbodens
SC1	Schotter mit <15 % Sand, maximal 25 % passen durch das 10-mm-Sieb und maximal 5 % Feinanteile.
SC2	Sauberer, grobkörniger Boden mit <12 % Feinanteilen.
SC3	Sauberer, grobkörniger Boden mit mindestens 12 % Feinanteilen. Sandiger oder feinkörniger Boden mit weniger als 70 % Feinanteilen.
SC4	Feinkörniger Boden mit mehr als 70 % Feinanteilen.

(weitere Klärung siehe Anhang D und Definitionen siehe Anhang G)

**Tabelle 3-3-1 Verfüllmaterialien**

Maximale Partikelgröße in der Rohrzone (bis zu 300 mm über den Rohrscheitel):

DN	Max. Größe (mm)
≤ 450	13
500 - 600	19
700 - 900	25
1000 - 1200	32
≥ 1300	40

**Tabelle 3-3-2 Maximale Partikelgröße**

Die Verfüllung über der Rohrzone kann mit ausgehobenem Material mit einer maximalen Partikelgröße von bis zu 300 mm hergestellt werden, vorausgesetzt das Rohr ist mindestens 300 mm überdeckt. Steine, die größer als 200 mm sind, sollten nicht aus einer Höhe von mehr als 2 m auf die 300-mm-Schicht über dem Rohrscheitel fallen gelassen werden.

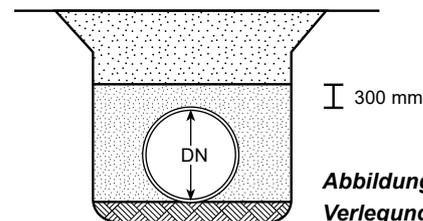
### 3.4 Verlegearten

Es werden zwei standardmäßige Verfüllmöglichkeiten empfohlen (**Abbildung 3-4-1 und Abbildung 3-4-2**).

Die Wahl hängt von den Eigenschaften des Naturbodens, dem Verfüllmaterial, der Überdeckungstiefe, Auflast, Rohrsteifigkeit und den Betriebsbedingungen des Rohres ab. Bei geringerem Druck ( $PN \leq 10$  bar), leichter Verkehrslast und begrenztem Unterdruck (Vakuum) findet im Allgemeinen Typ 2 „Split-Konfiguration“ Anwendung.

#### Verlegestyp 1

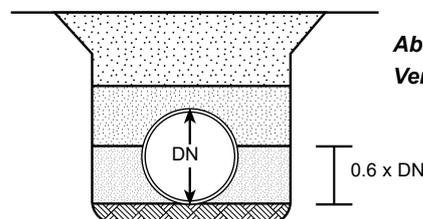
- Die Rohrbettung nach den Richtlinien in Abschnitt 3.2 herstellen. →
  - Die Verfüllzone (bis 300 mm) über dem Rohrscheitel mit dem vorgeschriebenen Verfüllmaterial und erforderlichen Verdichtungsgrad verfüllen (siehe Anhang B) →.
- ! Hinweis:** Bei geringem Druck ( $PN \leq 1$  bar) ohne Verkehrslast kann auf die geforderte Verdichtung der 300-mm-Schicht über dem Rohrscheitel verzichtet werden.



**Abbildung 3-4-1  
Verlegestyp 1**

#### Verlegestyp 2

- Die Rohrbettung nach den Richtlinien in Abschnitt 3.2 → herstellen. Bis zu einer Höhe von 60 % des Rohrdurchmessers mit dem vorgeschriebenen Verfüllmaterial und erforderlichen Verdichtungsgrad verfüllen.
  - Von der Höhe von 60 % des Durchmessers bis zu 300 mm über dem Rohrscheitel mit dem vorgeschriebenen Verfüllmaterial und erforderlichen Verdichtungsgrad verfüllen.
- ! Hinweis:** Bei Rohren mit kleinem Durchmesser ist Verfüllmethode 2 nicht geeignet.
- ! Hinweis:** Bei starker Verkehrslast ist Verfüllmethode 2 nicht geeignet.



**Abbildung 3-4-2  
Verlegestyp 2**

### 3.5 Verfüllen von Rohrleitungen

Es ist ratsam, sofort nach dem Herstellen der Rohrverbindungen, zu verfüllen. So werden zwei Gefahren ausgeschlossen: das Rohr wird nicht durch starken Regen unter Wasser gesetzt und es kommt nicht zu thermischen Bewegungen infolge großer Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht. Schwimmen kann das Rohr beschädigen und unnötige Neuverlegungskosten nach sich ziehen. Wärmeausdehnung und Wärmeschwund können infolge von Bewegung verschiedener Rohrteile an einer Verbindungsstelle zum Verlust der Dichtheit führen.

Wenn Rohrabschnitte in den Gräben gelegt werden, ohne das gleich verfüllt wird, sollte wenigstens der mittlere Abschnitt jedes Rohres bis zum Scheitel verfüllt werden, um Bewegungen an der Verbindungsstelle auf ein Minimum zu reduzieren.

Zur Begrenzung der vertikalen Verformung und Sicherung der Rohrleistung kommt es auf eine ordnungsgemäße Auswahl, Einbringung und Verdichtung der Rohrzonenerfüllung an. Es ist darauf zu achten, dass das Verfüllmaterial nicht mit Schrott oder anderen Fremdkörpern, die das Rohr beschädigen oder die Stützung beeinträchtigen könnten, verunreinigt ist. Das „Zwickel-Material“ zwischen Bettung und Rohrunterseite sollte eingearbeitet und verdichtet werden, bevor die restliche Verfüllung eingebracht wird (*siehe Abbildung 3-5-1 und Abbildung 3-5-2*).

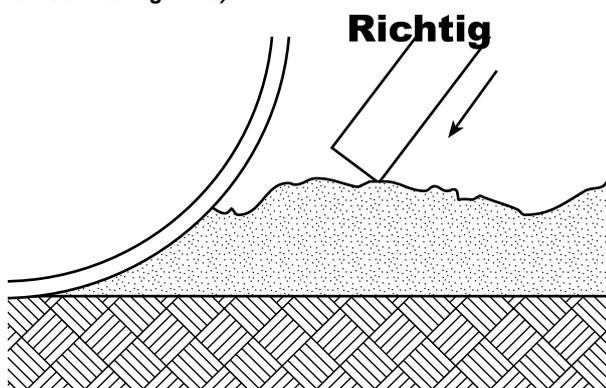


Abbildung 3-5-1 Ordnungsgemäße Einbringung des Zwickel-Materials

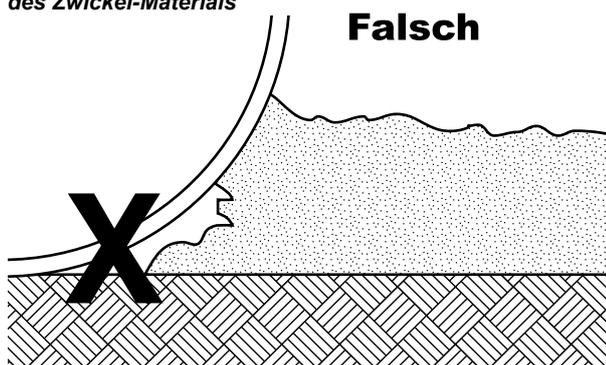


Abbildung 3-5-2 Nicht ordnungsgemäße Einbringung des Zwickel-Materials

Die Tiefe der zu verdichtenden Schicht muss ebenso wie die mit der Verdichtungsmethode eingeleiteten Energie kontrolliert werden. Je nach Verfüllmaterial und Verdichtungsmethode erfolgt ordnungsgemäßes Verfüllen in der Regel in 100- bis 300-mm-Lagen. Wenn als Verfüllmaterial Kies oder Schotter verwendet wird, sind in der Regel 300-mm-Lagen angemessen, da Kies relativ leicht zu verdichten ist. Bei Böden mit feinerer Körnung ist das Verdichten schwieriger und die Lagenhöhe müsste begrenzt werden. Beachten Sie, dass es für eine ordnungsgemäße Stützung des Rohrs wichtig ist, jede Lage ordnungsgemäß zu verdichten.

Die Verfüllungstypen SC1 und SC2 sind relativ einfach anzuwenden und als Verfüllmaterial für Rohre sehr zuverlässig. Diese Böden reagieren kaum empfindlich auf Feuchtigkeit. Die Verfüllung kann mit einem Plattenrüttler in 200- bis 300-mm-Lagen leicht verdichtet werden. Gelegentlich sollte in Verbindung mit Kiesböden ein Filterstoff verwendet werden, damit die Feinanteile nicht wandern und dadurch die Stützung des Rohres nicht verloren geht. Kriterien siehe Anhang A.

Böden des Verfüllungstyps SC3 sind als Verfüllmaterial für Rohrverlegungen akzeptabel und häufig problemlos verfügbar. Viele lokale Böden, in denen Rohre verlegt werden, sind vom Typ SC3. Somit kann der ausgehobene Boden direkt zur Rohrzonenerfüllung wiederverwendet werden. Da diese Böden feuchtigkeitsempfindlich sein können, sind Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen. Die Eigenschaften der Böden vom Typ SC3 werden häufig von den Eigenschaften der Feinanteile bestimmt. Beim Verdichten des Bodens kann es notwendig sein, die Feuchtigkeit zu begrenzen, damit die gewünschte Dichte mit angemessener Verdichtungsenergie und leicht zu verwendenden Verdichtungsgeräten erreicht wird. Die Verdichtung kann durch Einsatz eines Vibrationsstampfers in 100- bis 200-mm-Lagen erreicht werden.

Der Verfüllmaterialtyp SC4 kann nur bei Beachtung der nachfolgend aufgeführten Vorsichtsmaßnahmen zur Rohrzonenerfüllung verwendet werden:

- Der Feuchtigkeitsgehalt muss während Einbringung und Verdichtung in Grenzen gehalten werden.
- Nicht bei Installationen mit instabilen Gründungen oder mit stehendem Wasser im Graben verwenden.
- Die Verdichtungstechniken können erhebliche Energie erfordern und es müssen praktische Beschränkungen bezüglich des Verdichtungsgrads und der sich daraus ergebenden Bodensteifigkeit berücksichtigt werden.
- Beim Verdichten Lagen von 100 und 150 mm einen Vibrationsstampfer verwenden.
- Um sicherzugehen, dass die Verdichtung ordnungsgemäß ist, sollten regelmäßig Verdichtungsprüfungen durchgeführt werden. Weitere Informationen siehe Anhang F. →

Verfüllmaterial mit feinerer Körnung lässt sich am einfachsten verdichten, wenn das Material den optimalen oder in etwa optimalen Feuchtigkeitsgehalt hat.

Wenn beim Verfüllen die Kämpferlinie des Rohres erreicht wird, sollte nahe der Grabenseiten mit dem Verdichten begonnen werden und in Richtung Rohr fortgefahren werden. Die Rohrzonenvorfüllung kann so eingebracht und verdichtet werden, dass das Rohr in vertikaler Richtung leicht unrund (oval) wird. Das anfängliche vertikale Ovalisieren darf allerdings 1,5 Prozent des Rohrdurchmessers nicht überschrei-

ten, wobei die Messung dort erfolgt, wo die Verfüllung den Rohrscheitel erreicht. Die anfängliche Ovalisierung wird zur Energie in Beziehung gesetzt, die zum Erreichen des erforderlichen Verdichtungsgrades benötigt wird. Die hohen Energiemengen, die bei den Verfüllmaterialarten SC3 und SC4 benötigt werden können, können zu einer Überschreitung der Grenze führen. Ist dies der Fall, ist ein Rohr mit größerer Steifigkeit oder ein anderes Verfüllmaterial oder beides in Betracht zu ziehen.

Diese Empfehlungen sind in **Tabelle 3-5-1** zusammengefasst.

Verfüllboden	Manuell betätigter Vibrationsstampfer	Manuell betätigter Flächenrüttler	
Typ SC1		300 mm	Mit zwei Durchgängen müsste gute Verdichtung erreicht werden. Je nach Höhe und erforderlicher Dichte zwei bis vier Durchgänge. Schichthöhe und Anzahl der Durchgänge hängen von der erforderlichen Dichte ab. Mit optimalem oder in etwa optimalem Feuchtigkeitsgehalt verwenden. Verdichtung kontrollieren.
Typ SC2		200 - 250 mm	
Typ SC3	100 - 200 mm		
Typ SC4	100 - 150 mm		Kann beträchtliche Verdichtungsenergie erfordern. Überprüfen, ob der Feuchtigkeitsgehalt optimal ist. Verdichtung kontrollieren.

**Tabelle 3-5-1 Empfehlungen für die Verdichtung von Rohrzonenvorfüllungen**

### 3.6 Verdichtung über der Rohrleitung

Bei Typ 1 müssen die 300 mm über dem Rohr verdichtet werden. Die Grabenvorfüllung unter Bereichen, die der Verkehrslast ausgesetzt sind, wird häufig so verdichtet, dass die Absackung des Straßenbelags auf ein Minimum reduziert wird.

**Tabelle 3-6-1** zeigt die Mindestdeckhöhe über dem Rohr, die erreicht sein muss, bevor eine bestimmte Verdichtungsmaschine direkt über dem Rohr zum Einsatz kommen darf. Es ist darauf zu achten, dass übermäßiger Verdichtungsaufwand über dem Rohrscheitel, der zu Ausbeulungen oder flachen Bereichen führen kann, verhindert wird. Das Material in diesem Bereich darf jedoch nicht lose bleiben, und es müsste die gewünschte spezifische Dichte erreicht werden.

Maschinengewicht kg	Mindestrohrdeckung*(mm)	
	Gestampft	Gerüttelt
< 50	-	-
50 - 100	250	150
100 - 200	350	200
200 - 500	450	300
500 - 1000	700	450
1000 - 2000	900	600
2000 - 4000	1200	800
4000 - 8000	1500	1000
8000 - 12000	1800	1200
12000 - 18000	2200	1500

\* Es kann notwendig sein, mit einer größeren Deckung zu beginnen, damit die Deckung bei Erreichung der Verdichtung nicht unter dem Minimum liegt.

**Tabelle 3-6-1 Mindestdeckung für Verdichtung über dem Rohr**

### 3.7 Rohrverformung

Die Verformung des verfüllten Rohres ist ein guter Indikator für die Qualität der Verlegung.

Die voraussichtliche anfängliche vertikale Rohrverformung nach dem Verfüllen auf Geländehöhe beträgt bei den meisten Installationen weniger als 2 %. Ein höherer Wert weist darauf hin, dass die gewünschte Qualität der Verlegung noch nicht erreicht ist und bei den nächsten Rohren verbessert werden müsste (d. h. stärkere Verdichtung der Rohrzonenvorfüllung, Rohrzonenvorfüllmaterial mit größerer Körnung oder breiterer Graben usw.) In **Tabelle 3-7-1** ist die maximal zulässige Anfangsverformung aufgeführt. Es ist ratsam, die Rohrverformung sofort nach Verfüllen des Rohrs auf Geländehöhe zu kontrollieren, um ständig Hinweise auf die Verlegungsqualität zu erhalten. Siehe Abschnitt 9.1. →

	Verformung in % des Durchmessers
Großer Durchmesser (DN ≥ 300) Anfang	3.0
Kleiner Durchmesser (DN ≤ 250) Anfang	2.5

**Tabelle 3-7-1 Zulässige vertikale Anfangsverformung**

# 4 Verbinden von Rohrleitungen

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Anh.

FLOWTITE-Rohrabschnitte werden in der Regel mit FLOWTITE-Kupplungen verbunden. Rohr und Kupplungen können gesondert geliefert werden oder das Rohr wird mit einer bereits an einem Ende aufgezogenen Kupplung geliefert. Werden die Kupplungen nicht vormontiert geliefert, ist es ratsam, sie auf dem Lagerplatz oder am Graben zu montieren, bevor das Rohr in die Grabenbettung hinabgelassen wird.

Die Kupplungen können mit oder ohne Mittenanschlag aus Gummi geliefert werden. Wird kein Mittenanschlag geliefert, wird auf dem Rohr als Verbindungshilfe eine entsprechende Linie markiert.

Andere Verbindungssysteme wie Flansche, mechanische Kupplungen und Laminatverbindungen können zum Verbinden von FLOWTITE-Rohren ebenfalls verwendet werden.

## 4.1 FLOWTITE-Doppelmuffenkupplungen

### FLOWTITE-Druckkupplung (FC)

Die nachfolgend beschriebenen Schritte (1 bis 5) gelten für FLOWTITE-Druckkupplungen.

#### Schritt 1 Gründung und Bettung

Damit das Rohr durchgängig gestützt wird und nicht auf den Kupplungen aufliegt, muss das Bett an jeder Verbindungsstelle stärker ausgehoben werden. Der Kupplungsbereich muss nach Herstellung der Verbindungen ordnungsgemäß gebettet und verfüllt werden.

#### Schritt 2 Reinigen der Kupplung

Damit kein Schmutz oder Öl vorhanden ist, die Nuten der Doppelmuffenkupplungen und die Gummidichtungsringe gründlich reinigen (**Abbildung 4-1-1**).

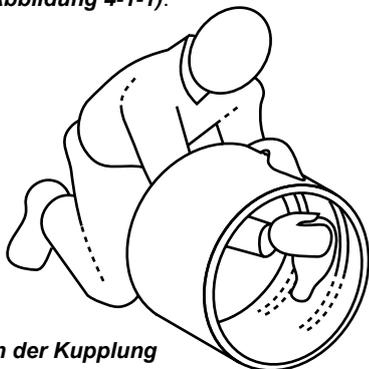


Abb. 4-1-1 Reinigen der Kupplung

#### Schritt 3 Installieren der Dichtungen

Die Dichtung in die Nut einsetzen. Dabei Gummischleifen (in der Regel zwei bis vier) aus der Nut herausragen lassen. In dieser Phase der Montage weder in der Nut noch an der Dichtung ein Gleitmittel verwenden. Zur leichteren Positionierung und Einführung der Dichtung können Dichtung und Nut mit Wasser befeuchtet werden (**Abbildung 4-1-2**).

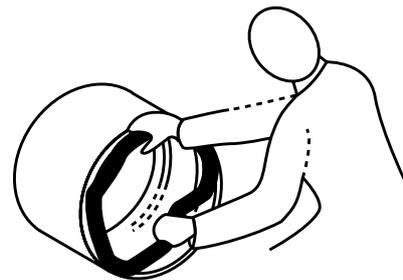


Abbildung 4-1-2 Installieren der Dichtung

Jede Schleife der Gummidichtung mit gleichmäßigem Druck in die Dichtungsnut schieben. Nach dem Einsetzen vorsichtig rundherum in Radialrichtung ziehen, um den Druck der Dichtung zu verteilen. Außerdem kontrollieren, ob beide Seiten der Dichtung rundherum gleichermaßen oben über die Nut herausragen. Für diesen Schritt kann ein Gummihammer verwendet werden.

#### Schritt 4 Schmieren der Dichtungen

Anschließend eine dünne Schicht Gleitmittel auf die Gummidichtungen auftragen (**Abbildung 4-1-3**). Normaler Gleitmittelverbrauch je Verbindung siehe Anhang [→](#)

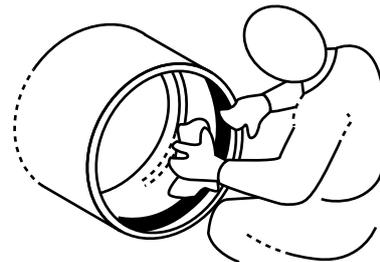


Abbildung 4-1-3 Schmieren der Dichtungen

#### Schritt 5 Reinigen und Schmieren der Spitzenden

Die Spitzenden gründlich von Schmutz, Sand, Fett usw. befreien. Die Dichtungsfläche am Spitzende auf mögliche Beschädigung untersuchen. Eine dünne Schicht Gleitmittel auf das Spitzende vom Rohrende bis zur Verbindungshilfe auftragen. Nach dem Schmieren darauf achten, dass Kupplung und Spitzenden sauber bleiben (**Abbildung 4-1-4**). Es wurde festgestellt, dass Spitzende und Dichtung sauber bleiben, wenn man ein Stück Stoff oder Plastik (etwa 1 m<sup>2</sup>) unter den Verbindungsbereich legt.

**! Achtung:** Es ist äußerst wichtig, dass ausschließlich das richtige Gleitmittel verwendet wird.

Der Lieferant liefert mit jeder Kupplungslieferung auch genügend Gleitmittel. Sollte das Gleitmittel aus irgendeinem Grund ausgehen, wenden Sie sich bitte zwecks Nachlieferung oder Nennung alternativer Gleitmittel an den Lieferanten. Niemals Gleitmittel auf Erdölbasis verwenden.

Abbildung 4-1-4 Reinigen des Spitzendes

## Verbinden

Ist die Kupplung nicht bereits vormontiert, sollte sie an einem sauberen und trockenen Platz angebracht werden, bevor die Rohre verbunden werden. Dazu wird in einer Entfernung von 1 bis 2 m vom Spitzende, an dem die Kupplung angebracht wird, eine Schelle oder Schlinge um das Rohr gelegt. Darauf achten, dass das Rohrspitzende mindestens 100 mm über der Geländeoberfläche liegt und so vor Schmutz geschützt ist. Die Kupplung mit der Hand auf das Spitzende schieben und einen 100 x 50 mm großen Holzbalken über die Kupplung legen. Mit zwei zwischen Holzbalken und Schelle angebrachten Seilzügen die Kupplung in die richtige Lage ziehen, d.h. bis die Kupplung auf die „Verbindungshilfe“ ausgerichtet ist oder bis das Spitzende den Mittenanschlag berührt (*siehe Abbildung 4-1-5*).

Die nachfolgend beschriebenen Schritte (6 bis 8) gelten für das Verbinden von Rohren mit Schellen oder Schlingen und „Seilzügen“. Sofern die hierin dargelegten allgemeinen Ziele erfüllt werden, können auch andere Verfahren angewandt werden. Insbesondere sollte das Einführen der Spitzenden des Rohrs bis zur Verbindungshilfe begrenzt sein und sollten weder Rohr noch Kupplung beschädigt werden.

### Schritt 6 Einlegen des Rohrs

Das Rohr wird mit angebrachter Kupplung auf die Rohrsohle hinabgelassen. An der Verbindungsstelle müsste der Graben stärker ausgehoben werden, damit das Rohr durchgängig gestützt wird und nicht auf den Kupplungen aufliegt.

### Schritt 7 Befestigen von Schellen

Schelle (oder Schlinge) A wird an beliebiger Stelle am ersten Rohr angebracht oder in der Position von der vorherigen Verbindung gelassen. Schelle (oder Schlinge) B an bequemer Stelle an dem anzuschließenden Rohr anbringen (*Abbildung 4-1-6*).

**! Hinweis:** Damit das Rohr nicht beschädigt wird und hoher Reibungswiderstand mit der Rohroberfläche besteht, sollte die Berührungsstelle von Schelle und Rohr gepolstert oder anderweitig geschützt werden. Wenn keine Schellen zur Verfügung stehen, können Nylonschlingen oder Seile verwendet werden. Doch ist beim Ausrichten der Kupplung vorsichtig vorzugehen.

### Schritt 8 Verbinden der Kupplung

An jeder Rohrseite wird ein Seilzug angeordnet und mit den Schellen verbunden. Das Rohr wird in die richtige Position in der Kupplung gezogen, bis es die Verbindungshilfe erreicht oder den Mittenanschlag berührt. Anschließend wird Schelle A auf das nächste zu verbindende Rohr bewegt.

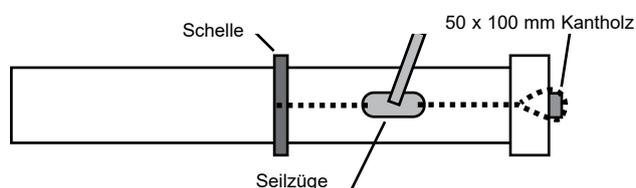


Abbildung 4-1-5 Anbringen der Kupplung am Rohr

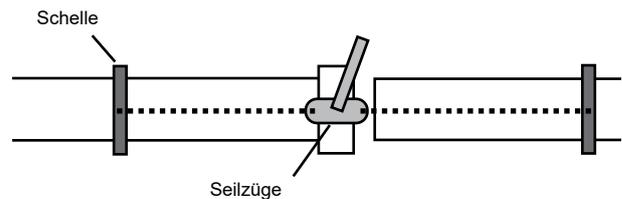


Abbildung 4-1-6 Verbinden von Rohren mit Schellen

Die Rohre können ebenfalls mit der Baggerschaufel oder einer Brechstange (bis DN 300) zusammengeführt werden. Die Spitzenden sind dabei gegen Beschädigung zu schützen. Die überschlägigen Montagekräfte können wie folgt berechnet werden:

Montagekräfte in Tonnen =  $(\text{DN in mm} / 1000) \times 2$

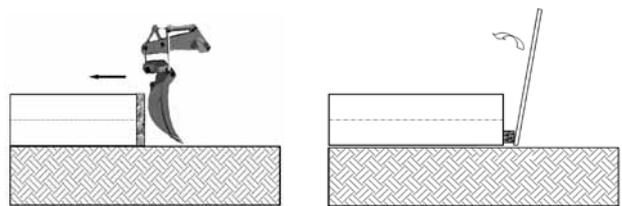


Abbildung 4-1-7 Montage mit Baggerschaufel oder mit Brechstange

## Abwinklung von FLOWTITE-Kupplungen

Die maximale Abwinklung beim Betrieb darf sowohl vertikal als auch horizontal an keiner Kupplung die in **Tabelle 4-1-1** aufgeführten Werte überschreiten.

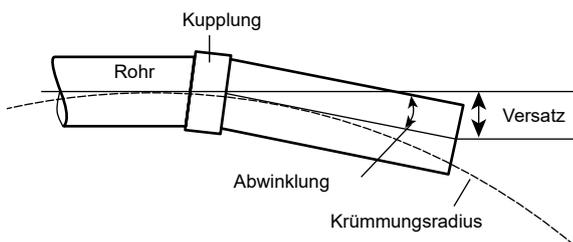
Das kann für allmähliche Änderungen in Leitungsrichtung genutzt werden. Dann sollten die Rohre in gerader Ausrichtung verbunden und anschließend nach Bedarf im Winkel abgelenkt werden. Die maximale Abwinklung und der entsprechende Krümmungsradius sind in **Tabelle 4-1-2** aufgeführt (Begriffsbestimmungen siehe **Abbildung 4-1-8**).

Nenn-durchmesser des Rohrs (mm)	Druck (PN) in bar			
	bis 16	20	25	32
DN ≤ 500	3,0	2,5	2,0	1,5
500 < DN ≤ 900	2,0	1,5	1,3	1,0
900 < DN ≤ 1800	1,0	0,8	0,5	0,5
DN > 1800	0,5	NA	NA	NA

Tabelle 4-1-1 Abwinklung in Grad von Doppelmuffen-kupplungen

Abwinklung in Grad	max. Versatz (mm)			Krümmungsradius (m)		
	Rohrlänge			Rohrlänge		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3.0	157	314	628	57	115	229
2.5	136	261	523	69	137	275
2.0	105	209	419	86	172	344
1.5	78	157	313	114	228	456
1.3	65	120	240	132	265	529
1.0	52	105	209	172	344	688
0.8	39	78	156	215	430	860
0.5	26	52	104	344	688	1376

Table 4-1-2 Versatz und Krümmungsradius



**Abbildung 4-1-8**  
**FLOWTITE-Doppelmuffenkupplung, Abwinklung**

**! Hinweis:** Obige Angaben dienen lediglich der Information. Die zulässige Mindestlänge ist eine Funktion des Nenndrucks, des Verfülltyps und der Verdichtung, sollte aber auf keinen Fall weniger als 3 m betragen.

Im Winkel abgelenkte Kupplungsverbindungen werden durch die Steifigkeit des Bodens um Rohr und Kupplung herum stabilisiert. Bei Druckleitungen (PN>1) sollten die im Winkel gedrehten Verbindungen mit mindestens 90 % Proctor-Verdichtung verfüllt werden.

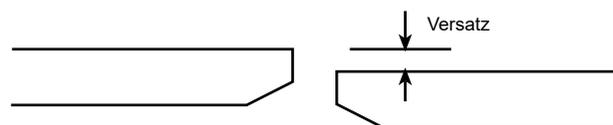
Kupplungsverbindungen mit vertikaler Winkeldrehung, bei der der Druck nach oben gerichtet ist, sollten bei Druckstufen von mindestens 16 bar bis zu einer Überdeckungshöhe von mindestens 1,2 m verfüllt werden.

**FLOWTITE-Kanalkupplung (FSC)**

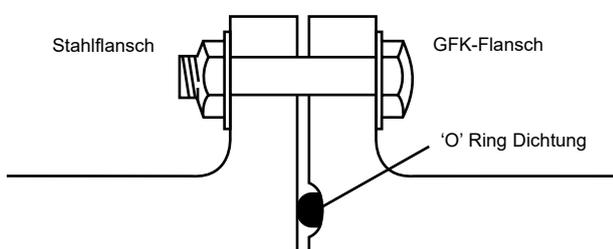
Für die FSC findet eine bereits werkseitig fest in die Kupplungsnut eingepresste Dichtung Verwendung. Damit entfallen die unter 4.1 beschriebenen Arbeitsschritte Reinigung der Nuten und Installieren der Dichtung. Alle anderen Arbeitsschritte und Anwendungsdaten sind identisch mit den unter 4.1 für die FLOWTITE-Druckkupplung ausgeführten Angaben.

**Rohrversatz**

Der maximal zulässige Versatz benachbarter Rohrenden beträgt 5 mm (**siehe Abbildung 4-1-9**). Es ist ratsam, den Versatz in der Nähe von Widerlagern, Bauwerken, Amaturen sowie an Reparaturstellen zu kontrollieren.



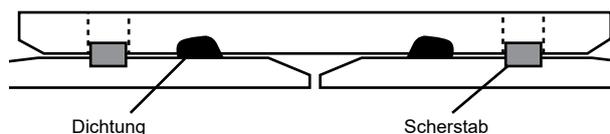
**Abbildung 4-1-9 Versatz**



**Abbildung 4-1-10 Flanschverbindung**

**4.2 Zugfeste Verbindungen (FBC)**

Die zugfeste FLOWTITE-Verbindung ist eine Doppelmuffe mit Gummidichtungen und Scherstäben zur Übertragung von Axialkräften von einem Rohrabschnitt zum anderen. Auf jeder Seite hat die Kupplungsmuffe eine Standardgummidichtung und ein Scherstab-Nut-System, durch das die Last über Druck- und Schubkraft übertragen wird. Im Rohrspitzende für zugfeste Verbindungen gibt es eine entsprechende Nut.



**Abbildung 4-2-1 Zugfeste FLOWTITE-Verbindung**

Die Verbindung wird nach einem ähnlichen Verfahren wie die FLOWTITE-Standarddruckkupplung hergestellt, nur dass es keinen Mittenanschlag gibt. Die oben beschriebenen Schritte 1 bis 6 sind zu befolgen. Für Schritt 7 wird das Rohr in Position gezogen, bis die Nut im Rohr durch die Öffnung in der Kupplung zu sehen ist. Anschließend wird der Scherstab mit einem Hammer in Position geschoben.

**4.3 Flanschverbindungen**

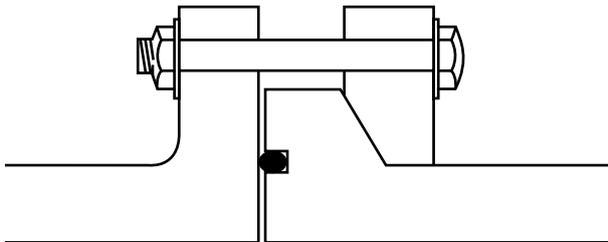
**Festflansch**

GFK-Flansche sollten wie nachfolgend beschrieben verbunden werden: (**Abbildung 4-1-10**)

- 1 Flanschfläche und O-Ring-Nut gründlich reinigen.
- 2 Darauf achten, dass die Dichtung sauber und unversehrt ist.
- 3 Dichtung in die Nut einsetzen.
- 4 Die zu verbindenden Flansche ausrichten.
- 5 Bolzen, Unterlegscheiben und Muttern einsetzen. Alle Kleinteile müssen sauber und geschmiert sein, damit die Befestigung ordnungsgemäß erfolgen kann. An allen GFK-Flanschen müssen Unterlegscheiben zum Einsatz kommen.
- 6 Mit einem Drehmomentschlüssel alle Bolzen auf ein Drehmoment von 35 Nm festziehen [20 Nm bei kleinem Durchmesser DN 250]. Dabei standardmäßige Abläufe zum Festziehen von Flanschbolzen befolgen.
- 7 Das Verfahren wiederholen. Nun das Bolzendrehmoment auf 70 erhöhen [35 Nm bei kleinem Durchmesser] oder bis sich die Flansche an ihren Innenrändern berühren. Dieses Drehmoment nicht überschreiten. Anderenfalls können die GFK-Flansche dauerhaft beschädigt werden.
- 8 Die Bolzendrehmomente nach einer Stunde überprüfen und ggf. auf 70 Nm (35 Nm bei kleinem Durchmesser) einstellen.

## Losflansch

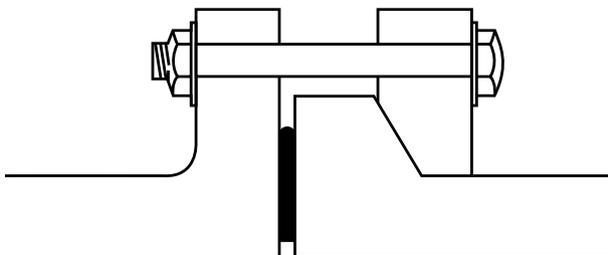
FLOWTITE-Rohre können auch mit Flanschen mit losem Ring geliefert werden. Der lose Ring kann gedreht und so problemlos auf die Bolzenlöcher im Gegenflansch ausgerichtet werden.



**Abbildung 4-3-1**  
**Losflansch mit O-Ring-Dichtung**

Der Flansch mit losem Ring kann für zwei Dichtungstypen hergestellt werden:

- 1 mit O-Ring-Dichtung (Nut in der Flanschfläche erforderlich, siehe **Abbildung 4-3-1**) und
- 2 mit O-Ring-Profildichtung mit Stahlring für flache Flanschflächen (keine Nut erforderlich) gemäß **Abbildung 4-3-2**.



**Abbildung 4-3-2**  
**Losflansch mit Profildichtung**

Das Verbindungsverfahren für beide Flanschtypen ist dasselbe und nachfolgend beschrieben.

- 1 Die zu verbindende Flanschfläche und ggf. die O-Ring-Nut gründlich reinigen.
- 2 Darauf achten, dass die zu verwendende Dichtung sauber und unversehrt ist. Keine mangelhaften Dichtungen verwenden.
- 3 Die Dichtung auf die Flanschfläche legen. Bei der O-Ring-Dichtung darauf achten, dass die Dichtung fest in die O-Ring-Nut gedrückt wird. Es ist ratsam, den O-Ring mit schmalen Bandstreifen oder Klebstoff zu befestigen.

- 4 Die zu verbindenden Flansche ausrichten.
- 5 Bolzen, Unterlegscheiben und Muttern einsetzen. Alle Kleinteile müssen sauber und geschmiert sein, damit die Befestigung ordnungsgemäß erfolgen kann. Es ist wichtig, dass die Gegenfläche zwischen Bolzenkopf/Unterlegscheiben und Ringplatte gut geschmiert ist, damit kein zu großes Drehmoment entsteht.
- 6 Mit einem Drehmomentschlüssel alle Bolzen auf das vorgeschriebene Drehmoment gemäß **Tabelle 4-3-1** festziehen. Dabei standardmäßige Abläufe zum Festziehen von Flanschbolzen befolgen.
- 7 Die Bolzendrehmomente nach einer Stunde überprüfen und ggf. auf das vorgegebene Bolzendrehmoment einstellen.

Dichtungstyp	PN	Max. Drehmoment Nm*)
O-Ring	6	50 x Rohr-AD (in m)
O-Ring	10	100 x Rohr-AD (in m)
O-Ring	16, 20	200 x Rohr-AD (in m)
O-Ring	25	125 x Rohr-AD (in m)
O-Profil mit integriert. Ring	6	45 x Rohr-AD (in m)
O-Profil mit integriert. Ring	10	75 x Rohr-AD (in m)
O-Profil mit integriert. Ring	16, 20	90 x Rohr-AD (in m)
O-Profil mit integriert. Ring	25	135 x Rohr-AD (in m)

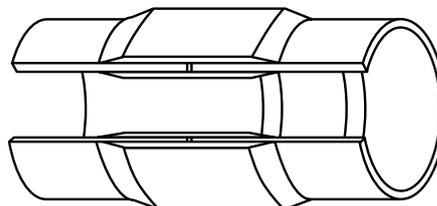
\*) Ausgehend von Standardflanschmaßen gemäß ISO 7005

**Tabelle 4-3-1**  
**Drehmomenteinstellungen für Losflansche**

- !** **Hinweis:** Beim Anschließen von zwei GFK-Flanschen mit einer O-Ring-Dichtung sollte nur eine Flanschfläche eine Dichtungsnut haben.

## 4.4 Laminatverbindungen

Diese Art von Verbindung besteht aus Glasfaserverstärkungen, die mit Polyesterharz imprägniert sind. Sie setzt spezielle Konstruktionen, saubere und kontrollierte Bedingungen und geschultes Fachpersonal voraus. Wenn diese Art der Verbindung erforderlich ist, werden besondere Hinweise gegeben (siehe **Abbildung 4-4-3**).



**Abbildung 4-4-1 Laminatverbindung**

## 4.5 Andere Verbindungsmethoden

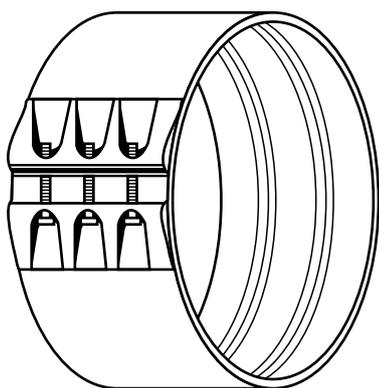
### Flexible Stahlkupplungen

(Straub, TeeKay, Arpol usw. – s. **Abbildung 4-5-1**).

Beim Anschließen von FLOWTITE-Rohren an andere Rohrmaterialien mit anderen Außendurchmessern zählen flexible Stahlkupplungen zu den bevorzugten Verbindungsmethoden. Diese Kupplungen bestehen aus einem Stahlmantel innen mit Dichtungsbuchse aus Gummi. Mit ihnen können auch FLOWTITE-Rohrabschnitte miteinander verbunden werden, z. B. bei einer Reparatur.

Handelsüblich sind drei Arten:

- 1 Beschichteter Stahlmantel
- 2 Edelstahlmantel
- 3 Feuerverzinkter Stahlmantel



**Abbildung 4-5-1 Flexible Stahlkupplung**

Die Begrenzung des Bolzendrehmoments flexibler Stahlkupplungen ist wichtig. Nicht zu fest anziehen, weil dadurch die Bolzen oder das Rohr überbeansprucht werden können. Befolgen Sie die vom Kupplungshersteller empfohlene Montageanweisung, allerdings mit den vom Rohrlieferanten empfohlenen Grenzwerten für das Bolzendrehmoment.

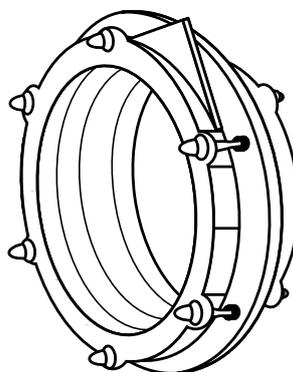
### Mechanische Stahlkupplungen

(Viking Johnson, Helden, Kamflex usw., s. **Abbildung 4-5-2**)

Mechanische Kupplungen werden mit Erfolg zum Verbinden von Rohren aus unterschiedlichen Werkstoffen und mit unterschiedlichen Durchmessern sowie zum Anpassen an Flanschauslässe eingesetzt. Diese Kupplungen gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen (Bolzengröße, Anzahl der Bolzen, Ausführung der Dichtungen). Große Unterschiede gibt es auch bei den Durchmessertoleranzen anderer Werkstoffe, was häufig zu einem größeren Bolzendrehmoment als

nötig führt, damit auf der FLOWTITE-Seite eine ordentliche Dichtung erreicht wird.

Folglich können wir den Einsatz mechanischer Kupplungen bei FLOWTITE-Rohren nicht generell empfehlen. Wenn zum Verbinden eines FLOWTITE-Rohres mit einem Rohr aus einem anderen Material eine mechanische Kupplung verwendet wird, sollten ausschließlich mechanische Kupplungen mit doppelt unabhängigem Bolzensystem verwendet werden (**Abbildung 4-5-2**). So kann auf der FLOWTITE-Seite gesondert festgezogen werden, was in der Regel ein geringeres Drehmoment als vom Kupplungshersteller empfohlen erfordert.



**Abbildung 4-5-2 Mechanische Kupplung**

Wenn bei einem Projekt der Einsatz mechanischer Kupplungen in Betracht gezogen wird, sollte der lokale Lieferant der FLOWTITE-Rohre zu Rate gezogen werden. Seien Sie darauf vorbereitet, Informationen über eine konkrete Konstruktion (Marke und Modell) zu geben. Der Rohrlieferant kann dann sagen, unter welchen Bedingungen diese Konstruktion ggf. für FLOWTITE-Rohre geeignet sein könnte.

### Korrosionsschutz

Ungeachtet des auf den Stahlmantel aufgetragenen Korrosionsschutzes muss auch der Rest der Kupplung vor Korrosion geschützt werden. Das beinhaltet in der Regel das Aufziehen eines Schlauchs aus Schumpfpolyethylen über die installierte Kupplung.

### GFK-Adapter

Mit der FLOWTITE-Kupplung können FLOWTITE-Rohre mit Rohren aus anderen Materialien, aber mit demselben Außendurchmesser (AD) verbunden werden (**Tabelle 6-1-1**), sofern es sich nicht um Druckanwendungen handelt. Bei höheren Druckwerten wenden Sie sich bitte an den Hersteller. Zum Verbinden von GFK-Rohren mit anderen Werkstoffen oder anderen Durchmessern können spezielle GFK-Adapter oder Stufenkupplungen verwendet werden. Fragen Sie den Hersteller.

## 5 Widerlager, Betonumhüllung und Verbindung mit starren Bauwerken

Wenn die Rohrleitung unter Druck steht, kommt es an Bögen, Reduzierungen, T-Stücken, Abzweigungen, Endverschlüssen und anderen Änderungen der Leitungsrichtung zu unsymmetrischen Druckkräften. Damit sich die Verbindung nicht löst, müssen diese Kräfte gedämpft werden. In der Regel geschieht dies am günstigsten durch Einsatz von Widerlagern oder alternativ durch direkte Kraftübertragung zwischen Rohr und Boden.

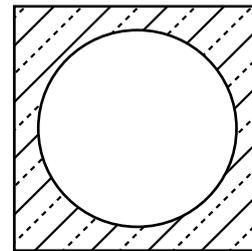
Direkte Kraftübertragung wird durch zugfeste Verbindungen mit speziellen Rohren, die Axialkräfte übertragen, erreicht. Die mitgelieferten Formstücke sind für eine zugfeste Verlegung bestimmt. Wenn die zu sichernde Länge bestimmt wird, kann von einem Reibungsfaktor 0,5 zwischen FLOWTITE-Rohr und kohäsionslosen Erdstoffen ausgegangen werden.

Die Bestimmung von Bedarf, Konstruktion und Ausmaß der Stahlbewehrung von Betonkonstruktionen ist Aufgabe des Planungsingenieurs. FLOWTITE-Formstücke sind so konstruiert, dass sie den Innendruck komplett aushalten und die Betonkonstruktion ihre Form stützt und die Last überträgt. Da die Ausdehnung der unter Druck stehenden Formstücke in der Regel größer ist, als die Zugfestigkeit des Betons aushalten würde, sollten Stahlbewehrungen zur Kontrolle von Rissbreiten in Erwägung gezogen werden. Außerdem gelten folgende Bedingungen:

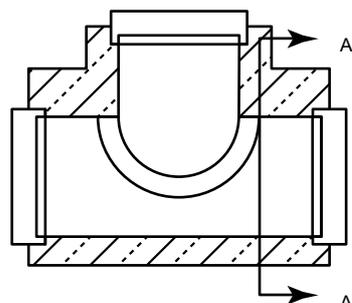
### Widerlager

Widerlager müssen die Verschiebung der Formstücke im Verhältnis zum benachbarten Rohr begrenzen, damit die Dichtigkeit der FLOWTITE-Kupplungsverbindung erhalten bleibt. Die sich ergebende Richtungsänderung muss unter den in **Tabelle 4-1-1** aufgeführten Werten liegen. Weitere Einzelheiten zu Rohrverlegung und Anlagenanordnung siehe Abschnitt 5.1 und 5.2 [→](#).

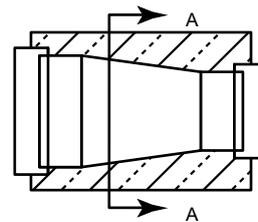
Bei einem Betriebsdruck über 10 bar ( $PN > 10$ ) muss der Block das Formstück vollständig umschließen. Bei geringeren Druckwerten können spezielle Formstücke geliefert werden, die eine teilweise Umhüllung gestatten. Der Block sollte entweder gegen Mutterboden gesetzt werden oder aber mit Rohrzonematerial verfüllt werden, das unter Berücksichtigung der Festigkeit und Steifigkeit des Naturbodens ausgewählt und verdichtet wird.



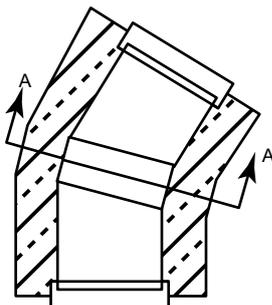
Schnitt A-A



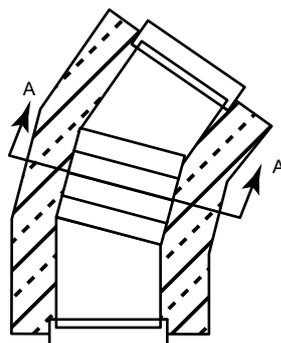
T-Stück



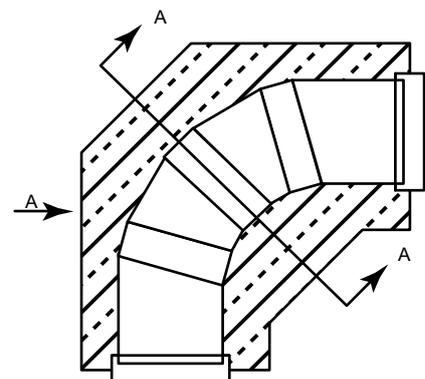
Reduktion



Bogen 0-30°



Bogen 31-60°



Bogen 61-90°

Abbildung 5-1 Widerlager

Widerlager werden für folgende Formstücke benötigt, wenn der Leitungsdruck 1 bar (100 kPa) überschreitet:

- 1 Alle Bögen, Reduzierungen, Endverschlüsse und Blindflansche.
- 2 T-Stücke, wenn der Abzweig zur Mittellinie der Hauptleitung konzentrisch ist.

Konzentrische Mannlöcher (blindgeflossenes T-Stück), Ablässe und Entlüftungen, die bei Betrieb keine unsymmetrischen Kräfte erzeugen, brauchen nicht umhüllt zu werden, benötigen aber zugfeste Abzweigungen und Amaturen.

**! Hinweis:** Die dargestellten Widerlagerformen dienen der Veranschaulichung. Die genaue Form hängt von den Konstruktions- und Projektvorgaben ab.

### Amaturen

Amaturen müssen hinreichend verankert sein, um den Druckanteil absorbieren zu können. Ausführlichere Informationen über Amaturen und Bauwerke finden sich in Abschnitt 8.

### Nozzle

Nozzle sind T-Abzweigungen, die alle nachfolgend aufgeführten Kriterien erfüllen:

- 1 Nozzledurchmesser  $\leq 300$  mm.
  - 2 Hauptleitungsdurchmesser  $\geq 3$ fache des Nozzledurchmesser.
- ! Hinweis:** Nozzleanschlüsse brauchen nicht einbetoniert zu werden.

## 5.1 Betonumhüllung

Wenn Rohre (oder Formstücke) einbetoniert werden müssen (wie für Widerlager, Spannungsblöcke oder zum Tragen ungewöhnlicher Lasten), müssen bestimmte Ergänzungen zur Verlegungsanleitung beachtet werden.

DN	Höchstabstand (m)
< 200	1.5
200 – 400	2.5
500 – 600	4.0
700 – 900	5.0
$\geq 1000$	6.0

Tabelle 5-1-1 Maximaler Laschenabstand

### Rohrverankerung

Beim Einbringen des Betons wird das leere Rohr oder das Formstück großen Auftriebskräften (Flotationskräften) ausgesetzt. Das Rohr muss gegen Bewegungen, die durch diese Lasten ausgelöst werden könnten, gesichert werden. Das geschieht in der Regel, indem das Rohr mit Laschen an einer Fundamentplatte oder einem anderen Anker befestigt wird. Die Laschen sollten aus flachem Material mit einer Breite von mindestens 25 mm bestehen und fest genug sein, um die Auftriebs-/Flotationskräfte auszuhalten. Pro Abschnitt sind mindestens zwei Laschen vorzusehen und der Höchstabstand zwischen den Laschen muss den Angaben in **Tabelle 5-1-1** entsprechen. Die Laschen sollten so befestigt sein, dass das Rohr nicht gehoben wird, nicht aber so fest, dass es zu zusätzlicher Rohrverformung kommt (siehe **Abb.5-1-1** →).

### Stützung des Rohrs

Das Rohr sollte so gestützt werden, dass der Beton ungehindert komplett um und unter das Rohr fließen kann. Außerdem sollten die Stützen zu einer annehmbaren Rohrform führen (weniger als 3 % Verformung und keine Ausbeulungen oder flachen Bereiche).

### Einbringen des Betons

Der Beton muss lagenweise eingebracht werden. Zwischen den einzelnen Lagen muss genügend Zeit vorgesehen werden, damit der Zement abbindet und keine Auftriebskräfte mehr ausübt. Die maximalen Hubhöhen als Funktion der Steifigkeitsklasse sind in **Tabelle 5-1-2** aufgeführt.

Die maximale Lagenstärke ist die maximale Betontiefe, die bei einer bestimmten Nennsteifigkeitsklasse zu einem Zeitpunkt gegossen werden kann.

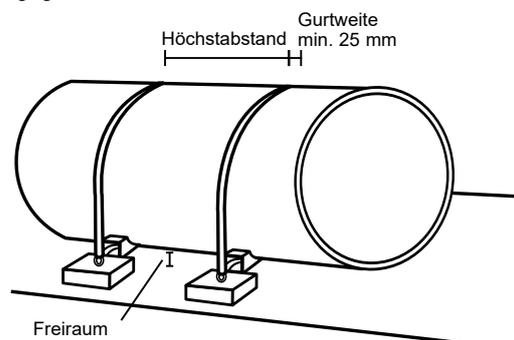


Abbildung 5-1-1 Rohrverankerung – Maximaler Laschenabstand siehe Tabelle 5-1-1

SN	Maximale Lagenstärke
2500	über 0,3 m oder DN/4
5000	über 0,45 m oder DN/3
10000	über 0,6 m oder DN/2

Tabelle 5-1-2 Maximale Lagenstärke

## 5.2 Verbindung mit starren Bauwerken

In einem Rohr, das sich in Bezug auf eine starres Bauwerk stark bewegt, kann es zu starken Biege- und Schubspannungen kommen. Situationen, in denen dies möglich ist, sind Rohrdurchführungen durch eine Mauer (z. B. Bauwerk oder Mannloch), Einbetonierungen (z. B. Widerlager) oder Flanschverbindungen mit einer Pumpe, einem Ventil oder einer anderen Konstruktion.

Bei allen Verbindungen mit starren Bauwerken muss der Bauausführende Maßnahmen ergreifen, um die Entwicklung von stark unsteten Spannungen im Rohr zu verhindern. Bei der Verlegung müssen Richtungsänderung und Versatz an Verbindungsstellen in der Nähe von Widerlagern ausgeschlossen werden. Es gibt zwei Möglichkeiten. Bei der (bevorzugten) Standardmöglichkeit wird eine Kupplungsverbindung genutzt, die in die Schnittstelle Beton-Rohr gegossen wird. Bei der anderen Möglichkeit wird das Rohr zur Erleichterung des Übergangs in Gummi gefüllt.

### Standard

Wenn es möglich ist, sollte an der Schnittstelle eine Kupplungsverbindung so einbetoniert werden (**Abbildung 5-2-1**), dass das erste Rohr außerhalb des Betons völlige Bewegungsfreiheit hat (innerhalb der Grenzen der Verbindung). Bei PN über 16 sollte diese Standardmethode angewandt werden und die Länge des kurzen Rohres dem in **Abbildung 5-2-1** ausgewiesenen Höchstwert entsprechen.

**! Achtung:** Beim Einbetonieren einer Kupplung darauf achten, dass sie rund bleibt, damit spätere Verbindungen problemlos hergestellt werden können. Anderenfalls die Verbindung vor dem Betonieren herstellen.

**! Achtung:** Da die einbetonierte Kupplung starr ist, ist es sehr wichtig, die vertikale Verformung und Verformung des Nachbarrohres auf ein Minimum zu reduzieren.

### Alternative

Wo die Standardmethode nicht angewandt werden kann, vor dem Betonieren ein oder mehrere Gummibänder (**Abbildung 5-2-2, Abbildung 5-2-3** und **Tabelle 5-2-1**) so um das Rohr wickeln, dass das Gummi leicht aus dem Beton herausragt (25 mm). Die Rohrleitung so anordnen, dass sich die erste frei liegende Kupplungsverbindung an der in **Abbildung 5-2-2** dargestellten Stelle befindet. Bei PN über 16 ist diese alternative Methode nicht ratsam.

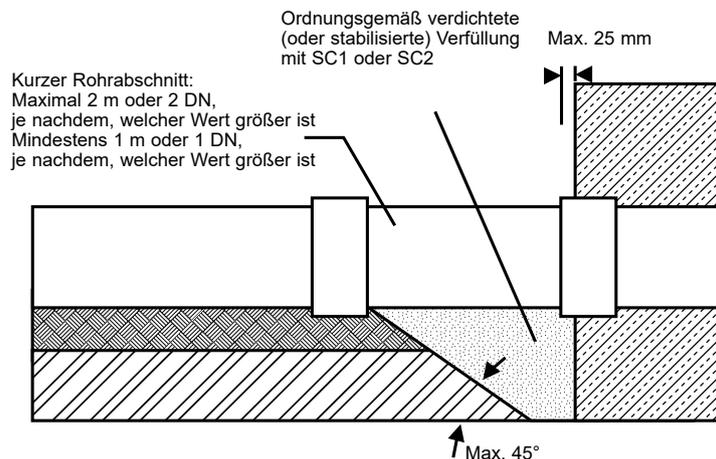
### Baurichtlinien

**1** Beim Projektieren der Betonkonstruktion sollte daran gedacht werden, dass eine zu starke Absenkung der Konstruktion im Verhältnis zum Rohr Ursache für einen Rohrausfall sein kann.

**2** Man hat herausgefunden, dass durch Einfügung eines kurzen Rohrabschnitts (Gelenkstück) nahe der starren Verbindung Absenkungen ganz gut ausgeglichen werden können (siehe **Abbildung 5-2-2**). Die Mindestlänge dieses kurzen Rohrabschnitts sollte ein DN oder 1 m, die maximale Länge zwei DN oder 2 m betragen, je nachdem, welcher Wert jeweils höher ist. Bei Rohren mit kleinem Durchmesser (DN < 250 mm) beträgt die Länge des kurzen Stücks 300 bis 500 mm.

Dieses Gelenkstück dient zum Ausgleich gewisser möglicher Absenkungen und sollte zum Zeitpunkt der Verlegung gerade mit der Betonkonstruktion ausgerichtet werden, damit bei späteren Bewegungen maximale Flexibilität besteht.

Da der geringe Abstand zwischen den Kupplungen zu instabilen Bedingungen führen kann, sollte auf mehrere kurze Rohrabschnitte oder Gelenkstücke verzichtet werden. Versetzungsprobleme sollten behoben werden, indem die gesamten Rohrabschnitte, die zu dem Gelenkstück führen, erneut eingebettet werden.



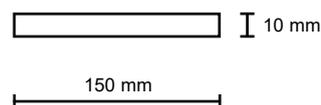
**Abbildung 5-2-1 Standardverbindung – Kupplung einbetoniert**

Durchmesser	SN 2500 Druck in bar					SN 5000 und größer
	1-3	6	9-10	12	15-16	Alle Drücke
100 - 250	-	-	-	-	-	A
300 - 700	A	A	A	A	A	A
800 - 900	C	C	C	C	C	A
1000 - 1200	C	C	C	C	C	C
1300 - 1400	C	C	C	C	-	C
1500 - 1600	C	C	C	-	-	C
1800 - 2000	C	C	-	-	-	C
2200 - 2400	C	-	-	-	-	C

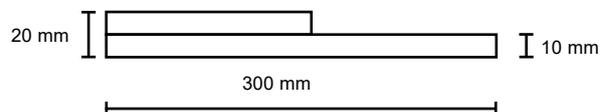
**Tabelle 5-2-1 Konfiguration der Gummibänder**

**3** Es ist darauf zu achten, dass die Verfüllung neben der Betonkonstruktion ersetzt und ordnungsgemäß verdichtet wird. Betonkonstruktionen erfordern häufig stärkere Ausschachtungen für Schalungen usw. Dieses zusätzlich ausgehobene Material muss wieder auf eine Dichte gebracht werden, die mit der Umgebung verträglich ist, damit es nicht zu übermäßiger Verformung oder Drehung der Verbindung neben der Konstruktion kommt. Verfüllmaterial vom Typ SC1 oder SC2, das auf 90 % Proctor-Dichte verdichtet worden ist, sollte an der Schnittstelle mit der starren Konstruktion bis auf 60 % des Rohrdurchmessers gebracht (siehe **Abbildung 5-2-2 und Abbildung 5-2-3**) und allmählich verkleinert werden. Für diesen Zweck kann auch stabilisiertes Verfüllmaterial (Zement) verwendet werden.

**Typ A:**



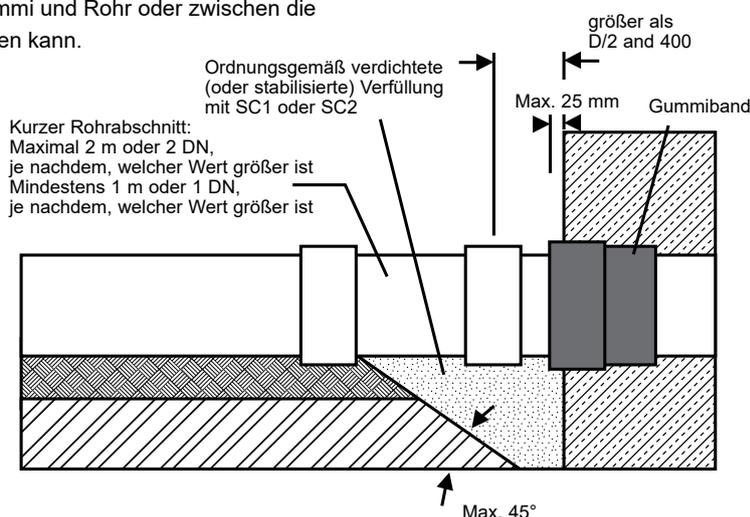
**Typ C:**



**Abbildung 5-2-3 Gummibandmaße – Gummi mit 50 Shore A**

**Anbringen der Gummibänder**

- 1** Position siehe **Abbildung 5-2-2** und **5-2-3**.
- 2** Alle Nähte und Ränder mit Band umwickeln, damit kein Zement zwischen Gummi und Rohr oder zwischen die Gummibänder gelangen kann.

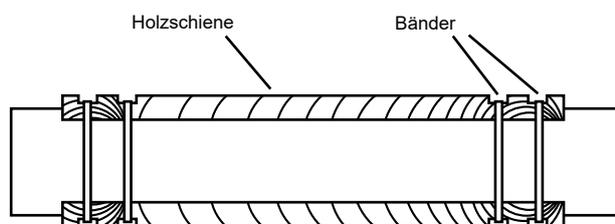


**Abbildung 5-2-2 Alternative Verbindung – Gummiband einbetoniert**

## 5.3 Tunnel

Werden FLOWTITE-Standardrohre (nicht außenbündige Kupplung) in einem Tunnel verlegt, sollten die nachfolgend genannten Vorsichtsmaßnahmen berücksichtigt werden.

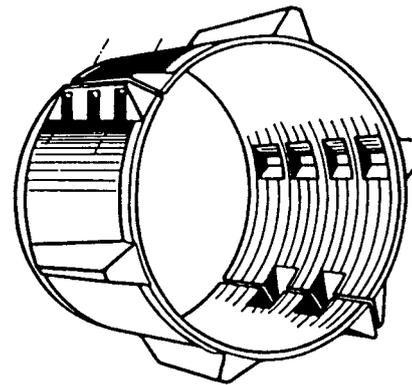
- 1** Die Rohre können durch Ziehen oder Schieben im Tunnel gelegt werden. Zur Berechnung der maximalen Einschublängen/-kräfte wenden Sie sich bitte an den Rohrerhersteller.
- 2** Die Rohre sollten bezüglich eines einfachen Einschubens und dem Schutz vor Beschädigung mit Kunststoffabstandshaltern, Blechhülsen oder Holzschienen (wie in **Abbildung 5-3-1 und 5-3-2** dargestellt) ausgerüstet werden. Die Höhe muss für ausreichend Abstand zwischen den Kupplungsverbindungen und der Tunnelwand sorgen.
- 3** Durch Verwendung eines Gleitmittels zwischen den Schienen und der Tunnelwand wird das Verlegen im Tunnel deutlich erleichtert. Kein Gleitmittel auf Erdölbasis verwenden. Es könnte bestimmte Dichtungen beschädigen.
- 4** Der ringförmige Raum zwischen Tunnel und Rohr kann mit Sand, Kies oder Zementmörtel gefüllt werden. Insbesondere beim Einpressen muss darauf geachtet werden, dass das Rohr bei diesem Schritt nicht überbeansprucht oder zusammengedrückt wird. Der maximale Dämmertdruck ist in **Tabelle 5-3-1** aufgeführt.



**Abbildung 5-3-1** Typische Anordnung

**!** **Hinweis:** Das Rohr nicht so verkeilen oder festklammern, dass auf das Rohr Einzel- oder Punktlasten wirken können. Befragen Sie vor diesem Schritt den Lieferanten zur Eignung der gewählten Methode.

**!** **Hinweis:** Wenn der ringförmige Raum nicht ausgegossen ist und das Rohr Unterdruck ausgesetzt wird, muss die Kombination aus Rohrsteifigkeit und Verlegung die Last aushalten können. Wenden Sie sich zwecks Beratung an den Lieferanten.



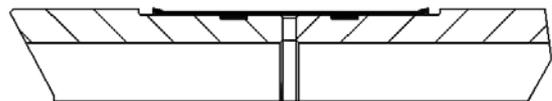
**Abbildung 5-3-2** Typische Gleitkufe

SN	Maximaler Dämmertdruck (bar)
2500	0,35
5000	0,70
10000	1,35

**Tabelle 5-3-1**

**Maximaler Dämmertdruck (Rohrsohle) ohne Innenstützen**

Ebenso können Rohrsysteme mit außenbündiger Kupplung eingesetzt werden.



**Abbildung 5-3-3** Außenbündige Kupplung

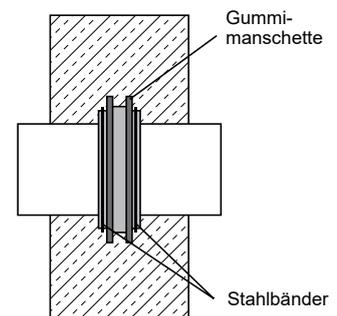
## 5.4 Verbindungen zu Betonwänden

Wenn ein Rohr durch eine Betonwand durchgeführt werden muss, müssen besondere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, damit das System durchgängig dicht ist.

Die Verbindungssysteme sind in zwei Kategorien unterteilt:

**1** Vor Ort hergestellt

**2** Vorgefertigt



**Abbildung 5-3-4** Kunststoffkragen

### Vor Ort hergestellt

Eine Verbindung vor Ort herstellen heißt, den Beton direkt an Ort und Stelle zu gießen.

Für diesen Fall hat der Markt Gummimanschetten entwickelt, die vor dem Betonieren an den Rohrenden angebracht werden. Die Gummimanschette wird zunächst mit Edelstahlbändern am Rohr befestigt und anschließend einbetoniert. Durch die Form wird zwischen Beton und Rohr eine wasserundurchlässige Dichtung erreicht (**Abbildung 5-3-4**).

**! Hinweis:** Die Wassersperrmanschette ist kein lasttragender Anker.

Die empfohlene Montageanleitung für diese Manschette ist wie folgt:

- 1** Am Ende des FLOWTITE-Rohrs markieren, wo sich die Gummimanschette befinden soll, sowie das Ausmaß der Betonaußenwand. Die Manschette sollte sich am Mittelpunkt der fertigen Betonwand befinden.
- 2** Die gesamte Rohraußenfläche, die mit dem Beton in Kontakt kommt, reinigen – insbesondere unter dem Bereich, wo die Manschette angebracht wird. Etwaige tiefe Rillen sollten glattgeschliffen werden, um eine bessere Dichtung für die Gummimanschette zu erreichen.
- 3** Die Gummimanschette über das Rohrende schieben. Darauf achten, dass sich die Manschette auch wirklich in der Mitte der Betonwand befindet.
- 4** Die Manschette mit den Edelstahlbänder festpressen und fixieren. Zur weiteren Verbesserung der Dichtung ist es generell ratsam, an der direkten Kontaktstelle mit der Manschette Feinbeton (d. h. keine groben Zuschlagstoffe) zu verwenden.  
Die Manschetten können entweder für das Rohr oder die FLOWTITE-Kupplung verwendet werden. Wenn eine flexible Verbindung hergestellt werden soll, ist es ratsam, die FLOWTITE-Kupplung zu verwenden und die Manschette direkt über der FLOWTITE-Kupplung anzubringen.

### Vorgefertigt

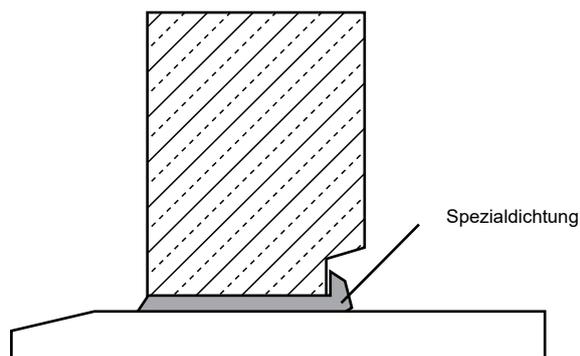
Vorgefertigte Verbindungen werden außerhalb der Baustelle hergestellt und installiert, wenn der Beton erstarrt ist. Die Ein- und Auslasslöcher müssen vom Fertigteilerhersteller so bemessen werden, dass sie zum Zeitpunkt der Erstfertigung zum FLOWTITE-Rohr passen. Nun geht es darum, zwischen der Außenwand des FLOWTITE-Rohrs und dem maßmäßig vorbestimmten Loch in der Betonmauer eine wasserundurchlässige Dichtung herzustellen.

Es gibt Hersteller, die Spezialdichtungen produzieren, die für Anschlüsse eines Rohres bestimmt sind, das durch eine Betonwand geführt wird. Das Produkt ist für alle Durchmesser der FLOWTITE-Rohre erhältlich. Die Dichtungen werden wie in **Abbildung 5-3-5** dargestellt, in das Betonloch eingebaut.

Das Loch durch die Wand kann auf zweierlei Weise hergestellt werden:

- 1** Mit einem Lochschneider mit Diamantspitze – nur bei kleinem Durchmesser praktisch.
- 2** Mit einer zylindrischen Form mit dem entsprechenden Außendurchmesser bei Herstellung des Loches bzw. einer GFK-Hülse.

Die Dichtung wird durch Druck in ihrer Position gehalten. Die Abdichtung erfolgt durch Druck/Verformung der Lippen.



**Abbildung 5-3-5 Spezialdichtung in Betonmauer**

# 6 Anpassungen vor Ort

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Anh.

## 6.1 Längenanpassung

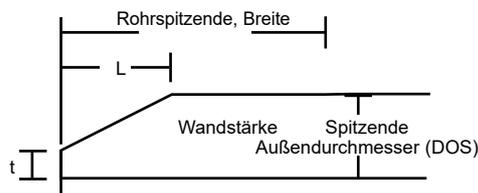
Ein Großteil der von FLOWTITE-Herstellern gelieferten Rohre hat den Außendurchmesser innerhalb des Toleranzbereichs der kalibrierten Spitzenden (**Tabelle 6-1-1**). Diese Rohre sind als schnittfähige Rohre o. ä. gekennzeichnet. Das nachfolgend beschriebene Verfahren hilft bei der ordnungsgemäßen Längenanpassung:

- 1** Kontrollieren, ob der Rohrdurchmesser innerhalb des Toleranzbereichs der Spitzenden liegt.
- 2** Die benötigte Länge bestimmen und auf dem betreffenden Rohr einen Schnitt markieren.
- 3** Das Rohr an der betreffenden Stelle mit einer Kreissäge mit diamantbesetztem Sägeblatt abschneiden. Ordnungsgemäßen Augen-, Ohren- und Staubschutz verwenden. Wenden Sie sich zwecks Empfehlungen an den Rohrlieferanten.
- 4** Die Fläche im Verbindungsbereich reinigen, etwaige raue Stellen mit Sandpapier glätten und das Rohrende zur Erleichterung der Montage mit einem Schleifer konisch schleifen (siehe **Abbildung 6-1-1**). Weiteres Schleifen ist nicht erforderlich.

Durchmesser Series	DN (mm)	Minimum DOS (mm)	Maximum DOS (mm)	Spitzende Breite (mm)	L (mm)
B2	100	115.5	116.0	110.0	3
B2	150	167.5	168.0	110.0	4
B2	200	220.0	220.5	110.0	4
B2	250	271.6	272.1	110.0	6
B2	300	323.4	324.5	130.0	6
B2	350	375.4	376.4	130.0	8
B2	400	426.3	427.3	130.0	10
B2	500	529.1	530.1	130.0	14
B1	600	616.0	617.0	160.0	17
B1	700	718.0	719.0	160.0	20
B1	800	820.0	821.0	160.0	20
B1	900	922.0	923.0	160.0	20
B1	1000	1024.0	1025.0	160.0	20
B1	1200	1228.0	1229.0	160.0	20
B1	1400	1432.0	1433.0	160.0	20
B1	1600	1636.0	1637.0	160.0	20
B1	1800	1840.0	1841.0	160.0	20
B1	2000	2044.0	2045.0	160.0	20
B1	2400	2452.0	2453.0	160.0	20
B1	2600	2656.0	2657.0	160.0	20
B1	2800	2860.0	2861.0	160.0	20
B1	3000	3064.0	3065.0	160.0	20

**Tabelle 6-1-1 Spitzende-Maße und -Toleranzen**

- !** **Hinweis:** Serie B2 passt zu Kugelgraphitgusseisen, Serie B1 zu GFK. In einigen Ländern ist Kugelgraphitgusseisen (B2) nicht gebräuchlich.



**Abbildung 6-1-1 Rohrspitzende- und Fasenmaße für Kupplungsverbindungen**

- !** **Hinweis:** Bei Feldschnitten sind die Spitzendenbreiten zu verdoppeln.

Die Konstruktion der Rohre erfordert nach einem Zuschnitt vor Ort keine Versiegelung der Spitzenden. Wenn nationale Vorschriften eine Versiegelung, z.B. aus Gründen des Arbeitsschutzes erfordern, so ist diesen Folge zu leisten.

- !** **Hinweis:** Wichtig ist in diesem Zusammenhang das korrekte Fasen und das Brechen der Innenkante eines schnittfähigen Rohres nach einem Zuschnitt vor Ort.

## 6.2 Überschieben von FLOWTITE-Kupplungen

FLOWTITE-Kupplungen können zum Reparieren vor Ort eingesetzt werden. Die Mindestlänge des Passstückes sollte 1m betragen. Darüber hinaus sollte sich das Passstück nicht neben einem Gelenkstück, d. h. dem kurzen Rohrabschnitt, der neben starren Konstruktionen Flexibilität bieten soll, befinden (siehe **Abbildung 5-2-1** →).

### Verfahren

Den Abstand zwischen den Rohrenden messen, wo das Passstück eingesetzt werden soll. Das Passstück sollte 10 bis 20 mm kürzer sein als die abgemessene Länge. Je schmaler der Spalt, umso einfacher ist es, den Verschluss herzustellen.

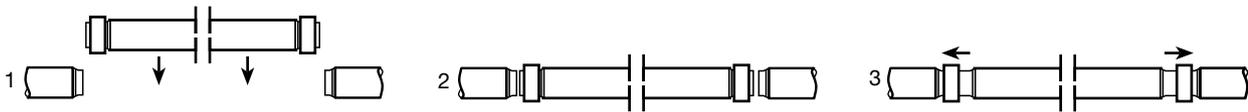


Abbildung 6-2-1 Montage des Passstückes

### Wählen des Rohrs

Ein Rohr wählen, das innerhalb der Durchmessertoleranzen der Spitzenden liegt. Diese Rohre haben über die gesamte Rohrlänge den erforderlichen Spitzenden-Außendurchmesser zum Verbinden. Möglichst ein Rohr wählen, dessen Außendurchmesser am unteren Ende des Spitzenden-Bereichs liegt (siehe **Tabelle 6-1-1**).

### Vorbereiten des Rohres

Die erforderliche Rohrlänge markieren und im rechten Winkel zur Rohrachse einen Schnitt herstellen. Mit einem Schleifwerkzeug am Rohrende eine 20°-Fase herstellen und die Ecken abrunden.

Darauf achten, dass die Restdicke am Spitze des Rohrs die Hälfte der Rohrdicke nicht unterschreitet. Außerdem ist wichtig, eine Mindestfasenlänge L zu haben, um das Rohrende zu führen, ohne dass die Dichtung beschädigt wird. Die in **Tabelle 6-1-1** empfohlenen Längen einhalten. Nach dem Abschärfen etwaige scharfe Ecken auf der Rohroberfläche, die durch das Zuschneiden entstanden sein können, mit Sandpapier beseitigen. Raue Stellen am Spitze glätten.

**! Hinweis:** Die Spitze-Breite muss mindestens mit der Kupplungsbreite übereinstimmen. Das ist das Zweifache der in **Tabelle 6-1-1** aufgeführten Werte.

Bitte darauf achten, dass die Oberfläche keine Rillen aufweist und dass der Spitze-Außendurchmesser innerhalb der in **Tabelle 6-1-1** aufgeführten Grenzen liegt.

### Montage

- 1 Zwei Kupplungen wählen, die Mittenanschlüge entfernen und die Dichtungen an Ort und Stelle lassen. Die Kupplungen ggf. reinigen. Damit die Dichtung uneingeschränkt verformt werden kann, darf sich in der Dichtungsnut kein Schmutz befinden.
- 2 Gründlich schmieren, auch zwischen den Lippen.
- 3 Auch die sauberen Spitzenden der Verschlussrohre mit einer dünnen durchgehenden Gleitmittelschicht versehen. Die abgeschragten Flächen nicht vergessen. Eine Kupplung im rechten Winkel so auf das Ende des Verschlussrohres legen, dass die Dichtung über ihren gesamten Umfang in Kontakt ist.
- 4 Die Kupplung gleichmäßig auf das Verschlussrohr schieben oder ziehen, bis die gesamte Kupplung auf dem Spitzeende liegt. Es kann notwendig sein, den zweiten Ring vorsichtig über das abgeschragte Ende der Rohre zu führen. Den Vorgang am anderen Ende mit der zweiten Kupplung wiederholen.

- 5 Auf den Spitze des Nachbarrohrs Verbindungshilfen markieren, um die gleichmäßige Rückwärtsbewegung der Kupplung zu kontrollieren. Die Lage der Verbindungshilfe wird wie folgt berechnet:

$$HL = (Wc - Wg) / 2$$

HL – Verbindungshilfe

Wc – Breite der Kupplung

Wg – Breite des Spalts zwischen Verschlussrohr und Nachbarrohr (gemessen).

- 6 Das Passstück mit den Nachbarrohren ausgerichtet und mit gleichem Abstand auf beiden Seiten in den Graben legen. Winkel oder Schräglagen erschweren den Montagevorgang.
- 7 Die Spitzenden der Nachbarrohre reinigen und mit einer gleichmäßigen, dünnen Schicht schmieren. Mit Spezialwerkzeugen die Kupplung bis zur Verschlussstellung zurückziehen (zwecks Informationen über die Werkzeuge wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten). Es ist ratsam, die Kupplungen gleichzeitig über beide Seiten zu ziehen, das Passstück zentriert zu halten und den Kontakt des Rohrendes auf ein Minimum zu reduzieren. Nicht weiter ziehen, wenn der Kupplungsrand die Verbindungshilfe berührt. Bei Rohren, deren Größe das Einsteigen von Personen gestatten, kann es vorteilhaft sein, wenn eine Person im Rohr den Montagevorgang überwacht.

- 8 Die Verdichtung der Verfüllung um ein vor Ort verlegtes Passstück ist äußerst wichtig und sollte mindestens 90% der SPD betragen. Häufig wird der Passbereich zur Erleichterung des Zugangs stärker ausgehoben. Das ist empfehlenswert, damit es nicht zu übermäßiger Bewegung und Drehung der Verbindungen kommt.

**! Hinweis:** Wenn die Kupplung in ihrer endgültigen Position ist, kann mit einer Fühlerlehre kontrolliert werden, ob die Dichtungslippen ordnungsgemäß ausgerichtet sind.

## 6.3 Überschieben von anderen Kupplungen

Befolgen Sie das in Abschnitt 6.2 [→](#) beschriebene Verfahren, nur dass das Passstück in der Regel nicht die speziellen langen, bearbeiteten Spitzenden zu haben braucht. Es muss das Montageverfahren für die konkret verwendete Kupplung befolgt werden (siehe Abschnitt 4.5 [→](#) )

# 7 Spezielle Verlegesituationen

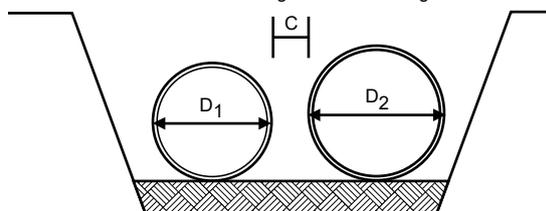
- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07**
- 08
- 09
- 10
- Anh.

## 7.1 Parallelverlegung von Rohrleitungen

Wenn in ein und demselben Graben zwei oder mehr Rohre parallel verlegt werden, sollte der Abstand zwischen den Rohren den Angaben in **Abbildung 7-1-1** entsprechen. Der Abstand zwischen Rohr und Grabenwand sollte den Angaben in **Abbildung 3-1-1** entsprechen. Beim Verlegen von Rohren mit unterschiedlichem Durchmesser im selben Graben ist es ratsam, sie mit derselben Sohlenhöhe zu verlegen. Ist das nicht möglich, den Abstand zwischen dem Rohrsohle und der Sohle des höheren Rohres komplett mit Verfüllmaterial vom Typ SC1 oder SC2 füllen. Es muss für ordnungsgemäße Verdichtung gesorgt werden (mind. 90 % SPD).

Überdeckung bis 4 m:  $C \geq (D_1 + D_2)/6$   
 aber nicht kleiner als 150 mm oder ausreichender Raum für eine korrekte Verfüllung und Verdichtung

Überdeckung über 4 m:  $C \geq (D_1 + D_2)/4$



**Abbildung 7-1-1** Abstand zwischen Rohren im selben Graben

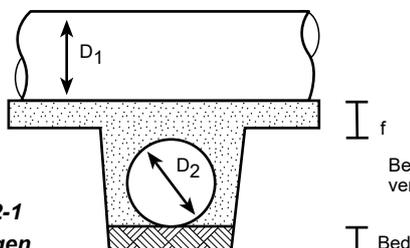
## 7.2 Rohrkreuzungen

Wenn sich zwei Rohre kreuzen und eines über dem anderen verläuft, sollten die vertikalen Abstände zwischen den Rohren und die Verlegung des unteren Rohrs **Abbildung 7-2-1** entsprechen. In einigen Fällen ist es notwendig, ein Rohr unter einer bestehenden Leitung zu verlegen. Dabei ist besonders vorsichtig vorzugehen, damit das vorhandene Rohr nicht beschädigt wird. Es sollte geschützt werden, indem es an einem Stahlträger befestigt wird, der den Graben kreuzt. Es ist ferner ratsam, das Rohr zum Schutz vor Stoßschäden zu umwickeln. Wenn das neue Rohr verlegt ist, muss das Verfüllmaterial SC1 oder SC2 komplett um beide Rohre und 300 mm über dem Scheitel des oberen Rohrs wieder in den Graben gegeben und auf mindestens 90 % SPD verdichtet werden. Diese Verfüllung sollte mindestens zweimal den Durchmesser in jeden Graben reichen (siehe **Abbildung 7-2-2**).

Überdeckung bis zu 4 Meter:  $f \geq \frac{D_1 + D_2}{6}$

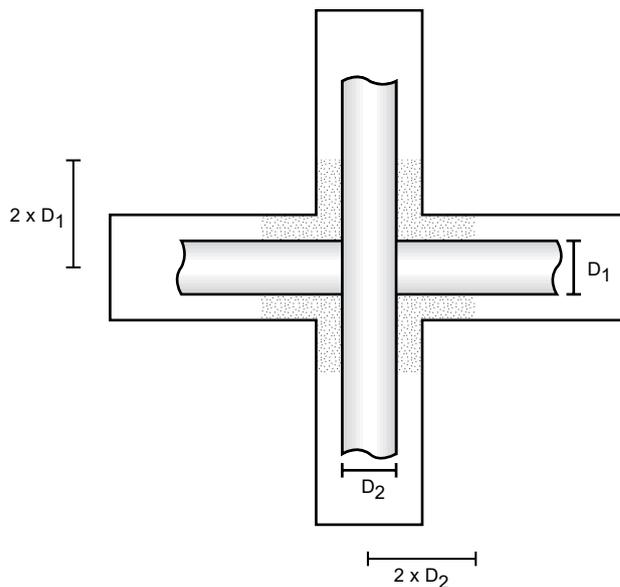
Überdeckung über 4 Meter:  $f \geq \frac{D_1 + D_2}{4}$

aber nicht kleiner als 150 mm



**Abbildung 7-2-1** Rohrkreuzungen

Benutzen Sie nur Typ A oder B des Verfüllmaterials, verdichtet auf mindestens 90% relative Dichte.



**Abbildung 7-2-2** Draufsicht auf die Verfüllung einer Überkreuzung

## 7.3 Instabile Rohrsohle

Ein Graben mit weichem oder losem Erdstoff oder extremem Quellboden gilt als instabil. Eine instabile Rohrsohle muss vor dem Verlegen von Rohren stabilisiert werden oder es muss eine Gründung hergestellt werden, die unterschiedliche Setzung des Rohrsohles auf ein Minimum reduziert. Für Gründungsschichten wird gut gesiebter sandiger Kies, der auf 90 % SPD verdichtet wird, oder Schotter empfohlen.

Die Tiefe des für die Gründung verwendeten sandigen Kieses oder Schotters hängt von den Erdstoffbedingungen des Rohrsohles ab, sollte aber mindestens 150 mm betragen. Auf die Gründung muss die normale Bettung kommen. Wenn Schotter verwendet wird, verhindert Filterstoff, der das Gründungsmaterial komplett umschließt, dass Gründungs- und Bettungsmaterial ineinander wandern, was zur Folge haben könnte, dass der Rohrboden seine Stützung verliert. Filterstoff ist nicht erforderlich, wenn für Gründung und Bettung dasselbe Material verwendet wird oder wenn für die Gründung gesiebter sandiger Kies verwendet wird. Darüber hinaus muss die Rohrabschnittlänge zwischen flexiblen Verbindungen maximal 6 m betragen.

## 7.4 Gefluteter Graben

Wenn der Grundwasserspiegel oberhalb des Rohrsohles liegt, muss er mindestens auf die Höhe des Rohrsohles abgesenkt werden (möglichst ca. 200 mm darunter), bevor die Bettung vorbereitet wird. Je nach Art des Naturmaterials können verschiedene Verfahren angewandt werden. Bei sandigem oder schluffigem Boden ist ein System aus Filterbrunnen zu einer Hauptleitung und einer Pumpe ratsam. Der Abstand zwischen den einzelnen Filterbrunnen und die Tiefe, in die sie gerammt werden, hängen vom Grundwasserspiegel und der Durchlässigkeit des Bodens ab. Damit die Filterbrunnen nicht durch feinkörniges Naturmaterial verstopft werden, ist es wichtig, um die Saugstelle (grober Sand oder Kies) einen Filter anzuordnen. Wenn das Naturmaterial aus Lehm oder Muttergestein besteht, funktionieren Filterbrunnen nicht. In diesem Fall ist die Trockenlegung schwieriger. Es wird empfohlen, Pumpensümpfe und Pumpen einzusetzen. Kann das Wasser nicht unter der Bettungsoberfläche gehalten werden, müssen zusätzliche Abflussgräben vorgesehen werden, die aus komplett in Filterstoff eingebetteten Zuschlagstoffen einheitlicher Größe (20 - 25 mm) hergestellt werden sollten. Die Tiefe dieser Abflussgräben unter der Bettung hängt von der Wassermenge im Graben ab. Kann das Grundwasser noch immer nicht unterhalb der Bettung gehalten werden, sollte die Bettung (und ggf. auch der Rohrzonbereich) mit Filterstoff eingefasst werden, damit es zu keiner Verschmutzung durch das Naturmaterial kommt. Für Bettung und Verfüllung sollte Kies oder Schotter verwendet werden. Beim Entwässern sollten folgende Vorsichtsmaßnahmen berücksichtigt werden:

- Nicht über lange Strecken durch das Verfüllmaterial oder den Naturboden pumpen. Durch Entfernung von Material oder Wanderung von Boden könnten bereits verlegte Rohre ihre Stützung verlieren.
- Die Entwässerungsanlage nicht abschalten, bevor nicht eine hinreichende Tiefe erreicht worden ist, die Rohrflotation verhindert.

## 7.5 Verbau

Wenn der Verbau entfernt wird, ist darauf zu achten, dass zwischen Naturboden und Verfüllung eine ordnungsgemäße Stützung besteht. Am besten wird das Rohr gestützt und werden Hohlräume, die sich häufig hinter dem Verbau bilden, gefüllt, wenn der Verbau schrittweise entfernt wird und die Rohrzonverfüllung direkt gegen die Grabenwand verdichtet wird. Wenn der Verbau gezogen wird, nachdem die Rohrzonverfüllung eingebracht worden ist, verliert die Verfüllung ihre Stützung, was die Rohrstützung vermindert. Das ist besonders dann der Fall, wenn sich hinter dem Verbau Hohlräume bilden. Um diesen Stützungsverlust auf ein Minimum zu reduzieren, sollte der Verbau beim Entfernen gerüttelt werden.

Darauf achten, dass zwischen der Verbauaußenseite und dem Naturboden bis mindestens 1 m über dem Rohrscheitel keine Hohlräume vorhanden sind bzw. keine Verfüllung fehlt. Zwischen dem zeitweiligen Verbau und dem Naturboden ausschließlich Verfüllmaterial vom Typ SC1 oder SC2, das auf mindestens 90 % SPD verdichtet ist, verwenden.

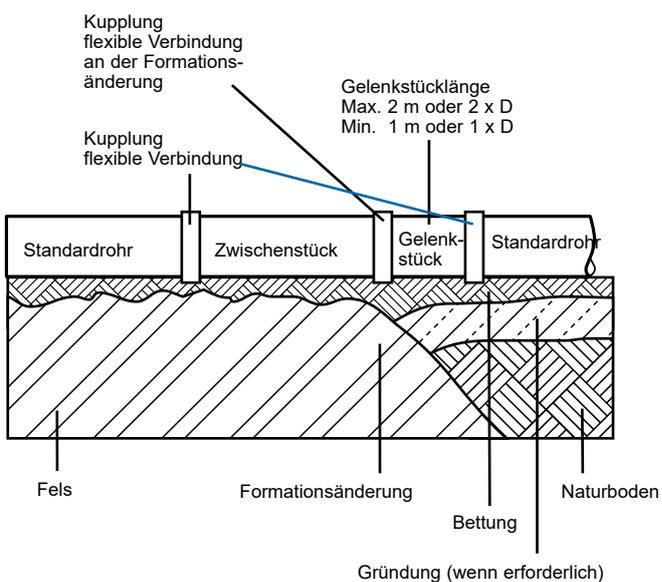
Bei bleibendem Verbau zur ordnungsgemäßen Verteilung der Seitenlasten des Rohres mindestens 300 mm über dem Rohrscheitel Verbaueinheiten ausreichender Länge verwenden. Die Qualität des bleibenden Verbaus sollte so sein, dass sie über die erwartete Lebensdauer des Rohrs hält.

Die Verfüllverfahren sind dieselben wie bei Standardverlegungen. Bleibender Verbau kann als Naturboden Gruppe 1 angesehen werden.

## 7.6 Verlegung im Fels

Die Mindestabmessungen für Rohrverlegungen in einem Steingraben sollten den Angaben in Abschnitt 3.1 [→](#) entsprechen. Wo das Gestein aufhört und das Rohr in einen Erdgraben übergeht (oder umgekehrt), sollten flexible Verbindungen gemäß **Abbildung 7-6-1** eingesetzt werden.

Alternativ würde eine zementstabilisierte Verfüllung (siehe Abschnitt 5.2) für Gründung und Bettung eines Rohrs, das gerade durch einen Stein-Erde-Übergang hindurchführt, eine flexible Verbindung an dieser Übergangsstelle unnötig machen. Der Grabenbau sollte nach der für Naturboden geltenden Methode durchgeführt werden.



**Abbildung 7-6-1**  
**Grabenbaumethode und Rohrgestaltung an einem Fels-Erde-Übergang eines Grabens oder bei abrupten Veränderungen der Bettungsbedingungen.**

## 7.7 Verfüllung zu großer Ausschachtungen

Eine versehentlich zu große Ausschachtung der Grabenwände oder des Rohrsoles in Gründung, Bettung oder Rohrzone sollte mit Verfüllmaterial gefüllt werden, das mindestens auf einen Verdichtungsgrad von 90 % verdichtet wird.

## 7.8 Verlegung im Gefälle

### Allgemeines

- Der Winkel, bei dem Gefälle instabil werden können, ist von der Bodenqualität abhängig. Die Gefahr instabiler Bedingungen nimmt mit dem Gefällewinkel drastisch zu.
- Im Allgemeinen sollten Rohre nicht an Gefällen über 15° oder in Bereichen, in denen ein instabiles Gefälle vermutet wird, verlegt werden, wenn die Stützbedingungen nicht im Rahmen einer ordnungsgemäßen geotechnischen Untersuchung überprüft worden sind.

### Verlegung über der Erde

- Bei starkem Gefälle werden Rohre vorzugsweise über der Erde verlegt. Konstruktionen über der Erde wie Rohrstützen sind leichter zu definieren, die Qualität der Verlegung lässt sich leichter überwachen und Absenkungen sind leichter zu erkennen.
- Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der Broschüre zum Thema "Verlegeanleitung für oberirdisch verlegte Rohrleitungen" [→](#).

### Erdverlegung

Bevor Rohre bei Gefällen über 15° erdverlegt werden, sollte ein Geotechniker konsultiert werden. FLOWTITE-Rohre können an Gefällen über 15° verlegt werden, wenn die nachfolgend genannten Mindestanforderungen erfüllt sind:

- Durch eine ordnungsgemäße geotechnische Konstruktion kann langfristige Stabilität der Installation gesichert werden.
- Bei Gefällen über 15° als Verfüllmaterial in der Rohrzone entweder SC1 oder zementstabilisierte Verfüllung verwenden.

- Bei Gefällen über 15° in der Mitte jedes Rohrabschnitts eine Ankerrippe einsetzen.
- Die Verlegung sollte stets vom unteren Punkt nach oben hin erfolgen. Jedes Rohr sollte ordnungsgemäß verfüllt werden, bevor das nächste Rohr in den Graben gelegt wird.
- Die Fläche über dem fertigen Rohrgraben muss vor Erosion durch fließendes Wasser geschützt sein.
- Die Rohre werden in gerader Ausrichtung (plus oder minus 0,2 Grad) mit einem Mindestabstand zwischen Rohrspitzenden verlegt.
- Die absolute langfristige Bewegung der Verfüllung in Axialrichtung des Rohrs muss weniger als 20 mm betragen.
- Die Installation wird ordnungsgemäß entwässert, so dass das Material nicht ausgewaschen wird und angemessene Schubfestigkeit des Bodens gesichert ist.
- Die Stabilität der einzelnen Rohre wird in der Bauphase und in den ersten Betriebsphasen überwacht. Das kann durch Kontrolle des Abstands zwischen den Rohrspitzen geschehen.
- Eventuell ist eine spezielle Rohrkonstruktion erforderlich. Wenden Sie sich an den Rohrlieferanten.

### Im rechten Winkel zum Hügel

Wenn Rohre im rechten Winkel zur Falllinie eines steilen Gefälles verlegt werden, ist bei einem Gefällewinkel über 15° Absprache mit einem Geotechniker ratsam, damit der Hügel stabil bleibt.

Die Fläche des fertigen Grabens muss so gestaltet sein, dass Senkungen und die Bildung von Pfützen verhindert werden. Die Ansammlung von Wasser an einem Gefälle kann die Stabilität des Gefälles vermindern.



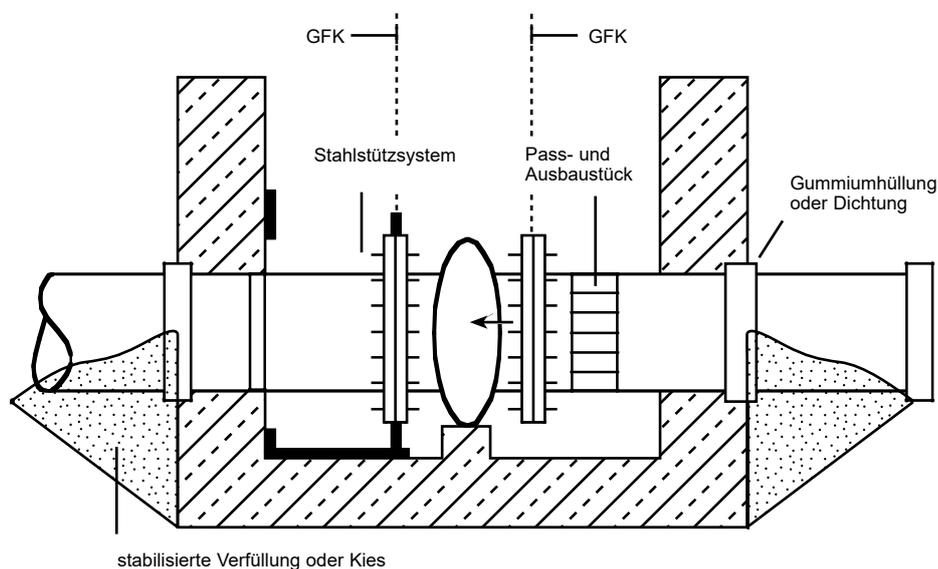
## Bauwerke

**Typ III** Diese Methode kann bis auf die größeren Hochdruckamaturen bei allen Amaturen angewandt werden. Die Einsatzbeschränkung hängt davon ab, ob das Stützsystem in das Bauwerk eingebaut werden kann. Das Stützsystem muss so ausgelegt sein, dass es die gesamten Axialkräfte ohne Überbeanspruchung der Amaturenflansche oder der Stahlbetonwände des Bauwerkes aushält. Das Bauwerk wirkt als Widerlager und muss als solches konstruiert werden. Die Verankerung befindet sich auf der Druckseite der Amatur, damit der Druck direkt auf das Bauwerk übertragen wird. Das andere Ende des Rohrsystems kann sich relativ frei axial bewegen, was Bewegung infolge von Temperaturänderungen oder Poisson-Effekt möglich macht.

Die **Abbildung 8-1-3** zugrundeliegende Annahme ist, dass der Druck nur in einer Richtung wirkt. Es muss jedoch die Möglichkeit von Gegendruck auf einer geschlossenen Amatur in Betracht gezogen werden, was Druckkräfte in entgegengesetzter Richtung zur Folge haben könnte. Um dieser Möglichkeit gerecht zu werden, kann das Stützsystem so konstruiert werden, dass es Kräfte in beide Richtungen aushält. Die Einzelheiten bleiben dem Planungsingenieur überlassen.

Bei Typ III sollten folgende Richtlinien befolgt werden:

- 1 Druck und Schubkräfte an der Amatur sind durch ein Stützsystem mit Stahlrahmen aufzunehmen. Für diese Einsatzmethode können standardmäßige FLOWTITE-Rohre und -Flansche geliefert werden.
- 2 Das FLOWTITE-Standardrohr muss an der nach außen führenden Betonwanddurchführung entweder eine Gummihüllung oder Dichtung haben, damit lokale Belastungen infolge freier radialer Verschiebung bei der Druckbeanspruchung reduziert werden.
- 3 Das Bauwerk muss so ausgelegt sein, dass es die vollen Axialkräfte und das senkrecht wirkende Gewicht jeder Amatur aushält. Damit die Axialkräfte an den Befestigungspunkten ausgehalten werden, ist das Bauwerk zu bewehren.
- 4 Das Bauwerk ist als Widerlager zu konstruieren, damit die Axialkräfte ausgehalten werden. Wahl, Einbringung und Verdichtung der Verfüllung müssen so erfolgen, dass Absenkung und seitlichen Kräften infolge des Amaturenbetriebes widerstanden werden. Die seitliche Bewegung so begrenzen, dass die Dichtheit der Verbindung erhalten bleibt.
- 5 Der Anschluss des Bauwerkes an die Rohrleitung muss laut Standardverlegeverfahren über ein Gelenkstück erfolgen (siehe **Tabelle 5-2-1** →).
- 6 Die Kräfte werden durch Kompression des Stützsystems aufgenommen. Vom Rohr wird keine Axialkraft übertragen.
- 7 Zum Füllen von Hohlräumen unter den aus dem Bauwerk austretenden Rohren ist zementstabilisiertes Verfüllmaterial oder Kies mit einer Verdichtung von 90 % zu verwenden (siehe **Abbildung 5-2-1** →).



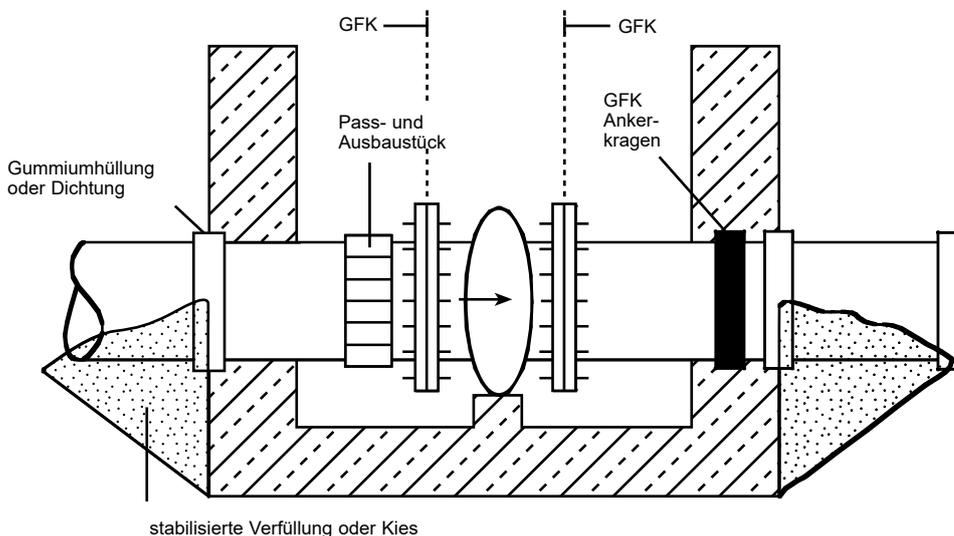
**Abbildung 8-1-3 Typ III – Einsatz eines Stützsystems zur Aufnahme von Druckkräften**

**Typ IV** Diese Methode (**Abbildung 8-1-4**) kann zum Verankern jeder Amatur mit einem Druck bis 16 bar angewandt werden. Die Einsatzbeschränkungen dieser Methode sind die praktischen Beschränkungen der Bewehrung und des Ankerkragens auf FLOWTITE-Rohren. Der Ankerkragen befindet sich auf der Druckseite der Amatur, das die Bauwerkswand direkt belastet und als Widerlager wirkt. Die andere Seite des Rohrsystems im Bauwerk kann sich relativ frei axial bewegen, was Bewegungen infolge von Temperaturänderungen oder Poisson-Effekt möglich macht.

Bei Typ IV sollten folgende Richtlinien befolgt werden:

- 1 Ein „spezielles“ Rohr verfügt über einen GFK-Ankerkragen auf der Druckseite, der in der Bauwerkswand eingebettet ist und als Anker wirkt.
- 2 Das andere Spitzende kann sich frei axial durch eine Dichtung in der Bauwerkswand bewegen.
- 3 Das Amaturgewicht muss vom Sockel des Bauwerkes getragen werden und das Bauwerk muss so ausgelegt sein, dass es die vollen Axialkräfte der Amatur aushält. Zur Aufnahme der Axialkräfte vom eingebetteten Ankerkragen ist eine Konzentration von Bewehrungsstäben erforderlich.

- 4 Das Bauwerk ist als Widerlager zu konstruieren, damit die Axialkräfte ausgehalten werden. Wahl, Einbringung und Verdichtung der Verfüllung müssen so erfolgen, dass Absenkung und seitlichen Kräften infolge des Amaturenbetriebes widerstanden werden. Die seitliche Bewegung ist auf 15 mm zu begrenzen.
- 5 Das „spezielle“ Rohr verfügt über eine in die Bauwerkswand eingebettete Kupplung. Das „spezielle“ Rohr innerhalb des Bauwerkes wird so verstärkt, dass die Axialkräfte und lokalen Beanspruchungen an der Innenfläche des Bauwerkes ausgehalten werden. Bitte teilen Sie dem FLOWTITE-Lieferanten die zu erwartenden maximalen Druckkräfte mit, damit die richtige Verstärkung für das "spezielle" Rohr entwickelt werden kann.
- 6 Der Anschluss des Bauwerkes an die Rohrleitung muss laut Standardverlegeverfahren über ein Gelenkstück erfolgen (siehe **Abbildung 5-2-2** →).
- 7 Zum Füllen von Hohlräumen unter den aus dem Bauwerk austretenden Rohren ist zementstabilisiertes Verfüllmaterial oder Kies mit einer Verdichtung von 90 % zu verwenden (siehe **Abbildung 5-2-1** →).



**Abbildung 8-1-4 Typ IV – Einsatz eines Ankerkragens zur Aufnahme von Druckkräften**

**Typ V** (**Abbildung 8-1-5**) kann für jede Anwendung genutzt werden. Die einzige Einsatzbeschränkung wäre die Größe des Bauwerkes. Das Bauwerk ist als Widerlager zu konstruieren. Wenn die Abmessungen des Widerlagers größer sind als die Abmessungen des Bauwerkes, sind die Abmessungen der nachgeschalteten Seite des Bauwerkes so zu vergrößern, dass sie dem Widerlagerbedarf gerecht werden. Das Stahl-F-Stück mit Ankerkragen befindet sich auf der Druckseite der Amatur, so dass der Druck direkt auf die Bauwerkswand übertragen werden kann, die als Widerlager wirkt. Das andere Ende des Rohrsystems kann sich relativ frei axial bewegen, was Bewegungen infolge von Temperaturänderungen oder Poisson-Effekt möglich macht.

Bei Typ V sollten folgende Richtlinien befolgt werden:

- 1** Das Amaturgewicht muss vom Sockel des Bauwerkes getragen werden. Die Kraft der geschlossenen Amatur ist von einem Stahl-F-Stück aufzunehmen, das mit einem aufgeschweißten Ankerkragen auf der Druckseite der Amatur in der Bauwerkswand verankert ist.
- 2** Für den Übergang zwischen dem Stahl-F-Stück und dem Standard FLOWTITE-Gelenkstück außerhalb des Bauwerkes ist eine flexible Stahlkupplung oder eine mechanische Kupplung vorzusehen.
- 3** Das andere Spitzende kann sich frei axial durch eine Dichtung in der Bauwerkswand bewegen. Zur Aufnahme der Axialkräfte von einem eingebetteten Ankerkragen ist eine Konzentration von Bewehrungsstäben erforderlich.
- 4** Das Bauwerk ist als Widerlager zu konstruieren, damit die Axialkräfte ausgehalten werden können. Wahl, Einbringung und Verdichtung der Verfüllung müssen so erfolgen, dass Absenkung und seitlichen Kräften infolge des Amaturenbetriebes widerstanden werden. Die seitliche Bewegung ist auf 15 mm zu begrenzen.

**5** Der Anschluss des Bauwerkes an die Rohrleitung muss laut Standardverlegeverfahren über ein Gelenkstück erfolgen (siehe **Tabelle 5-2-1** →).

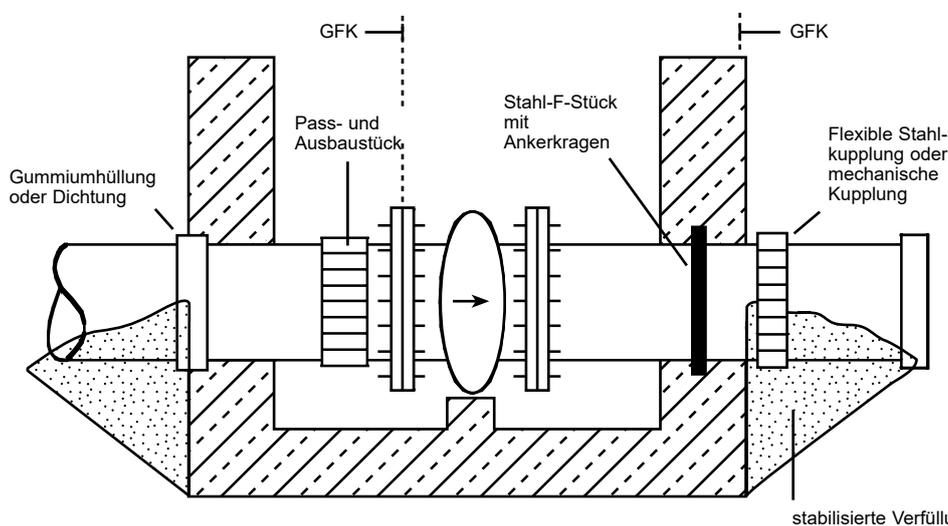
**6** Zum Füllen von Hohlräumen unter den aus dem Bauwerk austretenden Rohren ist zementstabilisiertes Verfüllmaterial oder Kies mit einer Verdichtung von 90 % zu verwenden (siehe **Abbildung 5-2-1** →).

## 8.2 Be- und Entlüftungsventile

Es ist üblich, an hoch liegenden Punkten einer langen Transportleitung Be- und Entlüftungsventile einzubauen. Die Ventile sollten so ausgelegt sein, dass sie an dem hohen Punkt der Leitung angesammelte Luft langsam freigeben. Vakuumsicherheitsventile begrenzen nach Feststellung den Unterdruck, zu dem es bei Öffnung einer Amatur in einer Rohrleitung kommen kann. Die genaue Konstruktion und Größenbemessung dieser Ventile geht über den Umfang der vorliegenden Anleitung hinaus. Es werden jedoch Richtlinien für die allgemeine Gestaltung von Amaturen und Konstruktionen zur Aufnahme dieser leitungs-fremden Ventile gegeben. Es gibt im Wesentlichen zwei Möglichkeiten, Be- und Entlüftungsventile in ein FLOWTITE-System einzubauen. Die üblichste Methode besteht darin, das Ventil direkt an einem senkrechten Flansch anzubringen. Alternativ können diese Elemente bei schweren Ventilen auch von einem tangential angeordnetem F-Stück aufgenommen werden. Nachfolgend Einzelheiten beider Varianten.

### Kleine Be- und Entlüftungsventile

Die einfachste Möglichkeit, kleine Be- und Entlüftungsventile aufzunehmen, besteht darin, das Ventil direkt oben senkrecht anzufanschen. In der Regel befindet sich das Ventil in einem Bauwerk, was sicheren und einfachen Luftdurchgang durch das Ventil ermöglicht. Beim Entwickeln und Konstruieren des



**Abbildung 8-1-5 Einsatz eines Stahlrohres mit Ankerkragen zur Aufnahme von Druckkräften**

Bauwerkes direkt über dem Rohr ist es wichtig, dass das Gewicht des Bauwerkes nicht direkt auf den senkrechten Flansch und somit das darunter liegende FLOWTITE-Rohr übertragen wird. Das kann verhindert werden, indem die senkrechte Öffnung im Bauwerk größer als der Außendurchmesser des FLOWTITE-Flansches gestaltet wird. **Abbildung 8-2-1** veranschaulicht diese Merkmale.

### Große Be- und Entlüftungsventile (>100 mm)

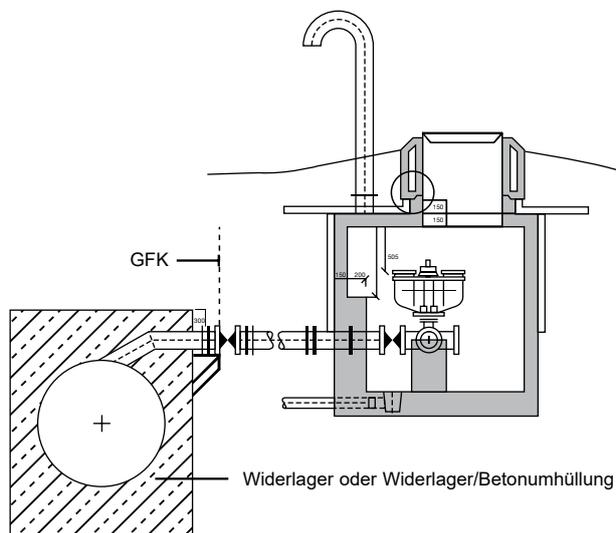
Bei größeren Be- und Entlüftungsventilen besteht die bevorzugte Installationsmethode dieser schwereren Ventile darin, ihr Gewicht nicht direkt auf der Steigleitung aufliegen zu lassen, sondern über einen tangentialen Anschluss zu dem Ventil zu führen, das in einem Nachbarbauwerk eingebaut ist. Der tangentiale Anschluss kann parallel zur Horizontalachse oder – mit einem Krümmer – in leichtem vertikalen Winkel dazu (<22,5 Grad) liegen. Hinweise dazu, ob ein Widerlager allein oder eine Kombination aus Widerlager und Betonumhüllung erforderlich wäre, entnehmen Sie bitte Abschnitt 5 [→](#).

Im Allgemeinen gilt Folgendes: wenn die Bogenlänge des Tangentialabzweigrohres mehr als 50 % des Durchmessers der Hauptleitung beträgt, ist ein Widerlager/Betonumhüllung erforderlich.

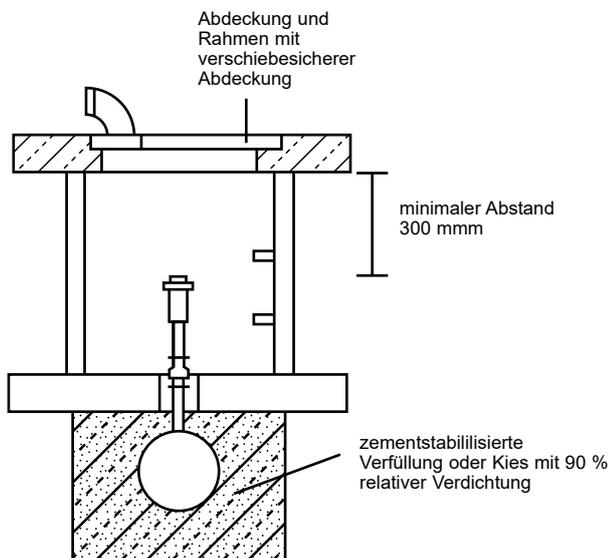
Anderenfalls wird lediglich ein Widerlager benötigt. **Abbildung 8-3-1** veranschaulicht die Mittel zum Unterbringen großer Be- und Entlüftungsventile in einem FLOWTITE-Rohr.

## 8.3 Entleerungen

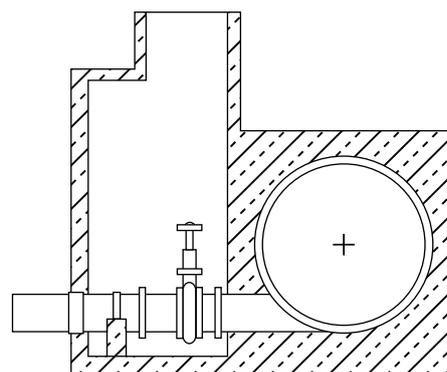
Die Unterbringung von Entleerungen erfolgt ähnlich wie bei Be- und Entlüftungsventilen mit großem Durchmesser, nur dass der Abzweig tangential zum Rohrboden liegt. Es gelten dieselben Regeln für Widerlager und Widerlager/Betonumhüllung. Wenn die Bogenlänge der Tangentialabzweiges mehr als 50 % des Durchmessers der Hauptleitung beträgt, ist ein Widerlager/Betonumhüllung erforderlich (Abschnitt 5 [→](#)). Anderenfalls wird lediglich ein Widerlager benötigt. **Abbildung 8-3-2** zeigt einige typische Anordnungen dieser Elemente in einer FLOWTITE-Druckleitung.



**Abbildung 8-3-1** Unterbringung eines Be- und Entlüftungsventils mit großem Durchmesser



**Abbildung 8-2-1** Unterbringung eines Be- und Entlüftungsventils mit kleinem Durchmesser



**Abbildung 8-3-2** Unterbringung einer Entleerung

# 9 Kontrolle und Wartung

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Anh.

## 9.1 Kontrolle der verlegten Rohrleitung

Anforderung: Die maximale Verformung darf die in **Tabelle 9-1-1** aufgeführten Werte zu Beginn nicht überschreiten. Beulen, flache Bereiche oder andere abrupte Änderungen der Rohrwandkrümmung sind unzulässig. Rohre, die ungeachtet dieser Beschränkungen verlegt werden, funktionieren möglicherweise nicht ordnungsgemäß. Ob die Anforderungen hinsichtlich der Anfangsverformung erfüllt werden, lässt sich leicht überprüfen. Diese Überprüfung sollte für jedes Rohr unmittelbar nach Abschluss der Verlegung durchgeführt werden (in der Regel innerhalb von 24 Stunden nach Herstellung der maximalen Überdeckung).

Die voraussichtliche Anfangsverformung nach dem Verfüllen auf Geländehöhe beträgt bei den meisten Installationen weniger als 2 %. Ein höherer Wert weist darauf hin, dass die gewünschte Qualität der Verlegung noch nicht erreicht ist und bei den nächsten Rohren verbessert werden müsste (d. h. stärkere Verdichtung der Rohrzonenvorfüllung, Rohrzonenvorfüllmaterial mit größerer Körnung oder breiterer Graben usw.) Es ist ratsam, die Verformung jedes verlegten Rohrs zu kontrollieren, umso Hinweise auf die Verlegequalität zu erhalten. Schreiten Sie mit der Rohrverlegung nie zu weit voran, bevor Sie die Verlegequalität kontrollieren. So lassen sich unangebrachte Verlegemethoden frühzeitig erkennen und beheben.

Rohre, die so verlegt wurden, dass die Anfangsverformung die Werte in **Tabelle 9-1-1** überschreitet, müssen erneut verlegt werden, so dass die Anfangsverformung unter diesen Werten liegt. Für diese Arbeit geltende Einschränkungen siehe Abschnitt 9.2 „Korrektur zu starker Verformung“.

Kontrolle der Anfangsverformung verlegter Rohre:

- 1 Verfüllen bis auf Geländehöhe.
- 2 Verbau (sofern verwendet) vollständig entfernen.
- 3 Das Drainagesystem (sofern vorhanden) abschalten.
- 4 Den vertikalen Rohrdurchmesser messen und aufzeichnen.  
**Hinweis:** Bei Rohren mit kleinem Durchmesser kann zum Messen des vertikalen Durchmessers ein Verformungstester durch die Rohre gezogen werden.

	Verformung % des Durchmessers
Großer Durchmesser (DN ≥ 300)	3.0
Kleiner Durchmesser (DN ≤ 250)	2.5

**Tabelle 9-1-1 Zulässige Anfangsverformungen**

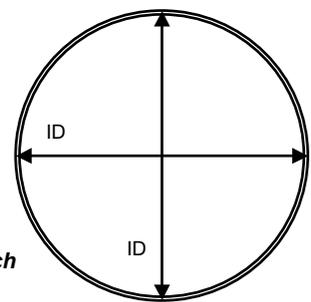
### 5 Berechnung der vertikalen Verformung

$$\text{Verformung in \%} = \frac{\text{tatsächlicher ID} - \text{vertikaler ID verlegt}}{\text{tatsächlicher ID}} \times 100$$

Der tatsächliche Innendurchmesser kann bestimmt werden, indem die Durchmesser eines noch nicht verlegten und lose (keine Rohre darauf gestapelt) auf einer geeigneten ebenen Fläche liegenden Rohrs gemessen wird. Wie folgt berechnen:

$$\text{tatsächlicher ID} = \frac{\text{vertikaler ID} + \text{horizontaler ID}}{2}$$

(siehe **Abbildung 9-1-1**)



**Abbildung 9-1-1 Bestimmung des Ist-Rohrdurchmessers an einem noch nicht verlegten Rohr**

## 9.2 Korrektur zu großer Verformung

Rohre, die so verlegt wurden, dass die Anfangsverformung die Werte in **Tabelle 9-1-1** überschreiten, müssen ausgebessert werden, damit die Qualität langfristig gewährleistet wird.

### Ablauf: Bei einem Rohr mit einer Verformung bis 8 % des Durchmessers:

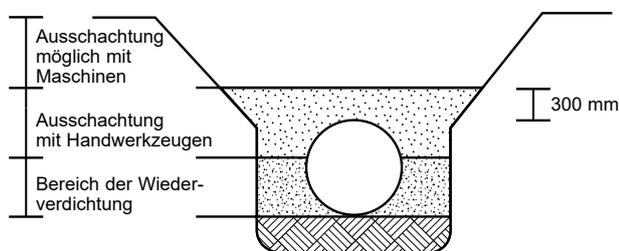
- 1 Bis zum Zwickel-Bereich, d. h. ca. 85 % des Rohrdurchmessers, ausschachten. Die Ausschachtarbeiten direkt über und neben dem Rohr sollten mit Handwerkzeugen durchgeführt werden, damit keine schweren Ausrüstungen auf das Rohr aufschlagen (**Abbildung 9-2-1**).
- 2 Das Rohr auf Beschädigung untersuchen. Beschädigte Rohre sollten repariert oder ausgetauscht werden.
- 3 Die Verfüllung im Zwickel-Bereich neu verdichten. Dabei darauf achten, dass sie nicht mit inakzeptablem Verfüllmaterial verunreinigt wird.
- 4 Die Rohrzone lagenweise mit dem richtigen Material neu verfüllen und jede Lage auf den vorgeschriebenen Verdichtungsgrad verdichten.
- 5 Bis auf Geländehöhe verfüllen und kontrollieren, ob die Rohrverformungen nicht die Anfangswerte in **Tabelle 9-1-1** überschreiten.

**Bei einem Rohr mit einer Verformung von mehr als 8 % des Durchmessers.**

Rohre mit einer Verformung von mehr als 8 % sollten vollständig ausgetauscht werden.

**! Achtung:** Nicht versuchen, das zu stark verformte Rohr mit Gewalt wieder in eine runde Form zu bringen. Das könnte das Rohr beschädigen.

Beim Ausschachten mehrerer Rohre ist darauf zu achten, dass nicht die Deckung eines Rohrs über das Nachbarrohr geschüttet wird. Die zusätzliche Deckung und verminderte seitliche Stützung können eine bereits bestehende Verformung noch weiter verstärken.



**Abbildung 9-2-1**  
**Ausschachtung eines zu stark verformten Rohres**

### 9.3 Druckprüfung mit Wasser

Einige Auftragsvorgaben verlangen, dass die abgeschlossene Rohrverlegung vor Abnahme und Betrieb einem Drucktest unterzogen wird. Das ist eine gute Praxis, weil dadurch Verlegefehler, beschädigte Produkte usw. frühzeitig festgestellt und behoben werden können.

Wenn ein Drucktest vor Ort vorgeschrieben ist, muss er im Laufe der Verlegearbeiten regelmäßig durchgeführt werden. Eine gute Methode würde darin bestehen, die Rohrprüfung während der Verlegearbeiten maximal alle 1000 m durchzuführen, damit die Qualität der Arbeit ordnungsgemäß kontrolliert werden kann. Der erste Drucktest vor Ort sollte idealerweise mindestens ein Be- und Entlüftungsventil oder eine Entleerung beinhalten, damit das gesamte Rohrleitungssystem berücksichtigt wird. Neben routinemäßiger Sorgfalt, normalen Vorsichtsmaßnahmen und typischen Verfahren bei diesen Arbeiten sollten folgende Vorschläge beachtet werden:

- 1 Vorbereitung vor der Prüfung – Die fertige Verlegung auf ordnungsgemäße Fertigstellung aller Arbeiten überprüfen. Besonders wichtig sind folgende Punkte:
  - Anfängliche Rohrverformung auf die Werte **Tabelle 9-1-1** begrenzt.

- Verbindungen ordnungsgemäß hergestellt.
- Systemschutz (d. h. Widerlager und andere Anker) vorhanden und ordnungsgemäß ausgehärtet. Bolzendrehmoment der Flansche gemäß Anleitung.
- Verfüllung abgeschlossen. ANORDERUNGEN HINSICHTLICH MINDESTERDVERLEGUNGSTIEFE, HOCHDRUCK UND PRÜFUNG SIEHE ABSCHNITT A.6 → .
- Amaturen und Pumpen verankert.
- Verfüllung und Verdichtung in der Nähe von Konstruktionen und an den F-Stücken ordnungsgemäß ausgeführt.

- 2 Füllen der Leitung mit Wasser – Amaturen und Luftöffnungen öffnen, damit die gesamte Luft beim Füllen aus der Leitung strömt und Druckstöße verhindert werden.
- 3 Die Leitung langsam unter Druck setzen. In einer unter Druck befindlichen Rohrleitung ist viel Energie gespeichert. Diese Kraft sollte beachtet werden.
- 4 Darauf achten, dass die Lage des Messgerätes dafür sorgt, dass der höchste Leitungsdruck gemessen wird. Anderenfalls entsprechend verstellen. Stellen weiter unten in der Leitung weisen einen höheren Druck auf.
- 5 Darauf achten, dass der maximale Prüfdruck nicht 1,5 x PN überschreitet. Normalerweise ist der Prüfdruck vor Ort entweder ein Vielfaches des Betriebsdruckes oder der Betriebsdruck plus ein kleiner Aufschlag. Auf keinen Fall sollte der maximale Prüfdruck vor Ort jedoch 1,5 x PN überschreiten.

- 6 Wenn die Leitung nach einer kurzen Stabilisierungszeit keinen konstanten Druck hält, kontrollieren, ob der Wärmeeffekt (eine Temperaturänderung), Anlagenausdehnung oder eingeschlossene Luft die Ursache ist. Ist das Rohr undicht und die Stelle nicht ohne weiteres erkennbar, können folgende Methoden helfen, die Ursache des Problems zu finden:

- Flansch- und Ventilbereiche überprüfen.
- Leitungsanschlüsse kontrollieren.
- Schallmessgerät verwenden.
- Die Leitung in kleineren Abschnitten testen, um die undichte Stelle zu finden.

## 9.4 Muffendruckprüfung

Tragbare hydraulische Muffendruckprüfgeräte für Durchmesser ab 800 mm können speziell bestellt und geliefert werden. Mit diesen Geräten können ausgewählte Rohrverbindungen intern geprüft werden. Jedes neben der kontrollierten Verbindung befindliche Rohr muss hinreichend verfüllt sein, damit sich das Rohr während der Prüfung nicht bewegt. Weitere Hinweise sind beim Vor-Ort-Service des Lieferanten erhältlich.

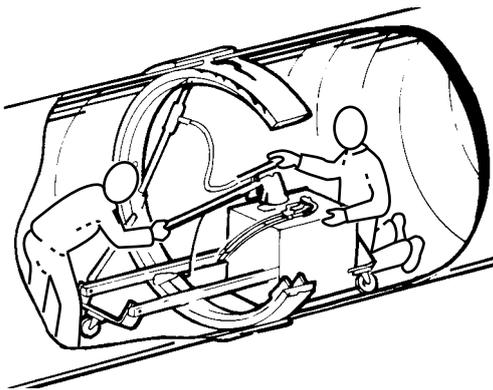


Abbildung 9-4-1 Muffendruckprüfgerät

**!** **Achtung:** Dieses Gerät ist so ausgelegt, dass die Verbindung daraufhin überprüft werden kann, ob sie ordnungsgemäß hergestellt worden ist und die Dichtungen richtig eingesetzt sind.

Das Gerät ist auf einen Prüfdruck von 6 bar beschränkt.

## 9.5 Druckprüfung mit Luft

Eine andere Möglichkeit, Abwasserrohre (PN 1 bar) auf Dichtheit zu überprüfen, besteht in der Nutzung von Luftdruck anstelle von Wasser. Neben routinemäßiger Sorgfalt, normalen Vorsichtsmaßnahmen und typischen Verfahren bei diesen Arbeiten sollten folgende Vorschläge und Kriterien beachtet werden:

- 1** Wie beim Drucktest mit Wasser sollte die Leitung in kleinen Abschnitten überprüft werden (in der Regel das Rohr zwischen benachbarten Mannlöchern).
- 2** Darauf achten, dass die Rohrleitung und alle Formstücke ordentlich abgedeckt oder verstopft und gegen den Innendruck versteift werden.
- 3** Das System langsam auf 0,24 bar unter Druck setzen. Damit zu starke Druckbeaufschlagung verhindert wird, muss der Druck geregelt werden (maximal 0,35 bar).

- 4** Einige Minuten warten, bis sich die Lufttemperatur stabilisiert hat. Dabei den Druck auf 0,24 bar halten.
- 5** Während der Stabilisierungsphase ist es ratsam, alle Verbindungselemente mit einer Seifenlösung zu prüfen um eventuelle Leckagen zu erkennen. Falls Undichtigkeiten festgestellt werden, entlaste man das System vom Druck, versiegle die undichten Stellen und starte den Prüfprozess erneut mit Schritt 3.
- 6** Nach der Stabilisierungsphase den Luftdruck auf 0,24 bar einstellen und die Luftzufuhr abschalten.
- 7** Das Rohrsystem besteht diesen Test, wenn der Druckabfall von 0,0035 bar den in **Tabelle 9-5-1** aufgeführten Zeiten entspricht.
- 8** Sollte der geprüfte Leitungsabschnitt die Abnahmebedingungen der Luftprüfung nicht erfüllen, kann die Distanz zwischen den pneumatischen Stopfen variiert werden, wobei die Luftprüfung an jeder Stelle wiederholt wird, bis die undichte Stelle gefunden ist. Diese Nachweismethode für undichte Stellen ist sehr genau, d. h. die undichte Stelle kann auf 1 bis 2 m genau bestimmt werden. Folglich ist der Bereich, der zwecks Reparatur ausgehoben werden muss, klein, was zu geringen Reparaturkosten und erheblichen Zeiteinsparungen führt.

**!** **Achtung:** In einer unter Druck stehenden Rohrleitung ist viel Energie gespeichert. Das gilt insbesondere dann, wenn sich im Testmedium Luft (selbst bei niedrigem Druck) befindet. Gehen Sie äußerst vorsichtig vor und achten darauf, dass die Rohrleitung bei Änderungen der Leitungsrichtung hinreichend gesichert ist. Befolgen Sie die Sicherheitshinweise des Herstellers für Geräte und Elemente wie pneumatische Stopfen.

**!** **Hinweis:** Mit diesem Test kann bestimmt werden, wie schnell unter Druck stehende Luft aus einem isolierten Rohrabschnitt entweicht. Er ist dazu geeignet, das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Rohrschäden und/oder nicht ordnungsgemäß hergestellten Verbindungen nachzuweisen.

Durchmesser (mm)	Zeit (min.)	Durchmesser (mm)	Zeit (min.)
100	2.50	1000	25.00
150	3.75	1100	27.50
200	5.00	1200	30.00
250	6.25	1300	32.50
300	7.75	1400	35.00
350	8.75	1500	37.50
400	10.00	1600	40.00
500	12.50	1800	45.00
600	15.00	2000	50.00
700	17.50	2200	55.00
800	20.00	2400	60.00
900	22.50		

Tabelle 9-5-1 Testdauer – Luftprüfung vor Ort

# 10 Alternative Verlegesituationen

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Anh.

Wenn die Forderungen an die Verlegetiefe, die Verlegemethode und die Eigenschaften des anstehenden Bodens durch die machbare Verdichtung für eine ausgewählte Rohrsteifigkeit nicht erfüllt werden können, müssen alternative Verlegungsverfahren in Erwägung gezogen werden.

Es gibt drei alternative Verlegemethoden:

- Breiterer Graben
- Bleibender Verbau (siehe Abschnitt 7.5 →)
- Stabilisierte Verfüllung (Zement)

## 10.1 Breiter Graben

Durch Verbreiterung des Grabens wird der Abstand des schlechten Naturbodens zum Rohr vergrößert, was eine tiefere Verlegung und einen höheren zulässigen Unterdruck (Vakuum) gestattet.

## 10.2 Zementstabilisierte Verfüllung

### Umfang

Zement wird mit feuchtem sandigen Erdstoff gemischt. Das Gemisch wird wie ein typischer Verfüllboden eingebracht und verdichtet. Die Menge Portland-Zement Typ 3, die dem Sandboden hinzugefügt wird, beträgt etwa 4 bis 5 Teile pro 100 Bodengewicht. Der Feuchtigkeitsgehalt sollte zwischen 5 und 10 % liegen. Der erforderliche Verdichtungsgrad hängt von der Überdeckung ab, bevor sich die stabilisierte Verfüllung erhärten kann. Ist die gewünschte Überdeckung gering, ist auch der erforderliche Verdichtungsgrad gering.

Die zementstabilisierte Verfüllung kann in ein oder zwei Tagen hart werden und die Verfüllung kann bis auf Geländehöhe eingebracht werden, wobei die Gesamtüberdeckung maximal 5 m beträgt.

### Gemisch

100 Teile Erdstoff (Trockengewicht), 4 bis 5 Teile Portland-Zement Typ 3 und 12 % Wasser (+/-6 %). Berücksichtigen Sie beim Hinzufügen von Wasser den natürlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Der Boden kann Typ SC2 oder SC3 sein. Boden vom Typ SC2 ist am einfachsten zu mischen, doch kann auch der andere Typ verwendet werden. Das Mischen kann auf dem Boden erfolgen, indem eine Schicht Verfüll-

boden und eine dünne Schicht Zement darüber verteilt wird und dann beide vermischt werden. Das Mischen kann mit der Hand, mit einer Hacke oder mechanisch mit einem entsprechenden Gerät erfolgen. Das Verfüllmaterial sollte nach dem Mischen innerhalb von zwei Stunden eingebracht werden.

### Verdichtung

Die zementstabilisierte Verfüllung erreicht auch ohne große Verdichtung eine hohe Steifigkeit. Darauf achten, dass unter den Zwickel-Regionen des Rohres Verfüllmaterial eingebracht wird und dieses mit einem entsprechenden Verdichtungsgerät verdichtet wird.

Zum Verdichten der zementstabilisierten Verfüllung neben dem Rohr wird ein Vibrationsstampfer benötigt. In den meisten Fällen, bei denen die Überdeckung weniger als 2 m beträgt, ist ein Durchgang des Verdichters mit 300-mm-Lagen ausreichend. Die Rohrverformung kontrollieren, um sicherzustellen, dass die Verdichtung ausreicht, um das Rohr zu stützen. Wenn die Anfangsverformung 2,5 % überschreitet, die Verdichtungsmenge verringern oder weniger Überdeckung verwenden, bis die zementstabilisierte Verfüllung in ein oder zwei Tagen hart wird. Wenn eine recht dicke Überdeckung eingebracht werden muss, bevor die zementstabilisierte Verfüllung hart werden kann, ist ein höherer Verdichtungsgrad erforderlich, um eine zu starke Verformung des Rohrs zu verhindern.

Darauf achten, dass die Anfangsverformung nicht mehr als 2,5 % beträgt. Der erforderliche Verdichtungsaufwand hängt von der Überdeckung, Lagenhöhe und dem in der Mischung verwendeten Erdstoff ab.

Eine stabilisierte Verfüllung wird auch in unmittelbarer Nähe großer Widerlager oder Bauwerke und in Bereichen mit übermäßiger Ausschachtung empfohlen.



# Anhang ATV 127

<b>Anhang A</b>	Ausführung der Verlegung .....	<b>40</b>
<b>A.1</b>	Ausführungsprinzipien .....	<b>40</b>
<b>A.2</b>	Bodenarten .....	<b>42</b>
<b>A.3</b>	Bettungszone, Leitungszone .....	<b>42</b>
<b>A.4</b>	Grabenbreite .....	<b>43</b>
<b>A.5</b>	Unterdruck .....	<b>44</b>
<b>A.6</b>	Verlegegrenzen – Minimum .....	<b>45</b>
<b>A.7</b>	Erdbebenbelastung .....	<b>45</b>
<b>A.8</b>	Fortschwemmen der Verfüllung .....	<b>46</b>
<b>Anhang B</b>	Statische Berechnung .....	<b>46</b>
<b>Anhang C</b>	Klassifizierung und Eigenschaften von Naturböden.....	<b>48</b>
<b>Anhang D</b>	Klassifizierung und Eigenschaften von Verfüllmaterial.....	<b>49</b>
<b>Anhang E</b>	Prüfung vor Ort zur Erleichterung der Klassifizierung von Naturböden.....	<b>50</b>
<b>Anhang F</b>	Verdichtung der Verfüllung .....	<b>52</b>
<b>Anhang G</b>	Begriffsbestimmungen.....	<b>54</b>
<b>Anhang H</b>	Ungefährtes Gewicht von Rohrleitungen und Kupplungen.....	<b>55</b>
<b>Anhang I</b>	Anforderungen an Gleitmittel für Verbindungsstellen.....	<b>56</b>
<b>Anhang J</b>	Reinigung von FLOWTITE-Abwasserrohren .....	<b>56</b>
<b>Anhang K</b>	Anschlüsse, Adapter, Durchführungen .....	<b>58</b>

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Anh.

# Anhang

## Anhang A

### Ausführung der Verlegung

Die lange Lebensdauer und hohe Qualität von FLOWTITE-Rohren wird durch ordnungsgemäße Handhabung und Verlegung gesichert. FLOWTITE-Rohre sind flexibel und gestatten es dem Bauausführenden und Planungsingenieur, Bettung und Rohrzonenvorfüllung zur Stützung zu nutzen. Zusammen bilden Rohr und Einbettungsmaterial ein "Rohr-Boden-System", das nachweislich langfristig eine hohe Qualität bietet.

Die zwei verbreitetsten Konstruktionsmethoden für die Verlegung von GFK-Rohren beruhen auf der Arbeit der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) in Deutschland und der American Water Works Association (AWWA). Beide Methoden sind seit Jahrzehnten erfolgreich im Einsatz. Der vorliegende Anhang geht vom aktuellen ATV-Ansatz aus.

### A.1 Ausführungsprinzipien

Ein biegeweiches Rohr wie das FLOWTITE GFK-Rohr verformt sich unter Erdstoff- und Verkehrslasten. Ist das Rohr verformt, führt die Zunahme des horizontalen Rohrdurchmessers zu passivem Bodenwiderstand, der der Verformung entgegenwirkt. Das Ausmaß der Verformung, das notwendig ist, um ausreichend Erddruck zu erzeugen, um eine bestimmte Last auszuhalten, hängt in erster Linie von der Steifigkeit des Verfüllmaterials und Naturbodens sowie der Grabenbreite ab. Die nach dem Verfüllen bis auf Geländehöhe gemessene Anfangsverformung des Rohrs kann somit als direkter Indikator für die Qualität der Rohrverlegung angesehen werden.

Setzung und Verfestigung des Bodens um das Rohr herum haben zur Folge, dass sich das Rohr im Laufe der Zeit immer stärker verformt. Am stärksten ist die Verformung in den ersten ein bis zwei Jahren nach der Verlegung. Anschließend stabilisiert sich die Verformung.

Die Anfangsverformung darf die in **Tabelle A-1-1** aufgeführten Werte nicht überschreiten. Rohre, bei denen diese Grenzwerte bei der Verlegung nicht berücksichtigt werden,

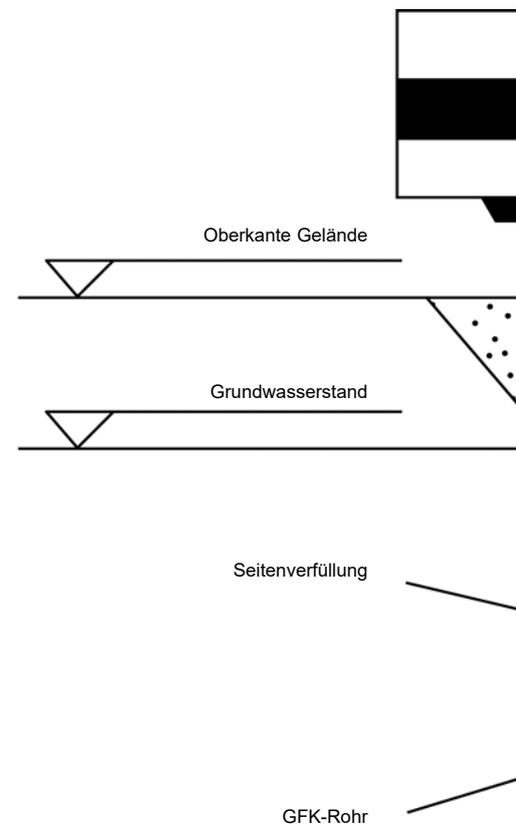
	Verformung % Durchmesser
Große Durchmesser (DN $\geq$ 300)	3.0
Kleine Durchmesser (DN $\leq$ 250)	2.5

**Tabelle A-1-1 Zulässige vertikale Verformung**

können nicht wie vorgesehen, eine lange Lebensdauer gewährleisten. Die Verlegungsart bei FLOWTITE-Rohren ist von den Eigenschaften des Naturbodens, der Überdeckung, den Lastverhältnissen und dem zur Verfügung stehenden Verfüllmaterial abhängig. Naturboden und Verfüllmaterial müssen das Rohr hinreichend umschließen, damit es ordnungsgemäß gestützt wird.

Die Stützung des umgebenden Bodens ist definiert durch die Verformungsmoduln des anstehenden Bodens und des eingebauten Bodens.

Die wichtigsten Konstruktionsparameter der Verlegung sind in **Abbildung A-1-1** dargestellt. Über die Strecke der geplanten Rohrverlegung müssen Steifigkeit des Naturbodens, Verlegetiefe, Grundwasserspiegel, Last und Innendruck bestimmt werden. Ausgehend von diesen Informationen und dem zur Verfügung stehenden Verfüllmaterial werden die Verdichtung der Verfüllung in der Leitungszone und Verfüllzone und die Rohrsteifigkeit gewählt.



In Anhang B  befinden sich die Tabellen, aus denen der Mindestverdichtungsgrad der Verfüllung von Rohrleitungen hervorgeht. Darin werden die üblichsten Verlege- und Betriebsbedingungen erfasst. Die Tabellen erfassen ausgewählte Kombinationen aus 1) Grundwasserspiegel, 2) Verkehrslast, 3) Rohrgraben mit und ohne Verbau.

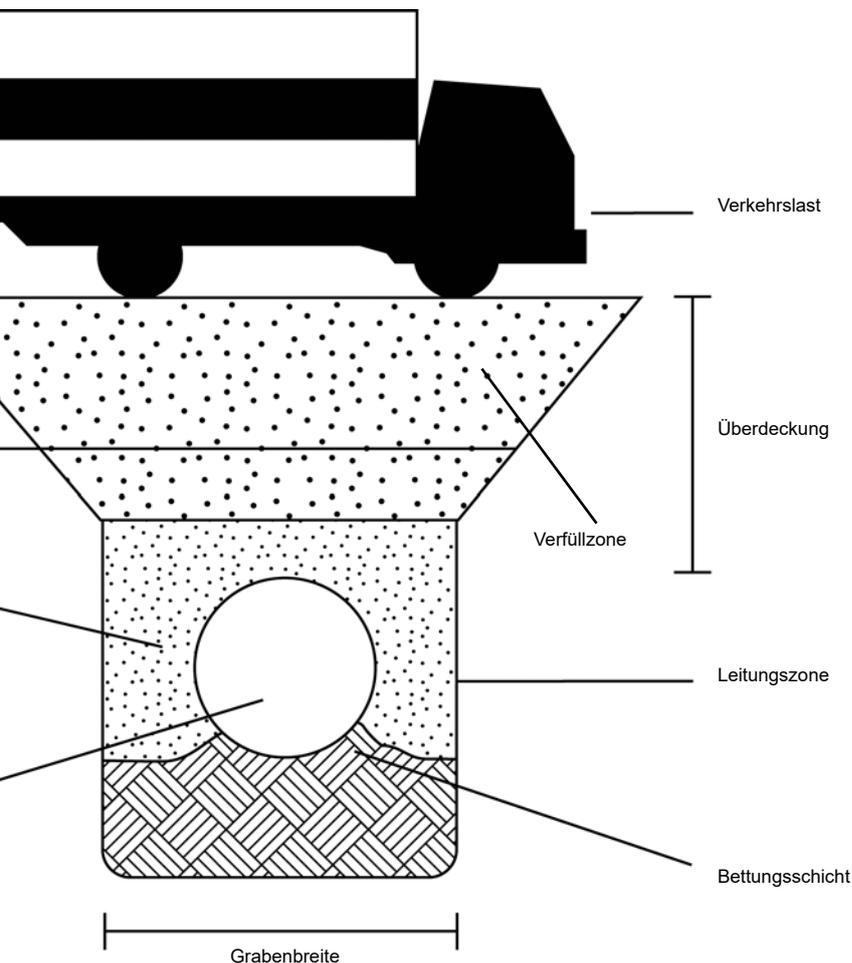
Aus den Tabellen geht der Mindestverdichtungsgrad der Verfüllung in verschiedenen Verlegetiefen für alle praktischen Kombinationen von Verfüllmaterial, Naturboden und Rohrsteifigkeit hervor. Alle Tabellen gelten für Kanalanwendungen des Rohres.

Die voraussichtliche Anfangsverformung des Rohres beträgt bei den meisten in Anhang B aufgeführten Verlegungen weniger als 2 %. Deshalb gilt Folgendes: während die Anfangsverformungen in **Tabelle A-1-1** für die Rohrleistung akzeptabel sind, weist ein höherer Wert darauf hin, dass die vor-

gesehene Verlegung nicht erreicht worden ist und bei den nächsten Rohren verbessert werden müsste (d. h. stärkere Verdichtung der Leitungszone, Leitungszone mit größerer Körnung oder breiterer Graben usw.).

Anhang C bis G geben Informationen über Naturböden und Verfüllmaterial.

- **Anhang C** – Klassifizierung und Eigenschaften von Naturböden
- **Anhang D** – Klassifizierung und Eigenschaften von Verfüllmaterial
- **Anhang E** – Prüfung vor Ort zur Erleichterung der Klassifizierung von Naturböden
- **Anhang F** – Verdichtung der Verfüllung
- **Anhang G** – Begriffsbestimmungen



**Abbildung A-1-1 Konstruktionsparameter der Verlegung**

## A.2 Bodenarten

Sowohl der gewachsene Boden, als auch das Bettungsmaterial müssen eine ausreichende Tragfähigkeit besitzen.

Bei nicht tragfähigen Böden ist ein teilweiser bzw. kompletter

Bodenaustausch vorzunehmen. Eine Aufstellung der Bodenarten nach ATV 127 finden Sie in Tabelle A-2-1.

Gruppe		Kurzzeichen nach DIN 18 196
G1	nichtbindige Böden, Kies, Sand	GE: enggestufte Kiese GW: weitgestufte Kies/Sand-Gemische GI: abwechselnd abgestufte Kies/Sand-Gemische SE: enggestufte Sande SW: weitgestufte Sand/Kies-Gemische SI: abwechselnd gestufte Sand/Kies-Gemische
G2	schwachbindige Böden, Kies, Sand	GU: Kies/Schluff-Gemisch GT: Kies/Ton-Gemisch SU: Sand/Schluff-Gemisch ST: Sand/Ton-Gemisch
G3	bindige Mischböden	GÜ: Kies/Schluff-Gemisch GȚ: Kies/Ton-Gemisch SÜ: Sand/Schluff-Gemisch SȚ: Sand/Ton-Gemisch UL: geringplastische Schluffe UM: mittelpplastische Schluffe
G4	bindige Böden	TL: geringplastische Tone TM: mittelpplastische Tone TA: ausgeprägt plastische Tone OU: Schluffe mit organischen Beimengungen OT: Tone mit organischen Beimengungen OH: grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff

**Tabelle A-2-1 Bodenarten gemäß ATV 127**

## A.3 Bettungszone, Leitungszone

### Bettungszone

Die Grabensohle ist entsprechend dem vorgeschriebenen Gefälle nach DIN EN 1610 herzustellen. Jede Auflockerung des Bodens im Sohlbereich ist dabei zu vermeiden. Sollte doch eine Auflockerung stattgefunden haben, ist der Sohlbereich mit einem geeigneten Bodenmaterial auszugleichen und gleichmäßig zu verdichten. Die Mindesthöhe des Auflagers ist einzuhalten  $H_{\min} = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ . Desweiteren beträgt der Auflagerwinkel  $2\alpha$  bei Kunststoffrohren vorrangig  $120^\circ$ .

Folgende Korngrößenabstufungen nach **Tabelle A-3-1** sind an das Bettungsmaterial zu stellen: Es muss eine gleichmäßige und nachprüfbar Verdichtung erreicht werden, d. h. es kommt vorzugsweise Material der Bodenklasse 1 und 2 oder Feinsplitt (Riesel) zum Einsatz.

### Leitungszone

Besonders der Verdichtung der Zone neben dem Rohr kommt eine besondere Bedeutung zu, um unzulässige Verformungen auszuschließen. Sind hohe Grundwasserstände zu erwarten oder steht drückendes Schichtwasser an, ist ein feinteilfreies Material zu verwenden (bis DN 400 Korngröße 10 – 15 mm, > DN 400 Korngröße 15 – 20 mm) oder die Leitungszone mit einem Geotextil zu umschließen. Die Rohrbettung ist im Bereich des Rohrzwickels durch Unterstopfen mit geeigneten Geräten, z. B. Handstampfer oder kleine Druckluftstampfer herzustellen. Eine Beschreibung des Siebdurchganges von Verfüllmaterialien befindet sich in Anhang D . In der Leitungszone sollten in der Regel Böden der Bodenklasse 1 oder 2 zur Anwendung kommen (siehe **Abbildung A-1-1**). Nicht geeignetes Aushubmaterial ist seitlich zu lagern. Um eine punktförmige Auflagerung der Rohre auszuschließen, sind im Kupplungsbereich Kopflöcher in einer Länge von etwa 3-facher Kupplungsbreite herzustellen. Die Verfüllung der Kopflöcher sollte mit dem gleichen Material wie im Auflagerbereich (Sohlzone) geschehen.

Rohrnenweiten (DN)	Nenngröße für Kies mit abgestufter Körnung (mm)
DN ≤ 200	2/8
200 ≤ DN ≤ 400	2/8 ; 8/16
400 ≤ DN ≤ 1000	8/16 ; 16/32*
1000 ≤ DN	8/16 ; 16/32

\* Einsatz nur nach Rücksprache mit dem Rohrhersteller

**Tabelle A-3-1 Kies mit abgestufter Körnung gemäß/analog DIN EN 1610**

## A.4 Grabenbreite

Der Graben muss stets breit genug sein, dass Platz zum ordnungsgemäßen Einbringen und Verdichten des Verfüllmaterials in der Zwickel-Region vorhanden ist. Er muss auch breit

genug sein, dass Verdichtungsmaschinen sicher betrieben werden können, ohne dass das Rohr beschädigt wird.

DN	Mindestgrabenbreite (OD + x) m		
	verbauter Graben	unverbauter Graben	
		β > 60°	β ≤ 60°
225	OD + 0,40	OD + 0,40	
> 225 bis ≤ 350	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
> 350 bis ≤ 700	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
> 700 bis ≤ 1200	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
> 1200	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40

Bei den Angaben OD + x entspricht x/2 dem Mindestarbeitsraum zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenverbau (Pölzung). Dabei ist:  
 OD der Außendurchmesser, in m  
 β der Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale

**Tabelle A-4-1 Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Nennweite DN gemäß DIN EN 1610**

"Falls während der Bauarbeiten Zugang zur Außenwand von unterirdisch liegenden Bauwerken, z.B. Schächte, erforderlich ist, ist ein gesicherter Mindestarbeitsraum von 0,50 m Breite einzuhalten.

Wenn zwei oder mehr Rohre in demselben Graben oder unter derselben Dammschüttung verlegt werden sollen, muss der horizontale Mindestarbeitsraum für den Bereich zwischen den Rohren eingehalten werden. Falls nicht anders angege-

ben, sind dabei für Rohre bis einschließlich DN 700 0,35 m und für Rohre größer DN 700 0,50 m einzuhalten.

Falls erforderlich, sind zum Schutz vor Beeinträchtigungen anderer Versorgungsleitungen, Abwasserleitungen und -kanäle, von Bauwerken oder der Oberfläche geeignete Sicherungsmaßnahmen zu treffen."

(Auszug aus der DIN EN 1610:1997)

Grabentiefe m	Mindestgrabenbreite m
< 1,00	keine Mindestgrabenbreite vorgegeben
≥ 1,00 ≤ 1,75	0,80
> 1,75 ≤ 4,00	0,90
> 4,00	1,00

**Tabelle A-5-1 Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Grabentiefe gemäß DIN EN 1610**

## A.5 Unterdruck

Damit eine ordnungsgemäße, stabilisierende Bodenstützung erreicht wird, ist bei Unterdruck (Vakuum) über 0,25 bar bei Rohren der Steifigkeitsklasse SN 2500 und 0,5 bar sowie bei Rohren der Steifigkeitsklasse SN 5000 eine Mindestverlegetiefe von 1 m ratsam.

Der maximal zulässige Unterdruck (Vakuum) im Rohr ist abhängig von Verlegetiefe, Naturboden, Steifigkeit des Rohres und des Verfüllmaterials sowie Grabenbreite.

Anforderungen an die Verdichtung des Verfüllmaterials unter Vakuumbedingungen im Rohr sind projektbezogen beim Rohrersteller anzufragen.

### Rohrabschnitte, die nicht erdverlegt sind

Bei einigen Abschnitten einer erdverlegten Rohrleitung wie Bauwerken ist es möglich, dass sie keine Bodenstützung haben. Da die stabilisierende Stützung des Bodens fehlt, muss der zulässige Unterdruck gesondert berechnet werden.

**Tabelle A-5-1** enthält die maximal zulässigen Unterdruckwerte für verschiedene Baulängen von 3, 6 und 12 m.

DN mm	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
100	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
150	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
200	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
250	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
300	0.28	0.25	0.25	0.53	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
350	0.30	0.25	0.25	0.55	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
400	0.32	0.25	0.25	0.58	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
450	0.32	0.26	0.25	0.61	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
500	0.39	0.26	0.25	0.66	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
600	0.48	0.27	0.25	0.78	0.52	0.50	1.00	1.00	1.00
700	0.66	0.28	0.25	1.00	0.54	0.50	1.00	1.00	1.00
800	0.74	0.30	0.25	1.00	0.56	0.50	1.00	1.00	1.00
900	0.77	0.32	0.25	1.00	0.59	0.50	1.00	1.00	1.00
1000	0.82	0.36	0.26	1.00	0.64	0.51	1.00	1.00	1.00
1200	0.95	0.46	0.26	1.00	0.77	0.52	1.00	1.00	1.00
1400	1.00	0.62	0.28	1.00	0.98	0.53	1.00	1.00	1.00
1600	1.00	0.73	0.29	1.00	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00
1800	1.00	0.77	0.32	1.00	1.00	0.59	1.00	1.00	1.00
2000	1.00	0.81	0.35	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
2400	1.00	0.94	0.45	1.00	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00

**Tabelle A-5-1**

**Maximal zulässiger Unterdruck (bar) bei nicht erdverlegten Abschnitten für verschiedene Baulängen 3m/6m/12m**

## A.6 Verlegegrenzen – Minimum

### Allgemeines

Die empfohlene Mindestverlegetiefe für Rohre mit einem Betriebsdruck von maximal 10 bar beträgt 0,5 m, wobei die Rohre ohne vertikale Verformung an Verbindungsstellen miteinander verbunden werden. Anforderungen im Zusammenhang mit Betriebs- und Verlegebedingungen mit Verkehrslast, Unterdruck, Hochdruck, hohem Grundwasserspiegel oder Frost finden Sie in den folgenden Abschnitten.

### Verkehrslast

In Situationen, in denen Rohre unter einer Straße zu verlegen sind oder mit ständiger Verkehrslast zu rechnen ist, müsste das Verfüllmaterial bis zur Geländeoberkante verdichtet werden. Die lokalen Anforderungen und Empfehlungen entnehmen Sie bitte den Straßenbauvorschriften. Bei speziellen Verlegungen wie Betonumhüllungen, Betonabdeckplatten, Relininganwendungen usw. können die Mindestabdeckungsvorgaben reduziert werden.

Die Verlegetabellen im Anhang B beruhen auf einer angenommenen Last SLW 60. Im Allgemeinen wird für Verkehrslasten mit ordentlich verdichteten kohäsionslosen Erdstoffen als Verfüllmaterial eine Mindestverlegetiefe von 1 m empfohlen. **Tabelle A-6-1** enthält die empfohlene Mindestverlegetiefe bei anderen Verkehrslasten.

Verkehrslast	Radlast (kN)	Mindestüberdeckung in m
ATV LKW 12	40	0.6
ATV SLW 30	50	0.6
ATV SLW 60	100	1.0
UIC 71		1.5
BFZ		2.0

**Tabelle A-6-1 Mindestdeckungstiefen bei Verkehrslast unter Standardbedingungen**

### Bauverkehrslast

In einigen Fällen können sich im Rohrverlegebereich oder in dessen Nähe große, schwere Erdstoffbewegungsmaschinen oder Baukrane befinden. Diese Maschinen und Ausrüstungen können zu sehr hohen lokalen Flächenlasten führen. Zur Festlegung ordnungsgemäßer Verfahren und Grenzwerte müssen die Folgen solcher Lasten von Fall zu Fall ermittelt werden.

### Unterdruck

Bei Unterdruck (Vakuum) über 0,25 bar bei Rohren der Steifigkeitsklasse SN 2500 und 0,5 bar sowie bei Rohren der Steifigkeitsklasse SN 5000 ist eine Mindestverlegungstiefe von 1 m ratsam.

### Hochdruck

Bei hohen Druckstufen müssen die möglichen Auftriebskräfte an Verbindungen bei Betrieb und Drucktests vor Ort berücksichtigt werden.

Bei einem Betriebsdruck von mindestens 16 bar sollte die Mindestverlegungstiefe bei Rohren mit DN von mindestens 300 mm 1,2 m und bei Rohren mit DN von weniger als 300 mm 0,8 m betragen. Bei Drucktests vor Ort mit Druckstufen von mindestens 16 bar: Rohre in gerader Ausrichtung vor dem Drucktest mindestens bis zum Scheitel der Kupplung verfüllen. Die Rohre müssen mit Mindestdeckung verfüllt werden. Bei Rohren, die mit Richtungsänderung verlegt werden, müssen sowohl Rohr als auch Scheitel bis zur endgültigen Höhe abgedeckt werden, bevor der Drucktest vor Ort durchgeführt werden kann.

### Hoher Grundwasserspiegel

Damit ein leeres, erdverlegtes Rohr nicht aufschwimmen kann, ist eine Rohrdeckung von mindestens 0,75 DN (Trockenbodendichte 19 kN/m<sup>3</sup>) erforderlich. Alternativ kann die Verlegung durch Verankerung der Rohre fortgesetzt werden. Wenn Verankerung vorgesehen ist, müssen die Haltebänder aus flachem Material bestehen, mindestens 25 mm breit sein und in Abständen von höchstens 4,0 m angeordnet werden. Einzelheiten der Verankerung und Mindestüberdeckung bei den Anker erfahren Sie beim Hersteller.

### Frostgrenze

Die Mindestüberdeckung bei FLOWTITE-Rohren sollte wie bei anderen Rohrwerkstoffen so sein, dass das Rohr unterhalb der voraussichtlichen Frostgrenze verlegt wird. Andere Verfahren, wenn das Rohr innerhalb der Frostgrenze verlegt werden muss, entnehmen Sie bitte den lokalen Bauvorschriften.

## A.7 Erdbebenbelastung

Dank ihrer Flexibilität haben FLOWTITE-Rohre ausgezeichnetes Erdbebenverhalten bewiesen. Die Strukturanalyse von Rohren mit Erdbebenbelastung hängt vom jeweiligen Standort ab, wobei Momentstärke, Bodeneigenschaften und die Wahrscheinlichkeit eines Erdbebens die wichtigsten Faktoren sind. Wenden Sie sich zwecks konkreter Konstruktionserwägungen und Analysen an den Lieferanten.

## A.8 Fortschwemmen der Verfüllung

Wenn grobes Material neben feinerem Material eingebracht wird, können die Feianteile unter dem Einfluss des Druckgefälles des Grundwasserflusses in das gröbere Material wandern. Zu starkem Druckgefälle kann es bei den Bauarbeiten im Rohrleitungsgraben kommen, wenn der Grundwasserspiegel mit Pumpen geregelt wird, und nach den Bauarbeiten, wenn die durchlässige Sickerdränage oder das Einbettungsmaterial bei hohem Grundwasserspiegel als Abfluss wirkt. Die Erfahrung im Einsatz hat gezeigt, dass das Fortschwemmen der Feianteile die Rohrstützung stark beeinträchtigen und Verformungen verstärken kann.

Damit die Wanderung auf ein Minimum reduziert wird, müssen Kornverteilung und relative Größe der Einbettung zu benachbarten Stoffen zueinander passen. Im Allgemeinen gilt Folgendes: wo mit starkem Grundwasserfluss zu rechnen ist, kein grobes, gemischtes Material unter oder neben feinerem Material einbringen, wenn keine Methoden angewandt werden, die die Wanderung verhindern. An der Grenze unverträglicher Materialien den Einsatz eines geeigneten

Bodenfilters oder geotextilen Filterstoffs in Betracht ziehen. Um zu verhindern, dass Feianteile bei einem Druckgefälle in die Hohlräume gröberer Materials wandern, können folgende Filterkornverteilungskriterien genutzt werden:

- Einbau Korngröße 10 – 15 mm bei Nennweiten bis DN 400
- Einbau Korngröße 15 – 20 mm bei Nennweiten größer DN 400

Wenn miteinander unverträgliche Materialien verwendet werden müssen, müssen sie mit Filterstoff, der für die gesamte Lebensdauer der Rohrleitung ausgelegt ist, getrennt werden, um Fortschwemmen und Wanderung zu verhindern. Der Filterstoff muss die Bettung und das Rohrzonenvollmaterial vollständig umschließen und über den Rohrzonbereich gefaltet werden, damit das gewählte Verfüllmaterial nicht verunreinigt wird.

## Anhang B – Statische Berechnung

GFK-Rohre werden statisch als biegeweich eingestuft und üblicherweise sind Dehnungs-, Verformungs- und Stabilitätsnachweise gemäß ATV 127 zu führen.

Bemessungskriterien sind die maximal zulässige Verformung oder die maximal zulässige Randfaserdehnung, Langzeit.

Die Verformungsmoduln für die verschiedenen Bodengruppen und Verdichtungsgrade sind in **Tabelle C-1** enthalten. Details zu Bodengruppen, Belastungen, Lastaufteilungen, Bemessungen usw. sind ausführlich in der ATV 127 enthalten.

Für alle Rohre bzw. Projekte werden auf Wunsch PC-gestützte statische Berechnungen erstellt.

**Tabelle B-1** ist ein Beispiel für statische Berechnungen nach ATV 127. Sie zeigen die erforderlichen Verdichtungen, zwei verschiedene Einbettungsbedingungen mit Verkehrslast und ausgewählten Überdeckungen. Bei in der Tabelle nicht aufgeführten Verlegebedingungen wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

**Einsatzbereiche für Kanalrohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), gewickelt, gefüllt**

DN 600		Verkehrslast SLW 60 - Kanalanwendung - Grundwasser bis Oberkante Gelände											
		Rohrgraben gemäß DIN EN 1610 mit Verbau (A2, B2)						Rohrgraben gemäß DIN EN 1610 ohne Verbau (A1, B1)					
Leitungszone		G1			G2			G1			G2		
Über- deckung in m	Rohr SN	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000
		1.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90
1.5		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
2.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
3.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
5.0		90	90	90	95	95	90	90	90	90	90	90	90
8.0		95	95	90	100	95	95	90	90	90	95	95	90
1.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
1.5		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
2.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
3.0		90	90	90	90	90	90	85	85	85	90	90	90
5.0		90	90	90	95	95	95	90	90	90	90	90	90
8.0		100	95	95	100	95	95	95	95	95	100	95	90
1.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
1.5		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
2.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
3.0		90	90	90	90	90	90	85	85	85	90	90	90
5.0		90	90	90	95	95	95	90	90	90	90	90	90
8.0		100	95	95	100	100	95	95	95	95	100	95	90
1.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
1.5		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
2.0		85	85	85	90	90	90	85	85	85	90	90	90
3.0		90	90	90	90	90	90	85	85	85	90	90	90
5.0		90	90	90	95	95	95	90	90	90	90	90	90
8.0		90	90	90	95	95	95	90	90	90	90	90	90

**Tabelle B-1 Verlegung, DN 600, Verkehrslast SLW 60, Grundwasser bis Oberkante Gelände**  
 Verdichtung Leitungszone in %, Proctordichte. Rückverfüllung des Rohrgrabens mit anstehendem Boden

Bodenarten:	Überschüttungs- und Einbettungsbedingungen:
<b>G1: Nichtbindige Böden</b>	A <sub>1</sub> /B <sub>1</sub> : Lagenweise gegen den Boden verdichtete Grabenverfüllung, Einbettung ohne Nachweis des Verdichtungsgrades.
<b>G2: Schwachbindige Böden</b>	A <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> : Senkrechter Verbau des Rohrgrabens, der Leitungszone mit Kanaldielen, die erst nach dem Verfüllen gezogen werden. Verbauplatten und -geräte unter der Voraussetzung, dass die Verdichtung des Bodens nach dem Ziehen erfolgt.
<b>G3: Bindige Mischböden</b>	A <sub>3</sub> /B <sub>3</sub> : Senkrechter Verbau des Rohrgrabens, der Leitungszone mit Spundwänden oder Verbauplatten, die erst nach dem Verfüllen gezogen werden.
<b>G4: Bindige Böden</b>	A <sub>4</sub> /B <sub>4</sub> : Lagenweise gegen den Boden verdichtete Grabenverfüllung, Einbettung mit Nachweis des erforderlichen Verdichtungsgrades.

**Tabelle B-2 Bodenarten, Überschüttungs- und Einbettungsbedingungen nach ATV 127**

## Anhang C

### Klassifizierung und Eigenschaften von Naturböden

Folgende Bodenarten können nach ATV 127 unterschieden werden (in Klammern sind die Kurzzeichen nach DIN 18 196 angegeben):

**Gruppe G1:** Nichtbindige Böden  
(GE, GW, GI, SE, SW, SI)

**Gruppe G2:** Schwachbindige Böden  
(GU, GT, SU, ST)

**Gruppe G3:** Bindige Mischböden, Schluff  
(schluffiger Sand und Kies, bindiger steiniger Verwitterungsboden)  
(GÜ, G $\bar{U}$ , SÜ, S $\bar{U}$ , UL, UM)

**Gruppe G4:** Bindige Böden (z. B. Ton)  
(TL, TM, TA, OU, OT, OH, UA)

Sofern im Einzelfall für die genannten Bodenarten keine genaueren Angaben vorliegen, sind die Rechenwerte der **Tabelle C-1** zu verwenden.

Gruppe	Wichte $\gamma_B$ kN/m <sup>3</sup>	Wichte unter Auftrieb $\gamma_B'$ kN/m <sup>3</sup>	Innerer Reibungswinkel $\phi'$	Verformungsmodul $E_B$ in N/mm <sup>2</sup> bei Verdichtungsgrad $D_{Pr}$ in %					
				85	90	92	95	97	100
G1	20	11	35	2 <sup>1)</sup>	6	9	16	23	40
G2	20	11	30	1,2	3	4	8	11	20
G3	20	10	25	0,8	2	3	5	8	13
G4	20	10	20	0,6	1,5	2	4	6	10

<sup>1)</sup>  $E_B$ -Werte  $\geq 2,0$  N/mm<sup>2</sup> sind ganzzahlig zu runden.

**Tabelle C-1 Bodenarten gemäß ATV 127**

„Die Verformungsmoduln  $E_B$  (Sechskantmoduln) gelten als Richtwerte für den Spannungsbereich zwischen 0 und 0,1 N/mm<sup>2</sup>.“  
(Auszug aus ATV 127, August 2000)

Die Bestimmung der Proctordichte ist gemäß DIN 18 127 vorzunehmen.

## Anhang D

### Klassifizierung und Eigenschaften von Verfüllmaterial

Um als Verfüllmaterial für Rohre in Frage zu kommen, muss der Boden dem Rohr-Boden-System Steifigkeit verleihen und die geforderte Steifigkeit über die Zeit wahren. Die möglichen Erdstoffarten, die zur Rohrzonenerfüllung verwendet werden können, sind unbegrenzt. Das Rohrzonenerfüllmaterial kann der aus dem Graben ausgehobene Boden oder – wenn der ausgeschachtete Erdstoff als Verfüllmaterial nicht geeignet ist – ein spezieller, zur Baustelle gebrachter Boden sein. Die praktische Wahl eines Rohrzonenerfüllmaterials hängt davon ab, ob die zur Erreichung der erforderlichen Steifigkeit und Verfügbarkeit erforderliche Verdichtung leicht hergestellt werden kann. Böden, die als Verfüllmaterial in Frage kommen, sind in der Regel Böden der Bodengruppe G1 oder G2.

Die Abstufung von Sand-Kies-Material gemäß DIN EN 1610 ist in nachfolgender **Tabelle D-1** enthalten.

Siebgröße mm	Siebdurchgang bei folgenden Nenngroßenbereichen als Massenanteile in %		
	mm		
Siebsatz	2/8	8/16	16/32
63	–	–	100
31,5	–	100	90 - 100
16,0	100	90 - 100	0 - 15
8,0	90 - 100	0 - 15	–
4,0	10 - 65	–	–
2,0	0 - 15	–	–
1,0	–	–	–
0,50	–	–	–
0,25	0 - 3	0 - 3	0 - 3

**Tabelle D-1** Abstufung von Material mit abgestufter Körnung gemäß DIN EN 1610

## Anhang E

### Prüfung vor Ort zur Erleichterung der Klassifizierung von Naturböden

**Tabelle E-1 Gruppe G1: Nichtbindige Böden**

	Bezeichnung	Korngrößenmassenanteil		Erkennungsmerkmale	Beispiele
		Korndurchmesser < = 0,06 mm	Korndurchmesser > 2 mm		
GE:	enggestufte Kiese	< = 5%	> 40%	steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereichs	Fluss- und Strandkies, Terrassenschotter, Moränenkies, vulkanische Schlacke und Asche
GW:	weitgestufte Kies/Sand-Gemische	< = 5%	> 40%	über mehrere Korngrößenbereiche kontinuierlich verlaufende Körnungslinie	Fluss- und Strandkies, Terrassenschotter, Moränenkies, vulkanische Schlacke und Asche
GI:	intermittierend gestufte Kies/Sand-Gemische	< = 5%	> 40%	treppenartig verlaufende Körnungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche	Fluss- und Strandkies, Terrassenschotter, Moränenkies, vulkanische Schlacke und Asche
SE:	enggestufte Sande	< = 5%	< 40%	steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereichs	Dünen- und Flugsand, Talsand (Berliner Sand), Beckensand, Tertiärsand
SW:	weitgestufte Sand/Kies-Gemische	< = 5%	< 40%	über mehrere Korngrößenbereiche kontinuierlich verlaufende Körnungslinie	Möränensand, Terrassensand, Strandsand
SI:	intermittierend gestufte Sand/Kies-Gemische	< = 5%	< 40%	treppenartig verlaufende Körnungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche	Möränensand, Terrassensand, Strandsand

**Tabelle E-2 Gruppe G2: Schwachbindige Böden**

	Bezeichnung	Korngrößenmassenanteil		Erkennungsmerkmale	Beispiele
		Korndurchmesser < = 0,06 mm	Korndurchmesser > 2 mm		
GU:	Kies/Schluff-Gemische	5 – 15%	> 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist schluffig	Verwitterungskies, Hangschutt, lehmiger Kies, Geschiebelehm
GT:	Kies/Ton-Gemische	5 – 15%	> 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist tonig	Verwitterungskies, Hangschutt, lehmiger Kies, Geschiebelehm
SU:	Sand/Schluff-Gemische	5 – 15%	< = 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist schluffig	Flottsand
ST::	Sand/Ton-Gemische	5 – 15%	< = 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist tonig	lehmiger Sand, Schleichsand

**Tabelle E-3 Gruppe G3: Bindige Mischböden, Schluff**

	Bezeichnung	Korngrößenmassenanteil		Erkennungsmerkmale	Beispiele
		Korndurchmesser < = 0,06 mm	Korndurchmesser > 2 mm		
<b>GÜ:</b>	Kies/Schluff-Gemische	15 – 40%	> 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist schluffig	Verwitterungskies, Hangschutt, lehmiger Kies, Geschiebelehm
<b>ḠT:</b>	Kies/Ton-Gemische	15 – 40%	> 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist tonig	Verwitterungskies, Hangschutt, lehmiger Kies, Geschiebelehm
<b>SÜ:</b>	Sand/Schluff-Gemische	15 – 40%	< = 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist schluffig	Auelehm, Sandlöss
<b>S̄T:</b>	Sand/Ton-Gemische	15 – 40%	< = 40%	weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkornanteil ist tonig	Geschiebelehm, Geschiebemergel
<b>UL:</b>	leicht plastische Schluffe	> 40%		niedrige Trockenfestigkeit, schnelle Schütteltestreaktion, keine bis leichte Plastizität beim Knetversuch	Löß, Hochflutlehm
<b>UM:</b>	mittelplastische Schluffe	> 40%		niedrige bis mittlere Trockenfestigkeit, langsame Schütteltestreaktion, leichte bis mittlere Plastizität beim Knetversuch	Seeton, Beckenschluff

**Tabelle E-4 Gruppe G4: Bindige Böden**

	Bezeichnung	Korngrößen-	Erkennungsmerkmale	Beispiele
		massenanteil Korndurchmesser < = 0,06 mm		
<b>TL:</b>	leichte plastische Tone	> 40%	mittlere bis hohe Trockenfestigkeit, keine bis langsame Schütteltestreaktion, leichte Plastizität beim Knetversuch	Geschiebemergel, Bänderthon
<b>TM:</b>	mittelplastische Tone	> 40%	hohe Trockenfestigkeit, keine Schütteltestreaktion, mittlere Plastizität beim Knetversuch	Lößlehm, Beckenton, Keupermergel
<b>TA:</b>	ausgeprägt plastische Tone	> 40%	sehr hohe Trockenfestigkeit, keine Schütteltestreaktion, ausgeprägte Plastizität beim Knetversuch	Tarras, Septarienton, Juraton
<b>OU:</b>	Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe	> 40%	mittlere Trockenfestigkeit, langsame bis sehr schnelle Schütteltestreaktion, mittlere Plastizität beim Knetversuch	Seekreide, Kieselgur, Mutterboden
<b>OT:</b>	Tone mit organischen Beimengungen und organogene Tone	> 40%	hohe Trockenfestigkeit, keine Schütteltestreaktion, ausgeprägte Plastizität beim Knetversuch	Schlick, Klei
<b>OH:</b>	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	< = 40%	Beimengungen pflanzlicher Art, meist dunkle Färbung, Modergeruch, Glühverlust bis etwa 20 Gew.-%	Mutterboden
<b>OK:</b>	grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen	< = 40%	Beimengungen nicht pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, große Porosität	Kalksand, Tuffsand
<b>UA:</b>	Schluffe mit Auffüllung aus Fremdstoffen	-	-	Müll, Schlacke, Bauschutt, Industrieabfall

Tabellen E-1 bis E-4, Auszug aus DIN 18196 und Programm Easy Pipe, IngSoft GmbH, Nürnberg

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10
- Anh.**

## Anhang F

### Verdichtung der Verfüllung

Dieser Anhang enthält hilfreiche Tipps für das Verdichten der verschiedenen Verfüllungsarten. Die zulässigen Mindest- und Höchstverlegetiefen werden durch die Wahl und Verdichtung der Rohrzonenvorfüllung erreicht. Je steifer der Boden, um so tiefer kann ein bestimmtes Rohr verlegt werden, um eine begrenzte Verformung oder ein begrenztes Vakuum zu erreichen.

Die vorliegenden Richtlinien geben einen allgemeinen Überblick über das Bodenverhalten, damit unsere Verlegekriterien besser zu verstehen sind.

Berücksichtigen Sie bei der Frage des möglichen Feuchtigkeitsgehalts von anstehendem Boden und Verfüllmaterial saisonale Schwankungen. Der für einen Bodenmodulwert empfohlene Verdichtungsgrad ist als Mindestwert anzusehen und der Verdichtungswert vor Ort sollte die Vorgabe erfüllen oder darüber liegen.

Eine Messung der Zunahme des vertikalen Rohrdurchmessers ist ein geeignetes Maß für den Verdichtungsanstrengung während der Verlegung und eine andere gute Messung der „Kalibrierung“. Wenn die Verfüllung in den Zwickel-Bereichen des Rohrs ordnungsgemäß eingebracht und verdichtet worden ist, ist die Messung des vertikalen Durchmessers, wenn die eingebrachte Verfüllung den oberen Rand des Rohrs erreicht hat (oder bei ständiger Überwachung in einer anderen Phase), eine gute Methode zur Beurteilung der Verdichtung. Beachten Sie jedoch, dass es bei hohem Verdichtungsanstrengung zu einer übermäßigen vertikalen Durchmessererhöhung kommen kann. Tritt dieser Zustand ein, wenden Sie sich bitte zwecks Unterstützung an den Rohrlieferanten und brechen Sie die Verlegung nach der Methode, die zu der übermäßigen Zunahme des vertikalen Durchmessers führt, ab.

Das Rohrzonenvorfüllmaterial sollte auf beiden Rohrseiten in gleichmäßigen Lagen eingebracht und verdichtet werden. Beim Einbringen und Verdichten von Verfüllmaterial in den Zwischenbereichen zuerst unter dem Rohr verdichten und dann vom Rohr weg vorgehen. Bei seitlicher Verfüllung geht das Verdichten in der Regel am besten voran, wenn die Verfüllung zuerst an der Grabenwand verdichtet wird und weiter in Richtung Rohr verdichtet wird. In der Regel erhöht die Zahl der „Durchgänge“ oder Einsatzwiederholungen der Verdichtungsmaschinen (bei konstanter Bewegungsgeschwindigkeit) die Verdichtung. Eine gute Möglichkeit, eine hinreichende Verdichtungsmethode zu ermitteln, besteht darin, die Verdichtung und andere Reaktionsmaße als Funktion der Anzahl der Durchgänge eines bestimmten Verdichtungsgeräts zu messen. Nutzen Sie die Zahl der Durchgänge und andere Kriterien wie den Feuchtigkeitsgehalt und die vertikale Ver-

formung als Mittel zur Kontrolle der Verlegearbeiten. Wird die Verdichtungsmaschine gewechselt, kann dies Einfluss auf die Zahl der Durchgänge haben, die notwendig sind, um eine bestimmte Verdichtung zu erreichen. Schwerere und breitere Plattenrüttler verdichten in der Regel tiefer und zu einem höheren Grad als leichtere und schmalere. Ebenso haben die kleineren und leichteren Vibrationsstamper eine geringere wirksame Tiefe als die größeren, schwereren.

Beim Verdichten über dem Rohr muss sichergestellt werden, dass genügend Material verwendet wird, damit das Rohr nicht beschädigt wird. Wenn ein handbetätigter Plattenrüttler eingesetzt wird, müsste eine Decke von mindestens 150 mm ausreichen. Bei Einsatz eines handbetätigten Vibrationsstamper werden hingegen 300 mm empfohlen.

Verfüllmaterial mit feinerer Körnung lässt sich am einfachsten verdichten, wenn das Material den optimalen oder in etwa optimalen Feuchtigkeitsgehalt hat.

Wenn beim Verfüllen die Kämpferlinie des Rohres erreicht wird, sollte nahe der Grabenseiten mit dem Verdichten begonnen werden und in Richtung Rohr fortgefahren werden.

Es ist ratsam, die Rohrzonenvorfüllung so einzubringen und zu verdichten, dass das Rohr in vertikaler Richtung leicht un- rund (oval) wird. Das anfängliche vertikale Ovalisieren darf allerdings 1,5 Prozent des Rohrdurchmessers nicht überschreiten, wobei die Messung dort erfolgt, wo die Verfüllung den Rohrscheitel erreicht. Die anfängliche Ovalisierung wird zur Energie in Beziehung gesetzt, die zum Erreichen des erforderlichen Verdichtungsgrades benötigt wird.

**Ausführung Leitungszone gemäß ATV-DVWK-A 139 (Auszug):**

„Das Bettungsmaterial ist beiderseitig der Rohrleitung gleichmäßig in Lagen anzuschütten und sorgfältig zu verdichten. Schütthöhe, Material und das zum Einsatz kommende Verdichtungsgerät sind aufeinander abzustimmen. Schütthöhe und Anzahl der Übergänge sind Tabelle F-1 zu entnehmen. Sie können je nach Bodenzustand über- oder unterschritten werden. Genaue Werte sind nur durch eine Probeverdichtung festzustellen.

Im Bereich der Seitenverfüllung darf nur von Hand oder mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Die in DIN EN 1610 in Tabelle 1 und 2 angegebenen Grabenbreiten sind Mindestwerte, die beim Einsatz von Verdichtungsgeräten für die Verdichtung der Seitenverfüllung u. U. in Abhängigkeit vom Gerät entsprechend vergrößert werden müssen.

In Sonderfällen, z. B. bei beengten Grabenverhältnissen, die keine ausreichende Verdichtung der Bettung und Seitenverfüllung zulassen oder wenn kein geeignetes Material für die Leitungszone zur Verfügung steht, kann die Rohrleitung vollummantelt mit hydraulisch gebundenem Material (z.B. Bodenmörtel, Dämmen, Beton) eingebettet werden. Horizontale oder vertikale Lageveränderungen sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden.

Die Dicke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte im Regelfall 300 mm, mindestens aber 150 mm über dem Rohrschaft bzw. 100 mm über der Rohrverbindung betragen. Die Verdichtung darf in diesem Bereich nur mit Handstampfern oder mit geeigneten leichten Verdichtungsgeräten ausgeführt werden.“

Geräteart		Dienstgewicht [kg]	Verdichtbarkeitsklassen								
			V 1 *)			V 2 *)			V 3 *)		
			Eignung	Schütthöhe [cm]	Zahl der Übergänge	Eignung	Schütthöhe [cm]	Zahl der Übergänge	Eignung	Schütthöhe [cm]	Zahl der Übergänge
<b>1. Leichte Verdichtungsgeräte (vorwiegend für die Leitungszone)</b>											
Vibrationsstampfer	leicht mittel	-25 25-60	+ +	-15 20-40	2-4 2-4	+ +	-15 15-30	2-4 3-4	+ +	-10 10-30	2-4 2-4
Flächenrüttler	leicht mittel	-100 100-300	+ +	-20 20-30	3-5 3-5	o o	-15 15-25	4-6 4-6	- -	- -	- -
Vibrationswalzen	leicht	-600	+	20-30	4-6		o	5-6	-	-	-
<b>2. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte (oberhalb der Leitungszone ab 1 m Überdeckungshöhe)</b>											
Vibrationsstampfer	mittel schwer	25-60 60-200	+ +	20-40 40-50	2-4 2-4	+ +	15-30 20-40	2-4 2-4	+ +	10-30 20-30	2-4 2-4
Explosionsstampfer	mittel schwer	100-500 > 500	o o	20-40 30-50	3-4 3-4	+ +	25-35 30-50	3-4 3-4	+ +	20-30 30-40	3-5 3-5
Flächenrüttler	mittel	300-750	+	30-50	3-5	o	20-40	3-5	- -	- -	- -
Vibrationswalzen	mittel	600-8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-
+ = empfohlen o = meist geeignet - = ungeeignet *) V 1 = Nichtbindige bis schwachbindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden (GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST) V 2 = Bindige, gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST) V 3 = Bindige, feinkörnige Böden (UL, UM, TL, TM)											

**Tabelle F-1 Bodenverdichtung, Schütthöhen und Zahl der Übergänge**

## Anhang G

### Begriffsbestimmungen

Begriff	Beschreibung
<b>Nenndurchmesser, DN</b>	Durchmesserklassifikation eines Rohres, ausgedrückt in mm.
<b>Nenndruck, PN</b>	Druckklasse eines Rohres, ausgedrückt in bar
<b>Nennsteifigkeit, SN</b>	Spezifische Mindestanfangssteifigkeit ( $\frac{E \cdot x}{D^3}$ ) eines Rohres gemessen mit einer Last, die benötigt wird, um einen Rohrring zu verformen; ausgedrückt in N/m <sup>2</sup> .
<b>Rohrscheitel</b>	Oben befindliche Innenfläche des Rohres.
<b>Rohrsohle</b>	Unten befindliche Innenfläche des Rohres.
<b>Verlegetiefe</b>	Überdeckung über dem Rohr.
<b>Verformung</b>	Änderung des vertikalen Durchmessers; in der Regel ausgedrückt als Prozentsatz des Nenndurchmessers des Rohres.
<b>Scheitelhöhe</b>	Kämpferbereich des Rohres; 90- und 270°- Position eines Rohres, gemessen von der Rohrmitte oben.
<b>Verdichtungsgrad <math>D_{Pr}</math></b>	Als Verdichtungsgrad wird der Quotient aus Trockendichte des Bodens nach DIN 18 125-2 und ermittelter Proctordichte nach DIN 18 127 bezeichnet.
<b>Proctorversuch DIN 18 127</b>	<p>Zweck des Versuches ist, die erreichbare Trockendichte in Abhängigkeit vom Wassergehalt zu bestimmen, bei einem Versuchseinbau mit einer genau definierten Verdichtungsenergie.</p> <p>Beim Versuch wird die Bodenprobe in einem Versuchszylinder durch ein bestimmtes Fallgewicht nach einem festgelegten Arbeitsverfahren verdichtet. Der Versuch besteht aus mindestens 5 Einzelversuchen, die sich jeweils durch einen anderen Wassergehalt der Bodenproben voneinander unterscheiden.</p> <p>Bei bindigen Böden ist die Verdichtbarkeit sehr stark vom Wassergehalt des Bodens abhängig. Zu trockene oder wassergesättigte bindige Böden lassen sich selbst unter größter Verdichtungsarbeit nur unvollkommen verdichten.</p> <p>Bei zu niedrigen Wassergehalten kann der verdichtete Boden z.B. nachträglich Wasser aufnehmen, wodurch seine Trageigenschaften abgemindert werden kann.</p> <p>Bei zu hohem Wassergehalt sind die Poren so stark mit Wasser gefüllt, dass eine Umlagerung der Bodenteilchen und damit eine Verkleinerung des Porenraumes (Verdichtung) nicht mehr möglich ist.</p> <p>Der für eine Verdichtung erforderliche optimale Wassergehalt kann durch den Proctorversuch ermittelt werden.</p>

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10
- Anh.

## Anhang H

### Ungefähres Gewicht von Rohrleitungen und Kupplungen

DN	PN 1				PN 6				PN 10				PN 16			
	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung
mm	kg/m	kg/m	kg/m	kg												
100					-	-	2,5	2,0	-	-	2,5	2,0	-	-	2,5	2,0
150					-	-	4,9	3,0	-	-	4,9	3,0	-	-	4,9	3,0
200					-	-	7,2	4,0	-	-	7,2	4,0	-	-	7,2	4,0
250					-	-	10,8	6,0	-	-	10,8	6,0	-	-	10,8	6,0
300	9,1	11,3	14,1	7,0	8,2	10,4	12,7	13,0	7,9	10,3	12,7	13,7	7,5	9,5	12,2	14,1
350	12,2	15,1	18,9	8,0	11,1	14,3	17,3	15,0	10,6	13,8	17,3	15,8	10,0	12,6	16,3	16,4
400	15,5	19,4	25,0	9,0	14,5	18,5	23,0	16,8	13,5	17,6	23,0	17,9	12,6	16,1	21,0	18,5
450	19,4	25,0	30,0	10,1	18,4	24,0	29,0	18,8	16,8	22,0	29,0	19,6	15,8	19,9	26,0	21,0
500	24,0	30,0	37,0	11,1	23,0	30,0	35,0	21,0	21,0	27,0	35,0	22,0	19,3	25,0	32,0	23,0
600	33,0	41,0	50,0	12,8	32,0	40,0	48,0	32,0	28,0	37,0	48,0	34,0	26,0	33,0	44,0	35,0
700	44,0	55,0	67,0	15,2	43,0	54,0	66,0	37,0	38,0	49,0	66,0	39,0	35,0	45,0	59,0	42,0
800	57,0	71,0	87,0	18,1	55,0	69,0	86,0	42,0	49,0	64,0	86,0	46,0	45,0	58,0	76,0	50,0
900	72,0	88,0	115,0	21,0	70,0	87,0	110	48,0	61,0	81,0	110,0	53,0	56,0	73,0	95,0	58,0
1000	88,0	110,0	140,0	24,0	86,0	110,0	135,0	54,0	75,0	100,0	135,0	60,0	69,0	89,0	120,0	66,0
1200	130,0	160,0	200,0	30,0	125,0	155,0	195,0	66,0	110,0	145,0	195,0	74,0	98,0	130,0	170,0	81,0
1400	175,0	215,0	270,0	37,0	170,0	210,0	260,0	78,0	145,0	195,0	260,0	88,0	135,0	175,0	230,0	100,0
1600	230,0	280,0	345,0	44,0	220,0	270,0	340,0	90,0	190,0	255,0	340,0	105,0	175,0	225,0	295,0	125,0
1800	290,0	355,0	440,0	51,0	275,0	345,0	425,0	105,0	240,0	320,0	425,0	120,0	220,0	285,0	375,0	
2000	355,0	435,0	540,0	61,0	340,0	420,0	530,0	120,0	295,0	390,0	530,0	135,0	270,0	350,0	460,0	
2200	425,0	530,0	650,0	71,0	410,0	510,0	640,0	130,0	355,0	470,0	640,0	155,0	320,0	420,0	560,0	
2400	510,0	630,0	770,0	82,0	485,0	610,0	750,0	145,0	420,0	560,0	750,0	170,0	380,0	495,0	660,0	
2600	600,0	740,0	910,0	110,0	570,0	710,0	890,0	280,0	490,0	660,0	890,0	325,0	445,0	580,0	770,0	
2800	690,0	850,0	1050,0	120,0	660,0	820,0	1030,0	310,0	570,0	760,0	1030,0	355,0	520,0	680,0	900,0	
3000	790,0	970,0	1210,0	135,0	760,0	940,0	1170,0	335,0	650,0	870,0	1170,0	385,0	580,0	770,0	1030,0	

DN	PN 20				PN 25				PN 32			
	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Kupplung
mm	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg
300	7,4	9,3	11,8	16,7	-	9,2	11,5	16,7	-	-	11,3	16,7
350	9,9	12,3	15,6	19,3	-	12,2	15,4	19,3	-	-	15,0	19,3
400	12,6	15,8	21,0	19,3	-	15,5	19,6	19,9	-	-	19,0	22,0
450	15,5	19,6	26,0	22,0	-	19,1	25,0	22,0	-	-	24,0	25,0
500	18,9	24,0	31,0	23,0	-	24,0	30,0	24,0	-	-	29,0	27,0
600	26,0	32,0	42,0	36,0	-	32,0	40,0	39,0	-	-	39,0	44,0
700	34,0	43,0	56,0	45,0	-	42,0	54,0	47,0	-	-	52,0	56,0
800	44,0	56,0	72,0	53,0	-	55,0	70,0	54,0	-	-	68,0	66,0
900	55,0	70,0	91,0	60,0	-	68,0	88,0	64,0	-	-	85,0	95,0
1000	67,0	86,0	115,0	68,0	-	84,0	110,0	79,0	-	-	105,0	115,0
1200	96,0	125,0	160,0	90,0	-	120,0	155,0	110,0	-	-	150,0	135,0
1400	130,0	165,0	220,0	120,0	-	165,0	210,0	145,0	-	-	205,0	170,0

## Anhang I

### Anforderungen an Gleitmittel für Verbindungsstellen

Nenndurchmesser DN (mm)	Erforderliche Gleitmittelmenge (kg) pro Verbindung
100 bis 250	0,050
300 bis 500	0,075
600 bis 800	0,10
900 bis 1000	0,15
1100 bis 1200	0,20
1300 bis 1400	0,25
1500 bis 1600	0,30
1800	0,35
2000	0,40
2200	0,45
2400	0,50
2600	0,55
2800	0,60
3000	0,65

**! Hinweis:** Die Gleitmittelmengen beruhen auf den Verbrauch für zwei Dichtungen und zwei Spitzenden pro Rohr. Im Werk vormontierte Kupplungsverbindungen erfordern je Verbindung nur die Hälfte der oben genannten Mengen.

## Anhang J

### Reinigung von FLOWTITE-Abwasserrohren

Es gibt verschiedene Methoden Abwasserrohre zu reinigen. Welche Methode angewandt wird, hängt vom Typ, Durchmesser sowie vom Grad und Wesen der Verstopfung ab. Alle Methoden nutzen entweder mechanische Mittel oder einen Wasserstrahl, um das Rohr innen zu reinigen.

Wenn mechanische Mittel genutzt werden, empfehlen wir den Einsatz von Molchen oder Kunststoffschabern, damit die Rohinnenfläche nicht beschädigt wird.

In einigen Ländern werden Abwasserrohre durch den Einsatz von Hochdruckstrahlen gereinigt. Dieses Reinigungsverfahren kann bei nicht ordnungsgemäßer Durchführung und Kontrolle die meisten Rohrwerkstoffe beschädigen. Aufgrund der Erfahrungen mit der HD-Reinigung von GFK-Abwasserrohren müssen die nachfolgend beschriebenen Richtlinien befolgt werden, damit die verlegten Rohre nicht beschädigt werden:

#### Reinigung von Kanal- und Abwasserdruckrohren (FS und FPS)

- 1 Einhaltung eines maximalen Druckes an der Düse von 120 bar\*. Aufgrund der glatten Innenfläche von GFK-Rohren ist eine ordentliche Reinigung und gründliche Beseitigung von Verstopfungen in der Regel weit unter diesem Druckwert möglich.
- 2 Rundumstrahlende Düsen sind zu bevorzugen. Insbesondere rotierendstrahlende Düsen und Kettenschleudern/ Kanalfräsen sowie aggressive Düsen mit hohem Schadenpotential sind zu vermeiden.
- 3 Der Auftreffwinkel des Spülstrahls darf 30 Grad nicht übersteigen. Auftreffwinkel kleiner 20 Grad sind ausreichend für den Rohrwerkstoff GFK, der durch geringes Haftungsvermögen gekennzeichnet ist und somit allein das Transportverhalten im Vordergrund steht.
- 4 Die Anzahl der Düseneinsätze sollte 6 bis 8 und der Durchmesser des Düseneinsatzes mindestens 2,4 mm betragen.
- 5 Die Außenfläche des Düsenkörpers muss glatt sein und das Gewicht der Düse darf nicht mehr als 4,5 kg betragen. Die auf das Gewicht von 4,5 kg bezogene Länge der Düse darf 17 cm nicht unterschreiten. Leichtere Düsen (um 2,5 kg) sind insbesondere bei kleinen und mittleren Nennweiten (DN 100 – 800) einzusetzen.
- 6 Extreme Einlass- und Rückzugsgeschwindigkeiten (> 30 m/min) sind unbedingt zu vermeiden. Ein Freilauf der Düse ist in jedem Fall auszuschließen.

Ein Aufschlagen des Düsenkörpers z.B. beim Herablassen der Düse in den Schacht und Einschwenken in die Haltung ist zu vermeiden.

- 7 Die Verwendung von Spül-/Putzschlitten ermöglichen durch den größeren Abstand der Düse zur Rohrsohle eine schonende Reinigung.
- 8 Die Anwendung von Ausrüstungen oder Kennwerten, die nicht die oben aufgeführten Kriterien erfüllt, könnte zur Überbelastung und damit zur Beschädigung der verlegten Rohre führen.

Örtlich begrenzte Abplatzungen der Verschleißschicht beeinflussen nicht die Funktion des Rohrsystems und gelten somit nicht als Materialveränderung.

**Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an den Rohrhersteller.**



**Abbildung J-1 Rundumstrahldüse 4,5 kg**



**Abbildung J-2 Rundumstrahldüse 2,5 kg**

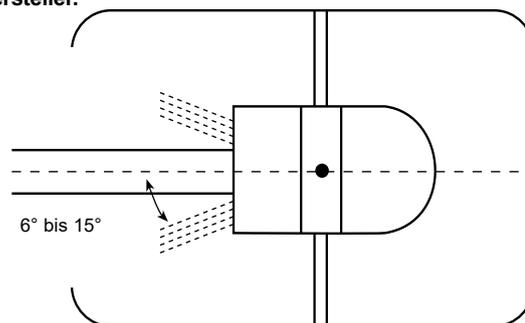
\*Die Reinigung darf nur mit einer maximalen Spülstrahl-Leistungsdichte von 330 W/mm<sup>2</sup> erfolgen. Erfahrungen haben gezeigt, dass sich dabei mit vorgegebenem Düsenkörper und Düseneinsätzen und einem Durchfluss von 300 l/min ein Druck von 120 bar ergibt.

### Reinigung von Druckrohren (FP)

Diese Vorschrift ist anzuwenden auf FLOWTITE-Druckrohre (FP), die als Kanal- oder Abwasserdruckrohre verwendet werden.

- 1 Einhaltung eines maximalen Druckes an der Düse von 80 bar. Aufgrund der glatten Innenfläche von GFK-Rohren ist eine ordentliche Reinigung und gründliche Beseitigung von Verstopfungen in der Regel weit unter diesem Druckwert möglich.
- 2 Rundumstrahlende Düsen sind zu bevorzugen. Insbesondere rotierendstrahlende Düsen und Kettenschleudern/ Kanalfräsen sowie aggressive Düsen mit hohem Schadenpotential sind zu vermeiden.
- 3 Der Auftreffwinkel des Spülstrahls darf 6 bis 15 Grad nicht übersteigen.
- 4 Die Anzahl der Düseneinsätze sollte 6 bis 8 oder mehr und der Durchmesser des Düseneinsatzes mindestens 2,4 mm betragen.
- 5 Die Außenfläche des Düsenkörpers muss glatt sein und das Gewicht der Düse darf nicht mehr als 2,5 kg betragen.
- 6 Extreme Einlass- und Rückzugsgeschwindigkeiten (> 30m/min) sind unbedingt zu vermeiden. Ein Freilauf der Düse ist in jedem Fall auszuschließen. Ein Aufschlagen des Düsenkörpers z.B. beim Herablassen der Düse in den Schacht und Einschwenken in die Haltung ist zu vermeiden.
- 7 Durch Verwendung eines Spül-/Putzschlittens mit mehreren Kufen ist die rundumstrahlende Düse von der Rohrsohle zu heben (**Abbildung J-3**).
- 8 Die Anwendung von Ausrüstungen oder Kennwerten, die nicht die oben aufgeführten Kriterien erfüllt, könnte zur Überbelastung und damit zur Beschädigung der verlegten Rohre führen.

**Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an den Rohrhersteller.**



**Abbildung J-3 Spül-/Putzschlitten**

## Anhang K Anschlüsse, Adapter, Durchführungen

### ANSCHLÜSSE

FLOWTITE-Sattelstücke können zum Anschluss seitlicher Leitungen im drucklosen Anwendungsbereich eingesetzt werden. Dabei stehen eine geschraubte Ausführung, 45° und 90° (**Abbildung K-1, K-2, K-3**) und eine geklebte Ausführung (**Abbildung K-4, K-5**) zur Auswahl.

An andere Werkstoffe z.B. Steinzeug und PVC kann direkt anlamiert werden.

#### Montageanleitung für GFK-Sattelstücke, geschraubt

Der Einbau des Sattels ist in folgenden Arbeitsschritten durchzuführen:

- 1 An der gewünschten Montagestelle die Abzweigöffnung und den Umriss der Sattelplatte durch Auflegen des Sattelstückes anzeichnen. Beim Bearbeiten mit Stichsäge oder Trennscheibe die Markierung um den Betrag der Wandstärke des jeweiligen Abgangsrohres vergrößern. Beim Bearbeiten des Durchbruchs mit einer Bohrkronen den Mittelpunkt des Abgangs positionieren.

Stützendurchmesser	Bohrdurchmesser
DN 100	118 - 122 mm
DN 125	144 - 148 mm
DN 150	170 - 174 mm
DN 200	222 - 226 mm
DN 250	274 - 278 mm
DN 300	326 - 330 mm

Tabelle K-1 Bohrdurchmesser für Sattelstücke

- 2 Abzweigöffnung mittels einer schnelllaufenden Stichsäge, einer Trennscheibe Hartmetall oder Steinscheibe, keine Metallscheibe) oder einem Bohrgerät mit schnelllaufender und diamantbesetzter Krone, unter Beachtung der gültigen Arbeitsschutzvorschriften, aussparen. **Die Innenkante der Öffnung ist zu brechen.**

- 3 Sattel wieder aufsetzen und die erste Bohrung für eine der Befestigungsschrauben markieren und mit beigefügtem Bohrer 11 mm unter leichtem Druck bohren (Kein Schlagbohrwerk verwenden!).

- 4 Flachrundschaube mit der PTFE Dichtung durch das Bohrloch im Hauptrohr von innen nach außen stecken und mit einer Kontermutter sichern. Mit einem 7 mm

Maulschlüssel ist die Schraube an den angeschliffenen Flächen gegen Mitdrehen zu sichern.

- 5 Sattel wieder aufsetzen und die weiteren Bohrlöcher anzeichnen und analog wie bei der ersten Schraube verfahren. Die Auflagefläche für den Sattel muss trocken und sauber sein. O-Ring mit beigefügtem Klebstoff in gleichem Abstand um den Durchbruch an 3 bis 4 Stellen fixieren.
- 6 Sattelstück und Unterlegscheibe aufsetzen und mit den Sechskantmutter M10 verschrauben. **Achtung!** Muttern mittels Drehmomentenschlüssel (40 Nm) anziehen!

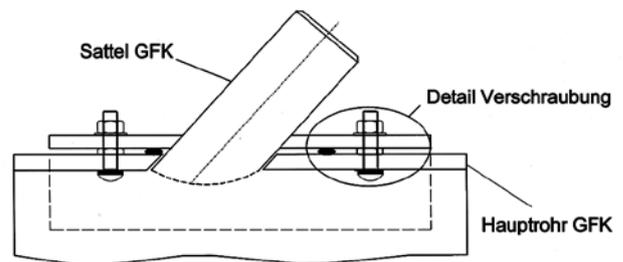


Abbildung K-1 Sattel 45°, geschraubt

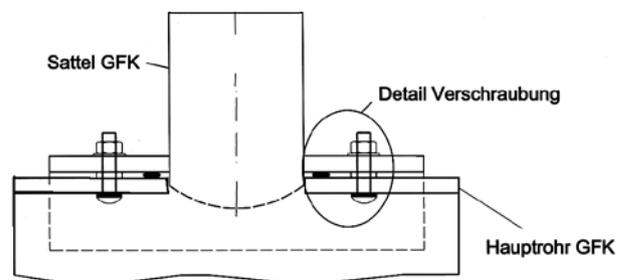


Abbildung K-2 Sattel 90°, geschraubt

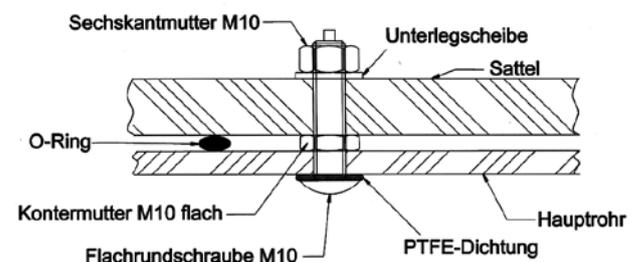
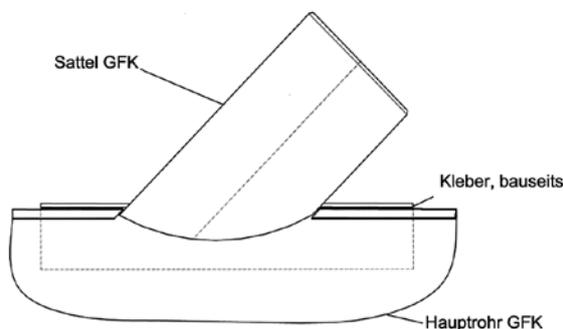


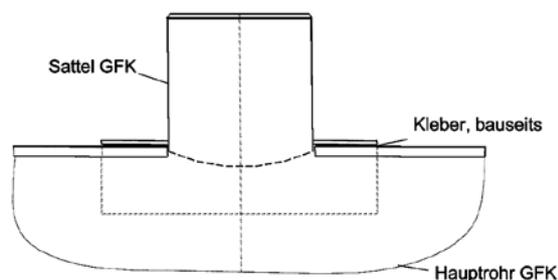
Abbildung K-3 Detail Verschraubung

**Montageanleitung für GFK-Sattelstücke, geklebt**

- 1 An der gewünschten Montagestelle die Abzweigöffnung und den Umriss der Sattelplatte durch Auflegen des Sattelstückes anzeichnen.  
Beim Bearbeiten mit Stichsäge oder Trennscheibe die Markierung um den Betrag der Wandstärke des jeweiligen Abgangsrohres vergrößern.  
Beim Bearbeiten der Durchbruchsöffnung mit einer Bohrkronen den Mittelpunkt des Abgangs positionieren. Die Bohrdurchmesser sind in **Tabelle K-1** enthalten.
- 2 Abzweigöffnung mittels einer Stichsäge, einer Trennscheibe (Hartmetall- oder Steinscheibe, keine Metallscheibe) oder einem Bohrgerät mit schnellaufender und diamantbesetzter Krone unter Beachtung der gültigen Arbeitsschutzvorschriften aussparen.  
**Die Innenkante der Öffnung ist zu brechen.**
- 3 Herstellen einer aufgerauten, trockenen und staubfreien Klebefläche.
- 4 Auftragen des Klebstoffes:  
Einkomponentenbeutel (SIKABONT) können sofort verwendet werden. Klebstoff auf der Sattelunterseite und auf der gekennzeichneten Fläche des Rohres vollflächig auftragen. Die Bearbeitungsbedingungen in **Tabelle K-2** sind zu beachten.



**Abbildung K-4 Sattel 45°, geklebt**



**Abbildung K-5 Sattel 90°, geklebt**

	SIKABONT
Verarbeitungszeit	40 min*
Fixierzeit	60 min
Verarbeitungstemperatur	+5 bis +35 °C
Belastbar nach:	bei 3 mm Klebspalt = 24 h
* 23° C; 50% rel. Luftfeuchtigkeit	

**Tabelle K-2 Bearbeitungsbedingungen**

- 5 Sattel unter leichtem Druck aufsetzen. Bis zum vollständigen Aushärten mit Spannbändern fixieren.
  - 6 Nachdem der Sattel fixiert ist, durch den Abgang greifen und den noch vorhandenen Spalt zwischen Rohr und Sattel mit Restkleber verschließen und noch vorhandene Klebereste sauber entfernen.
- ! Hinweis:** Belastungen sind innerhalb der Aushärtzeiten zu vermeiden.

Nach Einhaltung der in **Tabelle K-2** vorgesehenen Bearbeitungsbedingungen können die Verlege-, Verdichtungs- bzw. Anschlussarbeiten fortgeführt werden.

## ADAPTER

Zum Verbinden von GFK-Kanalrohren mit Steinzeug oder KG stehen im Nennweitenbereich DN 150 Übergangskupplungen GFK/KG und GFK/Steinzeug (**Abbildungen K-6, K-7**) zur Verfügung.

Bei Verbindungen anderer unterschiedlicher Durchmesser ist der Einsatz einer Manschettendichtung möglich (**Abbildung K-8**).



Abbildung K-8 Manschettendichtung

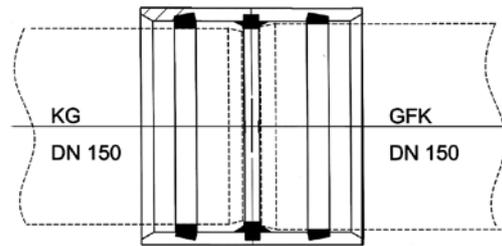


Abbildung K-6 Übergangskupplung GFK - KG

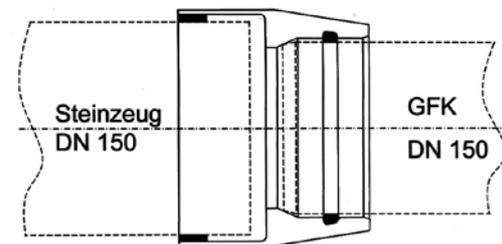


Abbildung K-7 Übergangskupplung GFK - Steinzeug

## DURCHFÜHRUNGEN

Wenn ein Rohr durch eine Betonwand durchgeführt werden muss, müssen besondere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, damit das System durchgängig dicht ist.

Die Verbindungssysteme sind in zwei Kategorien unterteilt:

- 1 **Vor Ort hergestellt** (Gummimanschette, Mauerwerkskupplung / Bauwerksstutzen)
- 2 **Vorgefertigt** (Spezialdichtungen)

### Vor Ort hergestellt

Eine Verbindung vor Ort herstellen heißt, den Beton direkt an Ort und Stelle zu gießen.

### Gummimanschette

Für diesen Fall hat der Markt Gummimanschetten entwickelt, die vor dem Betonieren an den Rohrenden angebracht werden. Die Gummimanschette wird zunächst mit Edelstahlbändern am Rohr befestigt und anschließend einbetoniert. Durch die Form wird zwischen Beton und Rohr eine wasserundurchlässige Dichtung erreicht (**Abbildung K-9**).

**! Hinweis:** Die Wassersperrmanschette ist kein lasttragender Anker.

Die empfohlene Montageanleitung für diese Manschette ist wie folgt:

- 1 Am Ende des FLOWTITE-Rohrs markieren, wo sich die Gummimanschette befinden soll, sowie das Ausmaß der Betonaußenwand. Die Manschette sollte sich am Mittelpunkt der fertigen Betonwand befinden.

2 Die gesamte Rohraußenfläche, die mit dem Beton in Kontakt kommt, reinigen – insbesondere unter dem Bereich, wo die Manschette angebracht wird. Etwaige tiefe Rillen sollten glattgeschliffen werden, um eine bessere Dichtung für die Gummimanschette zu erreichen.

3 Die Gummimanschette über das Rohrende schieben. Darauf achten, dass sich die Manschette auch wirklich in der Mitte der Betonwand befindet.

4 Die Manschette mit den Edelstahlbänder festpressen und fixieren. Zur weiteren Verbesserung der Dichtung ist es generell ratsam, an der direkten Kontaktstelle mit der Manschette Feinbeton (d. h. keine groben Zuschlagstoffe) zu verwenden.

Die Manschetten können entweder für das Rohr oder die FLOWTITE-Kupplung verwendet werden. Wenn eine flexible Verbindung hergestellt werden soll, ist es ratsam, die FLOWTITE-Kupplung zu verwenden und die Manschette direkt über der FLOWTITE-Kupplung anzubringen.

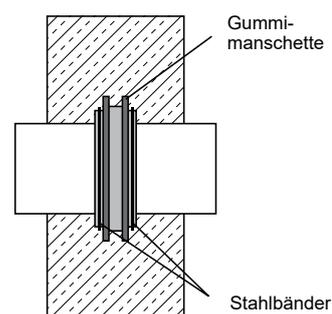


Abbildung K-9 Kunststoffkragen

**Vorgefertigt**

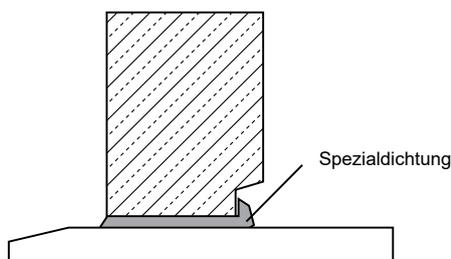
Vorgefertigte Verbindungen werden außerhalb der Baustelle hergestellt und installiert, wenn der Beton erstarrt ist. Die Ein- und Auslasslöcher müssen vom Fertigteilhersteller so bemessen werden, dass sie zum Zeitpunkt der Erstfertigung zum FLOWTITE-Rohr passen. Nun geht es darum, zwischen der Außenwand des FLOWTITE-Rohrs und dem maßmäßig vorbestimmten Loch in der Betonmauer eine wasserundurchlässige Dichtung herzustellen.

Es gibt Hersteller, die Spezialdichtungen produzieren, die für Anschlüsse eines Rohres bestimmt sind, das durch eine Betonwand geführt wird. Das Produkt ist für alle Durchmesser der FLOWTITE-Rohre erhältlich. Die Dichtungen werden wie in **Abbildung K-10 und K-11** dargestellt, in das Betonloch eingebaut.

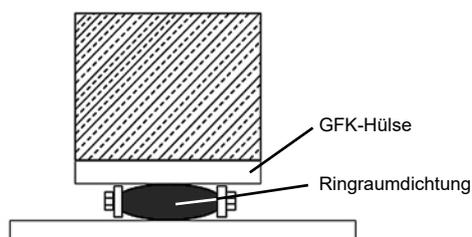
Das Loch durch die Wand kann auf zweierlei Weise hergestellt werden:

- 1 Mit einem Lochschneider mit Diamantspitze – nur bei kleinem Durchmesser praktisch.
- 2 Mit einer zylindrischen Form mit dem entsprechenden Außendurchmesser bei Herstellung des Loches bzw. einer GFK-Hülse.

Die Dichtung wird durch Druck in ihrer Position gehalten. Die Abdichtung erfolgt durch Druck/Verformung der Lippen.



**Abbildung K-10 Spezialdichtung in Betonmauer**



**Abbildung K-11 Ringraumdichtung in Betonmauer**

**! Hinweis:** Die Abmessungen des Systems GFK-Hülse, Ringraumdichtung und FLOWTITE-GFK-Rohr sind mit dem Rohrhersteller abzustimmen

**Mauerwerkskupplung/Bauwerksstützen**

Mauerwerkskupplungen Typen OO, O, A, B, C (**Abbildung K-12 bis K-16**) und Bauwerksstützen Typen E, F, G (**Abbildung K-17 bis K-19**) können je nach Anforderung in unterschiedlichen Ausführungen zum Einsatz kommen.

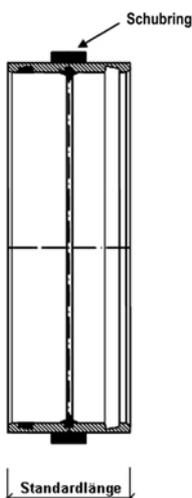
**! Hinweis:** Mauerwerkskupplungen sind beim Einbau auszusteuern. Die Höhe der Lastaufnahme der Schubringe ist mit dem Rohrhersteller abzustimmen.



**Beschreibung:**  
Standardkupplung mit Besandung zum beidseitigen Anschluss

**Anwendung:**  
Einbau in Betonschächte und -wände ohne Grundwasserstand und Längsverschiebung

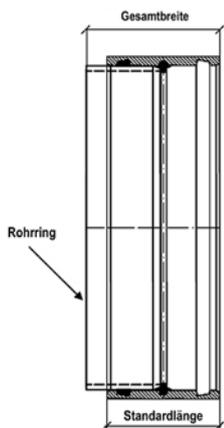
**Abbildung K-12 Mauerwerkskupplung Typ OO**



**Beschreibung:**  
Standardkupplung mit Besandung und Schubring zum beidseitigen Anschluss

**Anwendung:**  
Einbau in Betonschächte und -wände mit Grundwasserstand und höherer Sicherheit gegen Längsverschiebung

**Abbildung K-13 Mauerwerkskupplung Typ O**

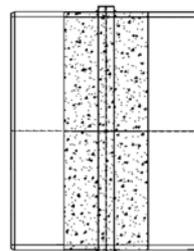
**Beschreibung:**

Standardkupplung mit Besandung und Rohrring zum einseitigen Anschluss

**Anwendung:**

Einbau in Betonschächte und -wände ohne Grundwasserstand und Längsverschiebung

Abbildung K-14 Mauerwerkskupplung Typ A

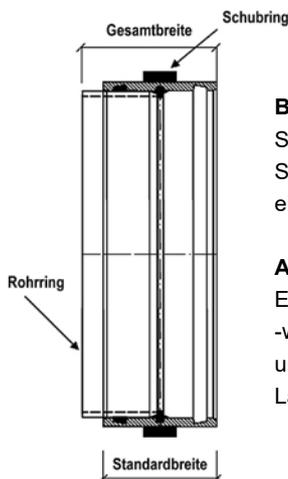
**Beschreibung:**

GFK-Rohr mit Besandung und Schubring in unterschiedlichen Längen.

**Anwendung:**

Einbau in Betonwände bzw. Bauwerke mit Grundwasserstand zum Anschluss bzw. zur geschlossenen Durchführung von GFK-Rohren. Der Schubring gewährleistet eine höhere Sicherheit gegen Längsverschiebung

Abbildung K-17 Bauwerksstützen Typ E

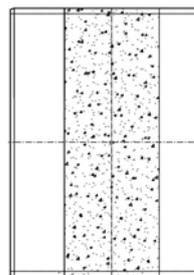
**Beschreibung:**

Standardkupplung mit Besandung, Schubring und Rohrring zum einseitigen Anschluss

**Anwendung:**

Einbau in Betonschächte und -wände mit Grundwasserstand und höherer Sicherheit gegen Längsverschiebung

Abbildung K-15 Mauerwerkskupplung Typ B

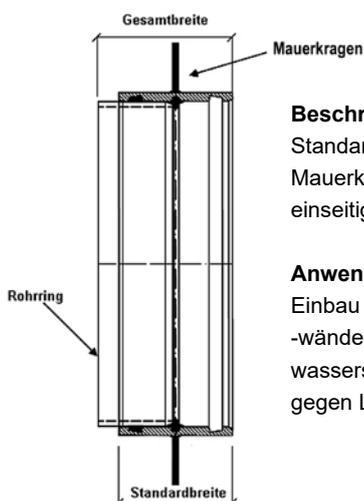
**Beschreibung:**

GFK-Rohr mit Besandung in unterschiedlichen Längen.

**Anwendung:**

Einbau in Betonwände bzw. Bauwerke ohne Grundwasserstand und ohne Längsverschiebung zum Anschluss bzw. zur geschlossenen Durchführung von GFK-Rohren.

Abbildung K-18 Bauwerksstützen Typ F

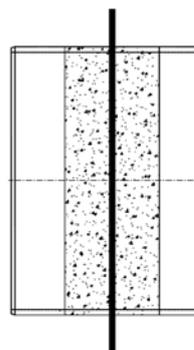
**Beschreibung:**

Standardkupplung mit Besandung, Mauerkragen und Rohrring zum einseitigen Anschluss

**Anwendung:**

Einbau in Betonschächte und -wände mit drückendem Grundwasserstand und höherer Sicherheit gegen Längsverschiebung

Abbildung K-16 Mauerwerkskupplung Typ C

**Beschreibung:**

GFK-Rohr mit Besandung und Mauerkragen in unterschiedlichen Längen.

**Anwendung:**

Einbau in Betonwände bzw. Bauwerke mit höherer Sicherheit gegen drückendes Grundwasser und höherer Sicherheitsanforderung gegen Längsverschiebung zum Anschluss bzw. zur geschlossenen Durchführung von GFK-Rohren.

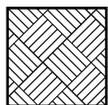
Abbildung K-19 Mauerwerkskupplung Typ G

Die Rohrverlegungsanleitung ist geistiges Eigentum von FTEC.

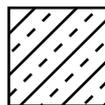
Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung, Speicherung in einem Speicher- und Zugriffssystem oder Übertragung in beliebiger Form und mit beliebigen Mitteln (elektronisch, mechanisch), Fotokopieren, Aufzeichnung o. ä. ist ohne vorherige Genehmigung des Inhabers des geistigen Eigentums untersagt.

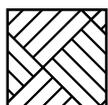
## Erläuterung der Schraffuren



Bettung / Gründung  
verdichtet



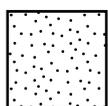
Beton



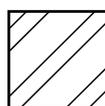
Bettung / Gründung



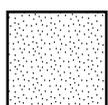
Holz



Verfüllung



Stein



Verfüllung, verdichtet

Diese Broschüre dient lediglich als Richtlinie. Alle in den Produktspezifikationen aufgeführten Werte sind Nennwerte. Aufgrund von Umweltschwankungen, unterschiedlichen Betriebsabläufen oder Interpolation von Daten kann es zu nicht zufriedenstellenden Produktergebnissen kommen. Wir empfehlen dringend, dass die Personen, die diese Daten nutzen, über Fachausbildung und Erfahrung in der Anwendung dieser Produkte und deren normalen Verlegungs- und Betriebsbedingungen verfügen.

Damit die Eignung der Produkte für ihren vorgesehenen Zweck und ihre vorgesehene Anwendung gewährleistet wird, sollte stets das technische Fachpersonal zu Rate gezogen werden, bevor diese Produkte installiert werden. Wir erklären hiermit, dass wir keinerlei Haftung für Verluste oder Schäden übernehmen, die sich aus der Installation oder dem Einsatz von in der Broschüre erwähnten Produkten ergeben, da wir nicht den Sorgfaltsgrad bestimmt haben, der für Verlegung und Betrieb der Produkte erforderlich ist. Wir behalten uns das Recht vor, die Daten bei Bedarf ohne Vorankündigung zu überarbeiten. Ihre Bemerkungen zur Broschüre werden gern angenommen.

Die Flowtite Technologie ist im Besitz von Amiblu. Flowtite Produkte werden sowohl von Amiblu selbst als auch von Lizenznehmern weltweit vertrieben. Nähere Informationen und Kontakte finden Sie auf [www.amiblu.com](http://www.amiblu.com).

# Amiblu®

## **Amiblu Technology AS**

Østre Kullerød 3  
3241 Sandefjord  
Norwegen  
T: + 47 971 00 300  
[info.technology@amiblu.com](mailto:info.technology@amiblu.com)  
[www.amiblu.com](http://www.amiblu.com)

Vertrieb durch: