



Verlegeanleitung für erdverlegte Rohre

Inhalt

1. Einführung	4
1.1. Allgemeine Informationen	4
1.2. Amiblu Rohrsysteme	4
1.3. Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz	4
1.4. Wetter und Temperatur	5
2. Transport und Handhabung von Rohren und Formstücken	5
2.1. Allgemein	5
2.2. Überprüfen bei Anlieferung	5
2.3. Reparaturmöglichkeiten	5
2.4. Handhabung und Transport	6
3. Lagerung	7
3.1. Lagerung der Rohre	7
4. Verlegung und Montage	8
4.1. Allgemein	8
4.2. Rohrgraben	8
4.3. Bodenklassen	8
4.4. Grabensohle und Rohrbettung	9
4.5. Einheben in den Rohrgraben	10
4.6. Verfüllung und Verdichtung der Rohrzone	10
4.7. Einsatz von Flüssigboden und Beton in der Grabenverfüllung	14
4.8. Temperatureffekte	14
4.9. Unterdruck und Vakuum	15
5. Kupplungssysteme und deren Montage	16
5.1. Amiblu Kupplungssysteme	16
5.2. Verbinden von Rohren	18
5.3. Flanschverbindungen	22
5.4. Laminatverbindung	25
5.5. Weitere Verbindungsarten	25
5.6. Korrosionsschutz	26
6. Anschluss an starre Bauwerken	26
6.1. Allgemein	26
6.2. Standard	27
6.3. Alternativvariante	27
7. Verlegung von Formstücken, Behältern und Bauwerken	28
8. Betonumhüllung und Verdämmung	29
8.1. Allgemein	29
8.2. Lagesicherung	29
8.3. Betonieren	30
8.4. Provisorische Rohraussteifung während der Betonummantelung	30
8.5. Verdämmung (Lining)	30
9. Schubsicherung	31
9.1. Allgemein	31
9.2. Widerlager	31



10. Besondere Verlegesituationen und Hinweise	32
10.1. Parallele Rohrleitungen	32
10.2. Kreuzungen	32
10.3. Einbau von GFK-Rohren in Steilstrecken (Gelände mit starkem Gefälle)	33
10.4. Doppelrohre (Rohr im Rohr)	33
10.5. Rohrinverlegung bei hohem Grundwasserspiegel	34
10.6. Verwendung von Grabenverbau	34
10.7. Einbau bei wechselnden Gründungsbedingungen*	34
11. Dichtheitstest	35
11.1. Allgemein	35
11.2. Dichtheitsprüfungen mit Wasser gemäß EN 1610	36
11.3. Dichtheitstest mit Luft gemäß EN 1610	36
11.4. Dichtheitsprüfung von Druckrohrleitungen gemäß EN 805	37
11.5. Muffenprüfung	38
12. Längenanpassungen vor Ort	39
13. Anpassungsarbeiten und Reparaturen	41
13.1. Allgemein	41
13.2. Bewertung des Schadens	41
13.3. Lückenschluß mit Passstücken	41
13.4. Flexible Reparaturkupplungen	41
13.5. Innenmanschetten	42
13.6. Montage-, und Laminierarbeiten	42
13.7. Entfernen einer Rohrkupplung	42
13.8. Rohrleitungsanschluss auf der Baustelle für Freispiegelleitungen	42
13.9. Rohrleitungsanschluss für Druckrohrleitungen auf der Baustelle (Abb. 71)	43
14. Kontrolle der Verlegung	44
14.1. Allgemein	44
14.2. Rohrverformung	44
14.3. Korrektur zu stark verformter Rohre	45
14.4. Spaltmaß zwischen Spitzenden	45
15. Reinigung von Rohrleitungen	46
15.1. Allgemein	46
15.2. Mechanische Reinigung	46
15.3. Reinigung durch Spülen	46
Anhang A – Relevante Normen	48
Anhang B – Zulässige Abwinklung für Amiblu Kupplungssysteme	49
Anhang C –Armaturen und Schächte	50
Anhang D – Haftungsausschluss und Copyright	55



1. Einführung

1.1. Allgemeine Informationen

Dieses Handbuch enthält Anleitungen und Empfehlungen für die Verlegung von erdverlegten Amiblu GFK-Rohren und -Formstücken. Es ist in erster Linie für Bauunternehmer und Personen gedacht, die GFK-Rohre von Amiblu im offenen Graben verlegen. Weitere Produkte und Bedingungen finden Sie in den Verlegeanleitungen von Amiblu für GFK-Vortriebsrohre, Amiblu NC-Line und oberirdische Rohrverlegung.

Obwohl dies nicht als Planungshandbuch gedacht ist, kann es sich dennoch für Ingenieure als nützlich erweisen, die Verlegungen gemäß AWWA M45, Fascicule 70, ATV 127 oder anderen nationalen Richtlinien für die Planung von erdverlegten flexiblen Rohren planen.

Alle Daten und Empfehlungen, die in diesem Handbuch enthalten sind oder von Amiblu zur Verfügung gestellt werden, sind allgemeine Informationen über Amiblu GFK-Rohrsysteme und für individuelle Projekte nicht bindend. Die Abbildungen sind schematisch und nur als Beispiele gedacht. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen gelten als korrekt zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Alle Daten müssen überprüft und ggf. überarbeitet werden.

Die korrekte Verlegung von Rohren erfordert individuelle Berechnungen und eine umfassende Planung durch zertifizierte Ingenieure. Zusätzlich zu den geltenden Normen und Richtlinien müssen die Anforderungen für jede Anlage und die Betriebsbedingungen für jedes Projekt von qualifizierten Ingenieuren bewertet werden. Amiblu prüft im Allgemeinen nicht die Installationsbedingungen vor Ort. Daher liegt dies in der Verantwortung des Bauunternehmers oder beratenden Ingenieurs.

Dieses Dokument gilt für nach EN ISO 23856 hergestellte GFK Rohre und Formstücke. Für Steifigkeitsklassen über SN 20000 können besondere Anforderungen gelten.

Für die Installation von Amiblu GFK-Rohren gelten die einschlägigen Normen und Richtlinien wie EN 1610 und EN 805. Amiblu bietet individuelle Dienstleistungen auf der Grundlage einer persönlichen Beratung. Für besondere Bedingungen, die spezifische Ansätze erfordern, zögern Sie nicht, die technischen Experten von Amiblu zu kontaktieren.

Diese Verlegeanleitung ersetzt keine Regelwerke, geltenden Gesetze, Sicherheits-, Umwelt- oder andere Vorschriften, lokale Vorschriften oder Spezifikationen des Auftraggebers.

1.2. Amiblu Rohrsysteme

Amiblu Rohrsysteme sind flexible Rohrsysteme, die sich unter äußerer Belastung im Rahmen ihrer Konstruktion verformen. Die Flexibilität der Rohre von Amiblu führt zu einer idealen Lastverteilung auf die umgebende Bettung und den Boden, im Gegensatz zu starren Rohren, die die gesamte äußere Last aufnehmen müssen. Nach dem natürlichen Setzen des Verfüllmaterials stabilisiert sich das Rohr-Boden-System, und die Verformung bleibt über die Zeit konstant.

Amiblu Rohrsysteme sind in zwei verschiedenen Systemen erhältlich:

1.2.1 Nicht zugfeste Rohrsysteme

Bei diesen Produkten übertragen die Rohrverbindungen keine Zug- und Druckkräfte. Das Rohrsystem nimmt den Innendruck ohne Schubkraftübertragung auf. Die Verbindungen übertragen keine Längslasten (axial). Schubkräfte werden durch Widerlager abgetragen.

1.2.2 Zugfeste Rohrsysteme

Bei diesen Produkten übertragen die Rohrverbindungen Zugkräfte. Das Rohrsystem nimmt den Innendruck mit Schubkraftübertragung auf. Die Verbindungen übertragen axiale Längszuglasten. Schubkräfte werden vom zugfesten Rohrsystem an den Boden abgetragen.

1.3. Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz

Von der Anlieferung auf der Baustelle bis zur Inbetriebnahme des Rohrsystems sind unabhängig von dieser Montageanleitung alle gesetzlichen und betrieblichen Anforderungen an Arbeitsschutz, Brandschutz und technische Sicherheit zu beachten. Alle Anweisungen und Abbildungen müssen vor jeder Anwendung einzeln und entsprechend den Bedingungen vor Ort überprüft werden.

Es ist besonders darauf zu achten, dass die Innen- und Außenflächen der Rohre sehr glatt sind. In Bezug auf Feuchtigkeit oder Materialien wie Öle, Fette usw., die häufig auf Baustellen vorkommen, ist besondere Vorsicht geboten, wenn Sie sich ins Innere der Rohre begeben, diese lagern, handhaben und transportieren.

Runde Produkte sind während der Lagerung, Handhabung und Verlegung potenziell instabil. Achten Sie an der Baustelle immer auf geeignete und sichere Positionen aller Produkte (um ein Rollen, Drehen, Fallen und plötzliche Bewegungen zu verhindern).

Wenn Sie sich in das Innere eines Rohrs oder einer Rohrleitung begeben, befolgen Sie alle lokalen und sonstigen Vorschriften, die für Arbeiten in engen Räumen gelten.



1.4. Wetter und Temperatur

Amiblu Rohre aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) wurden bereits in den rauesten Klimazonen installiert – von trockenen Wüsten bis zur Arktis – und sind dort im Temperaturbereich von -40 bis +50 °C im Einsatz. Sowohl die Rohrmaterialien als auch die Dichtungen sind für den Betrieb in diesen unterschiedlichen Klimazonen geeignet.

Im Zusammenhang damit ist Folgendes zu beachten:

- Lagerung von Rohren, Dichtungen und Schmiermitteln
- Schmiermitteltypen für unterschiedliche Bedingungen
- Kein gefrorenes Verfüllmaterial verwenden
- Temperaturschwankungen zwischen Installation und Betrieb
- Montagekraft ist temperaturabhängig
- Eis in Dichtungen und Nuten
- Überschwemmung und Schlamm bei starkem Regen

2. Transport und Handhabung von Rohren und Formstücken

2.1. Allgemein

Rohre und Formstücke werden in unseren Amiblu Werken von fachgerecht Personal verladen. Die mitgelieferte Verpackung ist für das vorgesehene Transportmittel (z. B. Straße, Schiene oder Seeweg) geeignet. Dennoch sollte jede Lieferung bei ihrer Ankunft auf Mängel überprüft werden. Achten Sie besonders auf beschädigte Rohrenden, starken Abrieb und Druckstellen. Jegliche Stoßbelastung muss vermieden werden. Beschädigte Bauteile eines Transports sollten gekennzeichnet und für eine spätere Reparatur separat gelagert werden.

Bei Anlieferung ist der einwandfreie Zustand der Produkte zu prüfen. Auffälligkeiten und Beschädigungen sind auf dem Lieferschein zu vermerken. Reklamationen zu einem späteren Zeitpunkt können nicht akzeptiert werden. Der Zwischentransport auf den Baustellen sollte vorzugsweise in der Originalverpackung erfolgen.

Wird bei der Lieferung keine Erstinspektion durchgeführt, und werden später beschädigte Rohre entdeckt, sind zukünftige Reklamationen nicht zulässig.

2.2. Überprüfen bei Anlieferung

Alle Produkte sollten bei Anlieferung auf der Baustelle überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine Transportschäden aufgetreten sind. Vergleichen Sie die Menge der gelieferten Artikel mit den Angaben des Lieferscheines. Entdeckte Mängel müssen sofort in den entsprechenden Fracht- und

Versandpapieren und im Beisein des Spediteurs vermerkt und mit Fotos dokumentiert werden, damit sie bei Reklamationen berücksichtigt werden können.

Abhängig von der Dauer der Lagerung, dem Umfang des Handling auf der Baustelle und weiteren Faktoren, die den Zustand der Rohre beeinflussen könnten, wird empfohlen, die Rohre kurz vor der Installation erneut zu inspizieren.

Führen Sie die Erstinspektion bei der Lieferung wie folgt durch:

- Führen Sie eine Sichtprüfung vor der Entladung auf dem LKW durch. Wenn die Ladung nicht verschoben ist, reicht zumeist eine normale Inspektion während des Entladens aus, um festzustellen, ob die Produkte unbeschädigt sind.
- Wenn sich die Ladung verschoben hat oder Hinweise auf unsachgemäße Handhabung vorliegen, untersuchen Sie jedes Produkt sorgfältig auf Schäden.
- Im Allgemeinen reicht eine visuelle Inspektion aus, um Schäden zu entdecken.
- Bei erkennbaren äußeren Beschädigungen sollte die Innenfläche des Produktes soweit möglich, im Besonderen im Bereich der äußeren Auffälligkeiten, ebenfalls inspiziert werden.
- Wenn Sie Mängel oder Schäden feststellen, separieren Sie die betroffenen Rohre und wenden Sie sich an den örtlichen Lieferanten von Amiblu.
- Verwenden Sie keine Rohre, die offenbar beschädigt oder defekt sind. Sowohl die Innen- als auch die Außenflächen müssen frei von Unregelmäßigkeiten sein, welche die Eigenschaften des Bauteils beeinträchtigen könnten.

2.3. Reparaturmöglichkeiten

Normalerweise können Rohre mit kleineren Schäden schnell und einfach von einer qualifizierten Person auf der Baustelle repariert werden. Wenn Sie jedoch Zweifel am Zustand eines Rohrs haben, sollten Sie es nicht verwenden.

Ein Mitarbeiter von Amiblu kann Ihnen dabei helfen, festzustellen, ob eine Reparatur sinnvoll, erforderlich und möglich ist.

Versuchen Sie beschädigte Produkte **nicht ohne vorherige Rücksprache** mit Ihrem örtlichen Amiblu Ansprechpartner zu reparieren. Reparaturen müssen von geschultem Personal durchgeführt werden. Unsachgemäß reparierte Produkte funktionieren möglicherweise nicht wie vorgesehen.

Visuelle Unterschiede können aus fertigungstechnischen Gründen und in Folge von stichprobenartigen Prüfungen im Zuge der werkseigenen Produktionskontrolle auftreten. Dies ist kein Grund für eine Beschwerde. **Wenden Sie sich bei Fragen an Ihren regionalen Amiblu Ansprechpartner.**



2.4. Handhabung und Transport

Sicherheitshinweise

- Wenn Bauteile mit Anschlagpunkten geliefert werden, müssen alle Anschlagpunkte verwendet werden, um eine ungleichmäßige Lastverteilung zu vermeiden.
- Stellen Sie sicher, dass vor allem Rohre jederzeit gegen Wegrollen gesichert sind. Beim Öffnen von Rohrverpackungen sollten Sie besonders vorsichtig sein.
- Stellen Sie jederzeit sicher, dass die zulässige Traglast der Hebezeuge und Geräte nicht überschritten wird. Rohrgewichte sind im Amiblu Produkthandbuch angegeben. Bei Bauteilen nach Zeichnung, sind Gewichtsangaben enthalten.
- Die Lastanschlagmittel (z. B. Bolzen, Schrauben etc.) und Hebezeuge sind vor jeder Benutzung auf Beschädigungen zu überprüfen.
- Beschädigte Lastanschlagmittel und Hebezeuge dürfen nicht verwendet werden.
- Übermäßige Stoß- und Biegebelastungen müssen beim Handling von Bauteilen vermieden werden.

Die Rohre werden in der Regel in Längen von 3 bis 12 m geliefert und sind mit einer vormontierten Kupplung ausgestattet. Beim Entladen können die Verpackungseinheiten (Abb. 1) ohne Auspacken angehoben werden. Zum Abladen können Sie textile Hebezeuge, einen Gabelstapler oder einen Radlader verwenden. Es ist ratsam, mindestens zwei textile Hebezeuge zu verwenden. Achten Sie besonders darauf, dass die Produkte nicht in den Hebezeugen verrutschen (Gewährleistung von Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz).

Um einen sicheren Transport zu gewährleisten, werden einzeln geladene Rohre gemäß Abb. 2 be- und entladen. Der Grenzwert für den Abstand zwischen den Gurten und den Hebestellen beträgt $0,6 \times$ die Gesamtlänge des Rohrs, wobei immer der Mittelpunkt des Rohres als Bezugspunkt berücksichtigt wird. Falls es notwendig ist, die Rohre mit Hilfe eines Dorns im Inneren des Rohres zu bewegen, muss der Dorn gepolstert werden, um Beschädigungen zu vermeiden.

Verwenden Sie keine Haken, Drahtseile, Ketten oder Hebezeuge mit scharfen Kanten. Setzen Sie die Rohre keinen Punktbelastungen aus (Abb. 3).

Metallwerkzeuge (Gabelstaplergabeln usw.) müssen gepolstert sein, um Rohrschäden zu vermeiden.

Die Rohre können je nach Bedarf ineinander verschachtelt werden (Rohre mit kleinerem Durchmesser innerhalb von größeren Rohren). Diese Rohre haben in der Regel eine spezielle Verpackung und erfordern möglicherweise besondere Verfahren für Entladen, Handling, Lagerung und Transport. Spezielle Ladungssicherungsmaßnahmen werden, falls erforderlich, von Amiblu bereits bei Verladung durchgeführt.



Abb. 1: Verpackungseinheit



Abb. 2: Be- und Entladen von Rohren mit 2 Hebezeugen



Abb. 3: Haken und Drahtseile dürfen für den Transport nicht in direktem Kontakt mit dem Rohr verwendet werden

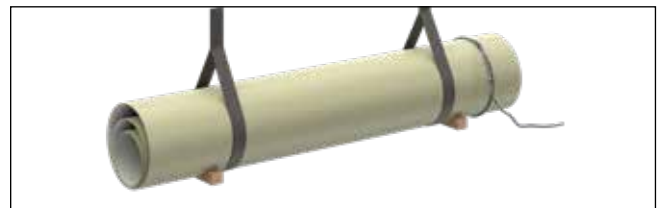


Abb. 4: Anheben verschachtelter Rohre



Abb. 5: Entfernen von Rohren aus der Verschachtelung mit geschützten Gabeln

Die folgenden allgemeinen Hinweise sollten in diesen Fällen immer beachtet werden:

- Heben Sie das verschachtelte Bündel immer mit mindestens zwei textilen Hebezeugen an (Abb. 4).
- Verschachtelte Rohre werden am besten in der Transportverpackung aufbewahrt. Das Stapeln dieser Pakete wird nicht empfohlen, sofern nicht anders angegeben.
- Der sichere Transport von verschachtelten Bündeln erfolgt am besten in der Originaltransportverpackung. Eventuelle besondere Anforderungen an die Halterung, Konfiguration und/oder Befestigung am Fahrzeug werden für jedes Projekt spezifiziert.
- Die Rohre sind einzeln zu entnehmen, beginnend mit der kleinsten Nennweite. Die Entschachtelung erfolgt am besten auf einer vorbereiteten Fläche der Baustelle mit geeigneter Ausrüstung. Gepolsterte Gabeln oder Dorne sind zu verwenden, um die Rohre vorsichtig aus dem Bündel zu heben, ohne Rohre zu beschädigen (Abb. 5). Wenn Gewicht, Länge und Ausrüstung diese Methode ausschließen, wird empfohlen, immer das innerste Rohr aus dem Bündel heraus zu schieben- oder zu ziehen.
- Eine Sichtkontrolle der Produkte nach dem Entschachteln ist erforderlich.

Bei einigen Bauteilen liegt der Schwerpunkt nicht in der Mitte. Die Position der Hebezeuge muss entsprechend angepasst werden (Abb. 6). Im Falle von Tangentialschächten oder stark unsymmetrischen Bauteilen ist die Mindestlänge der Hebezeuge so zu wählen, dass ohne Druckstellen eine gleichmäßige Lastverteilung auf alle Lastanschlagpunkte gewährleistet ist.

In jedem Fall ist ein Schleifen der Rohre über den Boden nicht zulässig (Abb. 7).

3. Lagerung

3.1. Lagerung der Rohre

Die Originalverpackung in welcher die Produkte geliefert werden, ist sowohl für den Transport als auch für die Lagerung geeignet. Die Rohre sollten soweit möglich auf einer ebenen Fläche gelagert werden (Abb. 8), die frei von größeren Steinen und anderen potenziell schädlichen Gegenständen ist. Die Materialien dürfen keiner starken Hitze, Flammen oder Lösungsmitteln ausgesetzt werden.

Die Rohre müssen auch vor Beschädigungen, Punkt- und Linienbelastungen geschützt werden (Abb. 9-10).

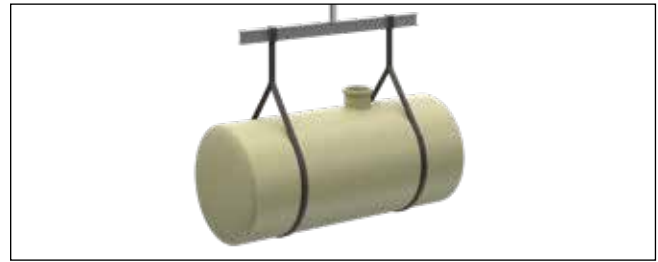


Abb. 6: Handhabung von GFK-Formstücken

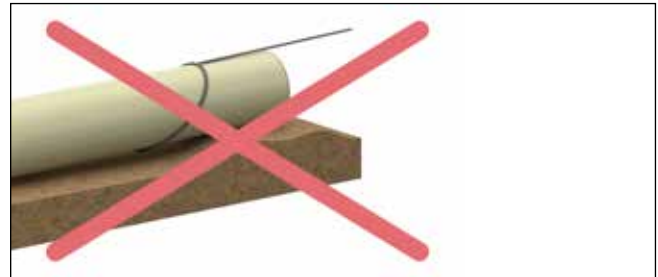


Abb. 7: Rohre dürfen nicht über den Boden geschleift werden



Abb. 8: Richtige Lagerung in der Verpackungseinheit



Abb. 9: Rohre dürfen nicht auf Steinen liegen



Abb. 10: Rohre dürfen nicht auf einer unebenen Oberfläche liegen

DN [mm]	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1400	≥ 1500
Anzahl der Lagen	8	8	7	6	5	4	3	3	2	2	1

Tabelle 1: Empfohlene Stapelhöhen auf Baustellen

Die Rohre müssen vor Vandalismus und dem Zugriff Dritter sowie vor Beschädigung und Verschiebung geschützt sein. Wenn die Rohre auf dem Lagerplatz gestapelt werden, hängt die zulässige Stapelhöhe von den Bodenverhältnissen sowie von den Lade- und Sicherheitseinrichtungen vor Ort ab (siehe Tabelle 1).

Die unterste Lage Rohre muss mit Holzbalken unterlegt werden, um eine Verschlämmung durch abfließendes Regenwasser zu vermeiden und zu verhindern, dass die Rohre am Boden festfrieren. Um Unfälle zu vermeiden, sollte die Stapelhöhe auf Baustellen 3 m nicht überschreiten. Die Rohre müssen mit Hilfe von Holzbalken und Keilen in ihrer Position gesichert werden.

Amiblu Rohre werden in der Regel mit einer an einem Rohrende montierten Kupplung geliefert. Die Rohrrinnenfläche und die Gummidichtungen in den Kupplungen dürfen nicht länger als 3 Monate UV-Strahlung ausgesetzt sein. Außerdem müssen sie vor Fetten, Ölen, Lösungsmitteln und anderen schädlichen Substanzen geschützt werden. Es ist daher ratsam, die Rohrenden abzudecken, wenn die Rohre über einen längeren Zeitraum im Freien gelagert werden.

Die äußere Schicht der Rohre schützt die darunter liegenden Strukturschichten vor Umwelteinflüssen wie UV-Strahlung und Verwitterung. In Regionen mit höherer UV-Belastung kann die äußere Schicht auch so angepasst werden, dass sie noch widerstandsfähiger gegen ultraviolette Strahlung ist. Beachten Sie, dass die UV Strahlung im Laufe der Zeit zu optischen Veränderungen führen kann, ohne die Produkteigenschaften zu beeinflussen.

3.2. Lagerung von Dichtungen, Scherstäben und Gleitmittel

Gummiringdichtungen und Scherstäbe, die getrennt von den Kupplungen geliefert werden, sollten in ihrer Originalverpackung im Schatten gelagert werden und nicht dem Sonnenlicht ausgesetzt sein, sofern sie nicht Rohre verbinden. Außerdem müssen die Dichtungen vor dem Kontakt mit aus Erdöl gewonnenen Fetten und Ölen sowie vor Lösungsmitteln und anderen schädlichen Substanzen geschützt werden.

Dichtungsschmiermittel sollte unter Vermeidung von Verunreinigungen gelagert werden. Teilweise benutzte Eimer sollten wieder verschlossen werden, um eine Verunreinigung des Schmiermittels in jedem Fall zu vermeiden. Wenn die Temperaturen während der Installation unter 5 °C liegen, sollten Dichtungen und Schmiermittel bis zu ihrer Verwendung

bei einer Temperatur über 5 °C aufbewahrt werden. Verwenden Sie kein gefrorenes Schmiermittel. Ein spezielles Schmiermittel für Temperaturen unter 5 °C sowie für sehr feuchte Umgebungsbedingungen ist auf Anfrage erhältlich.

4. Verlegung und Montage

4.1. Allgemein

Eine erdverlegte Rohrleitung ist ein technisches Bauwerk, bei dem das Zusammenspiel von Rohren, Rohrverbindungen, Einbettung, Rückverfüllung und Überdeckung die Grundlage für die Stabilität und Zuverlässigkeit des Systems bildet.

Die Nennsteifigkeit der Rohre und die Bodenbeschaffenheit bestimmen gemeinsam die Standsicherheit des Systems, ein wichtiger Faktor bei erdverlegten Rohrleitungen. Daher sind die Verwendeten Bettungsmaterialien und die Ausführung der Verlegung die wichtigsten Kriterien für die Integrität der Rohrleitung.

4.2. Rohrgraben

Bei Planung und Aushub von Rohrgräben und Baugruben sollte die EN 1610 beachtet werden. Darüber hinaus können Inhalte der EN 805 in Betracht gezogen werden. Es liegt in der Regel in der Verantwortung des Planers, technische Regelwerke einzuhalten und lokale Richtlinien zu befolgen. Bedingungen vor Ort sind unbedingt zu berücksichtigen. Die Wahl der Grabenbreite richtet sich nach Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes, der zum Einbau vorgesehenen Technik und den zu verwendenden Verdichtungsgeräten (siehe EN 1610).

Amiblu stellt auf Anfrage technische Unterstützung bei speziellen Verlegesituationen, zur Auswahl von Details oder statische Berechnungen zur Verfügung.

4.3. Bodenklassen

Die Tragfähigkeit des anstehenden Bodens muss bei der Planung und der Auswahl der Bettungs- und Verfüllmaterialien des Rohrgrabens berücksichtigt werden.

Die maßgeblichen Parameter, welche nach örtlichen Gegebenheiten und geplanter Verlegung auszuwählen / zu betrachten sind, ist das Bettungsmaterial, unmittelbar um das Rohr (Verfüllung der Rohrzone), der Verdichtungsgrad und die Eigenschaften des anstehenden Bodens in Höhe des Rohres. Die Wahl der Parameter kann von den



Herstellerempfehlungen und durch praktische Erfahrungen bestimmt werden. Die Kombination aus Bodenklasse und Verdichtungsgrad bestimmt maßgeblich das statische System.

Organische Materialien sollten vermieden werden.

Bei setzungsgefährdeten Böden oder bei Böden mit unzureichender Tragfähigkeit können besondere Maßnahmen erforderlich sein. Setzungen können die Rohrleitungen beeinträchtigen. Wenn Setzungen nicht auszuschließen sind, beispielsweise bei torfigen oder lehmigen Böden, wird ein Bodenaustausch oder die Verwendung von Geotextilien, Kiesbetten usw. empfohlen.

Weitere Informationen finden Sie in lokalen einschlägigen Richtlinien wie dem DWA Regelwerk, der AWWA M45, der Fascicule F70 usw..

Diese Verlegeanleitung verwendet allgemeine Definitionen für Verlegesituationen ohne Bezug auf ein bestimmtes nationales technisches Regelwerk, um generelle Unterstützung bei Planung und Verlegung zu bieten.

4.4. Grabensohle und Rohrbettung

Die Terminologie für die verschiedenen Zonen des Rohrgrabens ist in Abb. 11 beschrieben.

Eine tragfähige Rohrbettung ist eine wichtige Voraussetzung für eine langlebige, während ihrer gesamten Lebensdauer einwandfrei funktionierenden Rohrleitung. Bereiten Sie die Grabensohle für das angegebene Gefälle und die Einbautiefe vor und vermeiden Sie jede Auflockerung des anstehenden Bodens im Bereich der Grabensohle.

Die Bettung sollte auf einer stabilen Gründung erfolgen, um eine notwendige Stützung für das Rohr zu gewährleisten (siehe Abb. 12 und Abb. 13). Die Stärke der Bettungsschicht muss mindestens 100 mm betragen (Abb. 11). Bei felsigem, hartem, weichem, lockerem, instabilem oder stark nachgiebigem Erdbreich in der Grabensohle kann es erforderlich sein, die Dicke der Bettungsschicht zu erhöhen, um eine gleichmäßige Längsstützung zu erreichen (Abb. 11).

Es ist inzwischen gängige Praxis, die Bettung auf einer Breite von 1/3 des Rohrdurchmessers direkt unter dem Rohr unverdichtet zu lassen. Dadurch wird eine Lastkonzentration in der Rohrsohle reduziert.

Das GFK-Rohr soll vollflächig auf der Bettung aufliegen. Im Bereich der Kupplung sind Vertiefungen vorzusehen (etwa das 2-3 fache der Kupplungsbreite), die das ermöglichen. Die Rohre dürfen nicht auf den Kupplungen aufliegen.

Achten sie auf gleichmäßiges Gefälle der Bettungsschicht.

zwischen benachbarten Rohren.

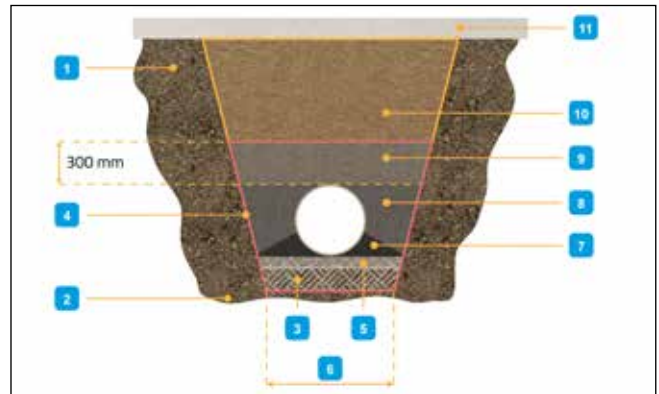


Abb. 11: Rohrgraben-Terminologie

1. Anstehender Boden: Umgebender Boden, in dem der Graben für die Rohrverlegung ausgehoben wird
2. Grabensohle: Anstehender Boden unter dem Rohr
3. Gründungsschicht (falls erforderlich)
4. Rohrzone: Die gesamte Verfüllung um das Rohr, einschließlich Bettung, Zwickelverfüllung und Seitenverfüllung und Abdeckung
5. Bettung: Bettungsmaterial, das in die Grabensohle oder auf der Gründung eingebracht wird, um eine homogene Materialzone für die Verlegung des Rohrs zu erreichen.
6. Grabenbreite auf Höhe Rohrsohle
7. Zwickelverfüllung (obere Bettungsschicht)
8. Seitenverfüllung: Bettungsmaterial an den Seiten des Rohrs
9. Abdeckung: Der obere Teil der Rohrzone, bis ca. 300 mm über dem Rohr
10. Hauptverfüllung: Verfüllmaterial, das von der Oberkante der Rohrzone bis zur Geländeoberkante eingebracht wird
11. Oberbau

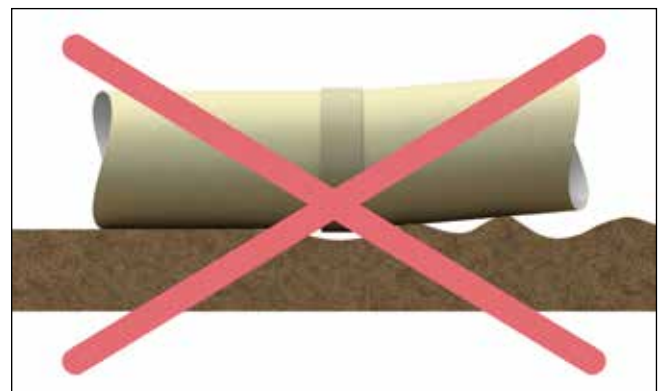


Abb. 12: Falsche Rohrbettung

Achten Sie bei den Vertiefungen für die Kupplungen im Rohrbett darauf, dass genügend Platz für die Montage und die Kontrolle der Verbindung vorhanden ist (siehe Abb. 13).

4.5. Einheben in den Rohrgraben

Alle Einbauteile sollten vor dem Ablassen in den Rohrgraben nochmals auf Beschädigungen überprüft werden. Hinweise zur Handhabung finden Sie in Kapitel 2.

Vermeiden Sie während der Handhabung Kollisionen mit Grabenverbau, bereits verlegten Bauteilen und anderen Gegenständen. Stellen Sie das Gefälle der Rohrleitung nicht mit punktuellen Auflagern oder anderem Material her. Die Bettungsschicht muss bereits für das geplante Gefälle vorbereitet sein.

Hinweise zur Rohrmontage finden Sie in Kapitel 5.

4.6. Verfüllung und Verdichtung der Rohrzone

4.6.1. ALLGEMEIN

Eine unmittelbare Verfüllung nach der Montage wird empfohlen, um folgende Risiken zu vermeiden: das Aufschwimmen des Rohrs durch Flutung des Grabens und temperaturbedingter Bewegungen. Das Aufschwimmen der Bauteile kann Schäden verursachen, welche zu vermeidbaren Neuinstallationskosten führt. Der kumulative Effekt von Längenänderung durch Temperatur kann über große Längen zu Lageänderungen wie auch Dichtheitsproblemen in den Kupplungen führen.

GFK-Rohre sind mit einer Überdeckung von $\geq 75\%$ des Aussendurchmessers auftriebssicher, wenn Verfüllmaterial mit $\geq 19 \text{ kN/m}^2$ Trockendichte verwendet wird.

Halten Sie während der Rohrverlegung und Verfüllung den Rohrgraben frei von Wasser (siehe Kapitel 10.5). Achten Sie darauf, dass die Verdichtungsarbeiten nicht die Richtung oder das Gefälle der Rohrleitung verändern. Die Arbeiten zum Ein- und Ausbau von Entwässerungssystemen müssen so durchgeführt werden, dass die Stabilität der Umgebung und der Rohrleitung nicht beeinträchtigt wird. Bei Grundwasser wird die Verwendung von nicht bindigen Böden ohne Feinanteile empfohlen. Ergreifen Sie geeignete Maßnahmen, um zu verhindern, dass sich Bettungs- oder Verfüllmaterial mit dem anstehenden Boden vermischt. Das kann zum Beispiel durch den Einsatz von Geotextil erreicht werden.

Wenn längere Haltungen verlegt werden und sich die Verfüllung verzögert, sollte bei jedem Rohr der mittlere Bereich bis zum Scheitel verfüllt werden, um Bewegungen an der Verbindung zu minimieren.

Eine direkte Verlegung auf Betonaufleger bzw. die

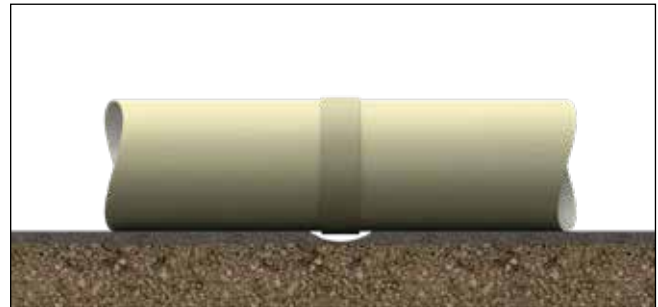


Abb. 13: Rohrverlegung mit Vertiefung auf der vorbereiteten Bettungsschicht

Verfüllung des Zwickelbereichs mit Beton ist nicht zulässig. Teilummantelungen erfordern besondere Betrachtungen, kontaktieren Sie Amiblu für weitere Informationen.

Bei Verwendung von Verbau wird empfohlen, diesen schrittweise zu entfernen und das Verfüllmaterial lagenweise gegen den anstehenden Boden zu verdichten. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 10.6.

4.6.2. MATERIALIEN FÜR DIE ROHRZONE

Im Rohrzonenumfeld ist eine gute Einbauqualität der Verfüllung wichtig für die dauerhafte Stabilität und Tragfähigkeit des Rohr-Boden-Systems. Für die Verfüllung der Rohrzone können verschiedene Materialien verwendet werden. Diese Materialauswahl sollte fachlich fundiert nach lokalen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten getroffen werden. Es wird empfohlen, abgestuftes Material zu verwenden, um optimale Verdichtungsergebnisse zu erzielen. Als Materialien können in der Rohrzone sowohl gebrochene oder auch natürlich verfügbare Baustoffe eingesetzt werden.

Saubere grobkörnige Böden mit geringem Feinanteil, sandige oder feinkörnige Böden können ebenfalls zum Verfüllen verwendet werden. Diese Materialien erfordern in der Regel einen höheren Verdichtungsanfang.

Die Projektspezifikationen sollten in jedem Fall eingehalten werden. Das verwendete Material in der Rohrzone muss die Anforderungen an die zulässige Korngröße erfüllen (siehe Tabelle 2).

Maximale Siebgröße (bestimmt durch den Siebtest)
$\leq 16 \text{ mm}$ für Rohre $\leq \text{DN } 400$
$\leq 32 \text{ mm}$ für Rohre $\text{DN } 450 - \text{DN } 1200$
$\leq 40 \text{ mm}$ für Rohre $> \text{DN } 1300$

Tabelle 2: Zulässige Korngröße zur Verfüllung der Rohrzone (Verfüllung der Zonen 5 bis 8 nach Abb. 11))



Nicht bindige Böden sind einfach zu verwenden und erfordern den geringsten Verdichtungsaufwand, um die erforderliche Verdichtung zu erreichen.

Lassen Sie das Verfüllmaterial niemals unkontrolliert aus großer Höhe auf das Rohr fallen. Wenn das Verfüllmaterial mittels Bagger um das Rohr eingebracht wird, sollte sich die Schaufel in der Nähe des Rohres befinden.

Es ist wichtig zu beachten, dass aufbereitetes Aushubmaterial oder zugelieferte Baustoffe übergroße Steinanteile enthalten kann. Die maximal zulässige Überkorngröße darf das Doppelte der zulässigen Korngröße gemäß Tabelle 2 nicht überschreiten. Der zulässige Anteil an Überkorn ist auf 10 % begrenzt.

Verwenden Sie kein gefrorenes Material in der Rohrzone. Verfüllen Sie nicht auf eine gefrorene Bettung.

Für spezielle Produkte wie Flowtite Grey, Flowtite Orange und Hobas PU-Line können andere Anforderungen an das Verfüllmaterial innerhalb der Rohrzone gelten. Wenden Sie sich an Amiblu, wenn Sie solche Produkte einbauen möchten.

4.6.3. ROHRZONE

Die Verfüllung beginnt mit der vorbereiteten Bettungsschicht (5) im Graben. Achten Sie besonders auf die Verdichtung der Verfüllung unter dem Rohr (Abb. 15). Die Rohrzone muss das Rohr über seine gesamte Länge und den Umfang stützen. Sie muss gut verdichtet und mit einem geeigneten Verfüllmaterial ausgeführt werden.

Das Rohr muss auf der Bettung (5) vollflächig aufliegen (Mulde für die Rohrverbindung vorsehen). Dies verhindert Längsbiegungen und Bewegungen in den Verbindungen.

Achten Sie bei Auswahl und dem Einsatz von Verdichtungsgerät darauf, dass die Rohre während des Vorgangs nicht beschädigt werden.

Gehen Sie vor allem bei Rohren mit kleineren Durchmessern vorsichtig vor. Bringen Sie das Verfüllmaterial auf beiden Seiten des Rohrs bis zu einer Höhe von 300 mm über dem Scheitel in Schichten von höchstens 300 mm ein und verdichten Sie es, um den erforderlichen Verdichtungsgrad zu erreichen.

Stellen Sie sicher, dass die Rohrzone ausreichend verdichtet wird. Stellen Sie die homogene Verdichtung der Rohrzone (Schichten 5 bis 8) sicher. Der Verdichtungsgrad der Rohrzone sollte mindestens 90 % Proctordichte erreichen. Vorgaben aus statischen Berechnungen sind zu beachten.

Die Verfüll- und Verdichtungsarbeiten müssen so ausgeführt werden, dass sich Rohre und Formstücke nicht bewegen oder angehoben werden.



Abb. 14: Unsachgemäße Zwickelverfüllung (Hohlräume sind unzulässig)

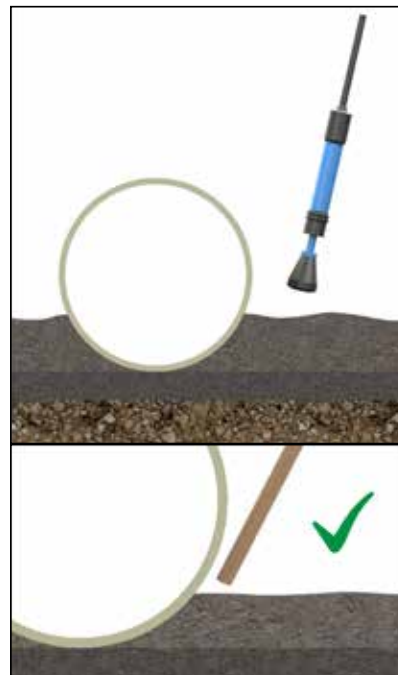


Abb. 15: Fachgerechte Zwickelverfüllung mit leichtem Gerät

4.6.4. ZWICKELVERFÜLLUNG

Eine ordnungsgemäß hergestellte Zwickelverfüllung (6) ist besonders wichtig, um die optimale Lastverteilung im Rohr-Boden-System sicherzustellen.

Das fachgerechte Herstellen der Zwickelverfüllung (6) wird durch die Verwendung von Material mit Korngrößen < 25mm erleichtert.

Verdichten Sie das Material im Bereich der Zwickelverfüllung (6) von Hand oder verwenden Sie leichte Vibrationsstampfer (max. Schlagkraft 0,3 kN) oder leichte Plattenverdichter (max. Schlagkraft 1 kN) mit entsprechender Verdichtungstiefe.

4.6.5. SEITENVERFÜLLUNG

In der Regel sollte die ordnungsgemäß eingebrachte und verdichtete Seitenverfüllung nicht zu einer Verformung des Rohres führen, wenn bis zum Scheitel verfüllt wurde. Die regelmäßige Kontrolle der Rohrverformung ist ein gutes Mittel, um die Qualität von Einbau und Verdichtung der Seitenverfüllung (7) zu bewerten (siehe Hinweise, Kapitel 14).

Die vertikale Ovalisierung (vertikale Ellipse) durch den Einbau der Seitenverfüllung (7) sollte 1,5 % des Rohrdurchmessers nicht überschreiten.

4.6.6. EINBAUTYPEN

Es werden zwei Standardverfüllungen für die Rohrzone (4) empfohlen (Abb. 16 und Abb. 17). Die Wahl zwischen den beiden Einbautypen hängt von den Eigenschaften des anstehenden Bodens, den Verfüllmaterialien, der Verlegetiefe, den Projektanforderungen, der Nennsteifigkeit der Rohre und den Betriebsbedingungen ab.

4.6.6.1. Einbau-Typ 1

Die Konfiguration des Typs 1 sollte bei regelmäßiger Verkehrsbelastung, geringer (weniger als 1 m) oder großer (mehr als 5 m) Überdeckung und hohen Anforderungen an Unterdruck (Vakuum) angewendet werden. Bei Typ 1 wird die Rohrzone (4) mit einer Materialspezifikation bis zu 300 mm über Rohrscheitel verfüllt. Achten Sie auf ausreichende Verdichtung gemäß Projektspezifikation.

4.6.6.2. Einbau-Typ 2 (geteilte Rohrzonenvorfüllung)

Die „geteilte“ Ausführung der Rohrzone (4) nach Typ 2 wird im Allgemeinen für Anwendungen mit geringerem Druck ($P_N \leq 10$ bar), leichter Verkehrsbelastung, mittlerer Überdeckung (ca. 1 bis 5 m) und begrenzten Anforderungen an den Unterdruck (Vakuum) empfohlen. Der Einbau-Typ 2 ist durch die Verwendung von geeignetem Aushubmaterial in der oberen Rohrzone (4) wirtschaftlicher.

Verfüllmaterial mit guten Bettungseigenschaften wird in der unteren Rohrzone (4) bis ca. 60 % des Rohrdurchmessers verwendet. Dabei handelt es sich in der Regel abgestuftes Verfüllmaterial mit einem geringen Feinkornanteil. Diese lassen sich leicht in den Zwickelbereich einbauen und können in größeren Lagen verdichtet werden. Dieses Material ist in der Regel weniger empfindlich gegenüber Feuchtigkeit.

Bei Typ 2 wird die obere Rohrzone (4) mit geeignetem Aushubmaterial bis 300 mm über Rohrscheitel (8) verfüllt. Es darf sandiges, feinkörniges Aushubmaterial, das wirtschaftlicher verfügbar ist verwendet werden. Achten Sie auf ausreichende Verdichtung gemäß Projektspezifikation

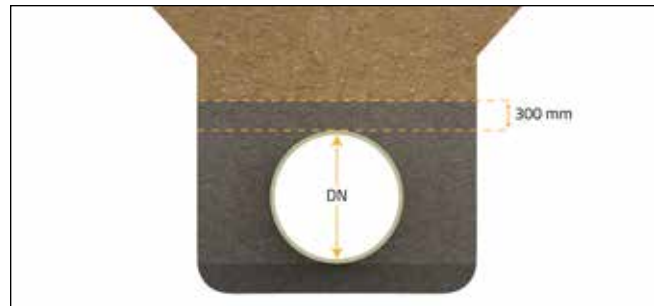


Abb. 16: Einbau-Typ 1

VERFAHREN FÜR EINBAU-TYP 1

- Stellen Sie die Bettung gemäß den Vorgaben in Kapitel 4.4 her.
- Verfüllen Sie die Rohrzone bis 300 mm über dem Rohrscheitel mit geeignetem Verfüllmaterial. Achten Sie auf ausreichende Verdichtung gemäß Projektspezifikation.
- Bei Freispiegelanwendungen ohne Verkehrsbelastung kann ggf. in Abstimmung mit der Projektplanung auf die Verdichtung der Hauptverfüllung (9) verzichtet werden.

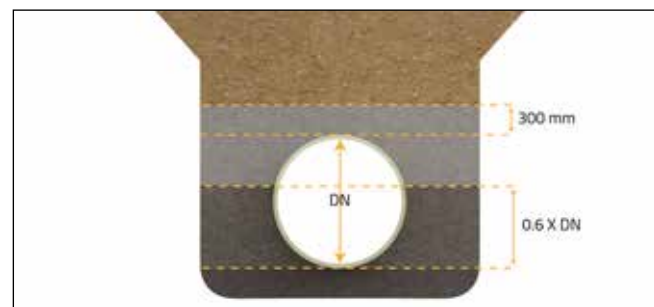


Abb. 17: Einbau-Typ 2

VERFAHREN FÜR EINBAU-TYP 2

- Konstruieren Sie das Rohrbett gemäß den Richtlinien in Kapitel 4.4.
- Verfüllen Sie das Rohr bis zu einer Höhe von 60 % des Rohrdurchmessers mit dem angegebenen Verfüllmaterial, das auf die erforderliche Verdichtung gemäß der Projektspezifikation verdichtet wird.
- Verfüllen Sie den Bereich von 60 % des Durchmessers bis 300 mm über dem Rohrscheitel mit weniger steifem Verfüllmaterial, das wie erforderlich verdichtet wird.
- Die Verfüllungskonfiguration Typ 2 ist nicht für kleine Durchmesser oder in Fällen mit starker Verkehrsbelastung geeignet.



4.6.7. GRABENRÜCKVERFÜLLUNG

Grabenverfüllungen unter verkehrsbelasteten Bereichen werden häufig verdichtet, um Setzungen der Straßenoberfläche zu minimieren (Abb. 18). Tabelle 3 zeigt die erforderliche Mindesthöhe der Abdeckung (8) über dem Rohr, bevor bestimmte Verdichtungsgeräte direkt über dem Rohr eingesetzt werden dürfen.

Verdichtungsarbeiten dürfen nicht zu lokalen Verformungen oder Abflachungen im Rohr führen. Material sollte nicht unverdichtet eingebaut werden. Achten Sie auf den erforderlichen Verdichtungsgrad.

In der Grabenhauptverfüllung außerhalb der Rohrzone darf Aushubmaterial mit einer maximalen Steingröße von bis zu 300 mm verwendet werden, sofern das Rohr mindestens 300 mm überdeckt ist. Steine ab 200 mm dürfen nicht aus einer Höhe von mehr als 2 m auf die 300 mm dicke obere Abdeckung (8) über dem Rohrscheitel fallen.

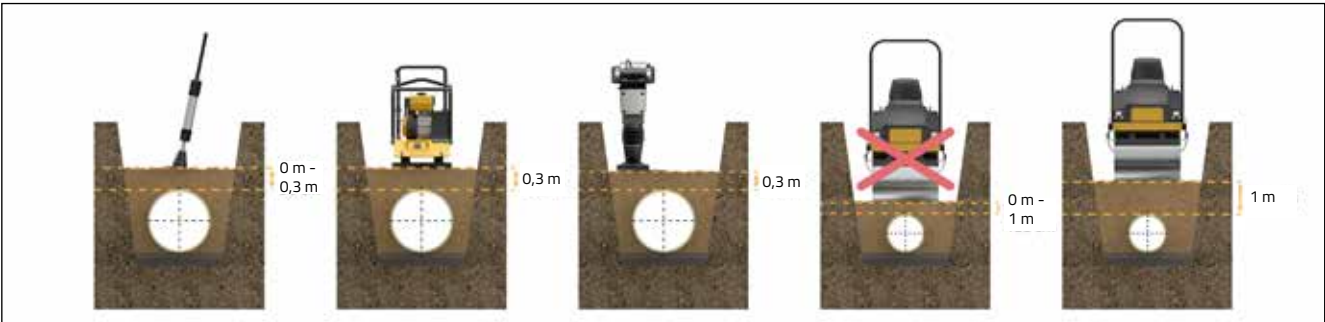


Abb. 18: Mindesthöhe der verschiedenen Verdichtungsgeräte.

Gerät	Minimale Bodenbedeckung über dem Rohrscheitel vor der Verdichtung (m)	Gerät	Minimale Bodenbedeckung über dem Rohrscheitel vor der Verdichtung (m)
Fuß- oder Handstampfer max. 15 kg	0,2	Vibrationswalze	
		max. 15 kN/m	0,6
		max. 30 kN/m	1,2
		max. 45 kN/m	1,4
		max. 65 kN/m	1,8
Vibrationsstampfer max. 70 kg	0,3	Doppelvibrationswalze	
		max. 5 kN/m	0,2
		max. 10 kN/m	0,45
		max. 20 kN/m	0,6
		max. 30 kN/m	0,85

Tabelle 3: Mindestabdeckung für die Verdichtung über dem Rohr für verschiedene Typen von Geräten



Abb. 19: Handbetriebene Verdichtungsgeräte



4.7. Einsatz von Flüssigboden und Beton in der Grabenverfüllung

Die Verwendung von Flüssigboden kann eine vorteilhafte Methode zur Verfüllung von GFK-Rohren sein, wenn ein hoher Grundwasserspiegel, eine geringe Grabenbreite oder Situationen vorliegen, in denen der Einbau erfolgen muss, ohne dass sich Personen im Graben aufhalten.

Die Rohrverfüllung mit Flüssigboden oder Beton erfordert aufgrund der Auftriebskräfte eine gründliche Vorbereitung.

Besonderes Augenmerk sollte auf Folgendes gelegt werden:

- Übermäßige Biegebelastung in Längsrichtung
- Lokales Ausknicken an Verbaupunkten
- Ovalisierung des Rohres
- Verdrehung und Fehlausrichtung der Rohrverbindungen

Darüber hinaus muss Folgendes berücksichtigt werden:

- Analyse des Bau- und Betriebszustandes
- Auswahl der einer geeigneten Rohrbettung
- Grundwasserspiegel
- Lagesicherung der Rohrleitung und insbesondere geeigneter Abtrag der Auftriebskräfte um ein Aufschwimmen zu verhindern (siehe Kapitel 8.2)

Die Verfüllung mit Flüssigboden erfolgt in der Regel in mehreren Schritten. Die Verwendung von nicht standardisierten Rohrlängen kann sich je nach den verwendeten Installationstechniken als vorteilhaft erweisen.

Der Verfüllprozess in Verbindung mit der gewählten Auftriebssicherung (Abb. 20 und Abb. 21) der Rohrleitung darf nicht zu unzulässiger Durchbiegung der Rohre, Verschiebung in den Rohrverbindungen oder lokalen Schäden an Lastabtragungspunkten führen. Das Rohr sollte so gelagert werden, dass der Flüssigboden leicht um das Rohr herum und vollständig darunter fließen kann (siehe Kapitel 8.4).

Die maximal zulässige Rohrverformung darf 3% nicht überschreiten. Es dürfen keine Beulen oder Abflachungen, besonders nicht im Bereich von Lastabtragungspunkten, auftreten.

Stützen sollten eine akzeptable Rohrform gewährleisten (weniger als 3 % Durchbiegung, keine Beulen oder flache Bereiche). Bei Druckrohren sollte die Durchbiegung auf weniger als 1 % begrenzt werden, um eine hohe Belastung des umgebenden Flüssigbodens durch die druckbedingte erneute Rundung des Rohres zu vermeiden. Verwenden Sie die in den Kapiteln 8.2 bis 8.4 beschriebenen Methoden für die richtige Abstützung.

Es empfiehlt sich, bei der Vorplanung einen erfahrenen Konstrukteur zu Rate zu ziehen.

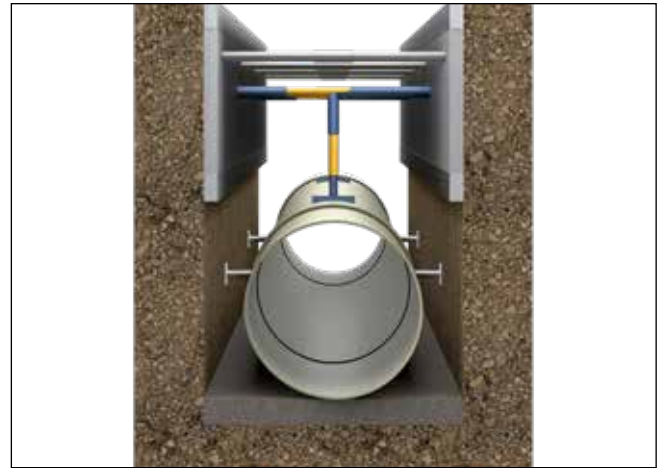


Abb. 20: Typische Aufschwimmsicherungen für den Einbau in Flüssigböden, Vorderansicht

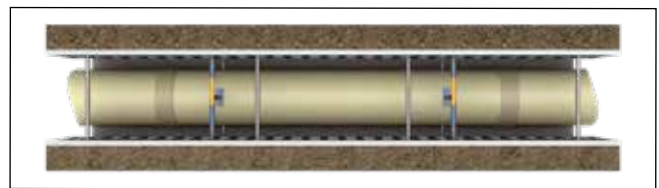


Abb. 21: Typische Aufschwimmsicherungen für den Einbau in Flüssigböden, Draufsicht

4.8. Temperatureffekte

Wenn eine Rohrleitung leer und unverfüllt ist, z. B. während der Verlegung im offenen Rohrgraben, neigt sie dazu, sich durch Sonneneinstrahlung zu erwärmen. Die Erdüberdeckung der Rohrleitung verhindert dieses Problem.

Amiblu Kupplungssysteme sind für einen Auszug von bis zu 0,3 % der nominalen Rohrlänge für Druckrohre und 0,2 % für drucklose Rohre qualifiziert. Weitere Details siehe Kapitel 5.1.

Besondere Vorsicht ist bei Projekten geboten, bei denen die Temperatur bei der Verlegung mehr als 20 °C unter der Betriebstemperatur liegt. In solchen Fällen muss ein Spalt zwischen Stopper und Spitzende eingeplant werden, um die temperaturbedingte Ausdehnung der Rohre zu kompensieren. Verwenden Sie zur Berechnung der Längenänderung aufgrund von Temperaturschwankungen einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von ca. $30 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ in Längsrichtung (Tabelle 4).

$$s = (T_{\text{max}} - T_{\text{inst}}) \times L \times 30 \times 10^{-6}$$

s – Änderung der Länge [mm]

T_{max} – Betriebliche Maximal-/Minimaltemperatur des Rohrs aufgrund der Umgebung oder des Mediums [°C]

T_{inst} – Rohrtemperatur während der Installation [°C]

L – Rohrlänge [mm]



Temperaturunterschied im Medium oder in der Umgebung [°C]	Änderung der Länge eines 6-m-Rohrs [mm]	Änderung der Länge eines 12-m-Rohrs [mm]
+/- 20	+/- 3,5	+/- 7
+/- 40	+/- 7	+/- 14
+/- 60	+/- 11	+/- 22

Tabelle 4: Rohrlängenänderungen in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz

4.9. Unterdruck und Vakuum

4.9.1. ALLGEMEIN

Der maximal zulässige Unterdruck (Vakuum) im Rohr ist eine Funktion der Verlegetiefe, des anstehenden Bodens, der Steifigkeit des Rohrs und der Verfüllung der Rohrzone sowie der Grabenbreite. für Rohre SN10.000 beträgt.

Um eine ausreichende Stützung des Rohr-Boden-Systems zu gewährleisten, berechnen Sie die Mindestverlegetiefe für Unterdruck gemäß den geltenden Normen und Regelwerken wenn der Unterdruck mehr als 0,25 bar für SN2.500, 0,5bar für SN5.000 und vollem Vakuum (1 bar)

4.9.2. FREILIEGENDE ROHRABSCHNITTE

Einige Abschnitte einer erdverlegten Rohrleitung, z. B. in Schiebergruben oder Schächten, können nicht erdverlegt sein. Da die stabilisierende Unterstützung des Bodens nicht vorhanden ist, muss die Widerstandsfähigkeit gegen Beulen durch Unterdruck separat bewertet werden. Tabelle 5 zeigt den maximal zulässigen Unterdruck abhängig vom Abstand zwischen zwei Festpunkten für die freie ungestützte Rohrlänge.

Hinweis:

Die Festpunkte müssen steif genug sein, um das Beulen des Rohres zu verhindern, z. B. mit Flanschen, Betonummantelungen usw. GFK-Kupplungen allein sind dazu nicht geeignet.

DN	SN 2500				SN 5000				SN 10000			
	1,5 m	3 m	6 m	12 m	1,5 m	3 m	6 m	12 m	1,5 m	3 m	6 m	12 m
100-250	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
300	0,47	0,29	0,27	0,27	0,78	0,56	0,54	0,54	1	1	1	1
400	0,77	0,31	0,27	0,27	1	0,59	0,54	0,54	1	1	1	1
500	0,83	0,35	0,28	0,27	1	0,64	0,55	0,54	1	1	1	1
600	0,91	0,41	0,28	0,27	1	0,71	0,55	0,54	1	1	1	1
700	1	0,51	0,29	0,27	1	0,84	0,56	0,54	1	1	1	1
800	1	0,66	0,3	0,27	1	1	0,57	0,54	1	1	1	1
900	1	0,79	0,32	0,27	1	1	0,6	0,54	1	1	1	1
1000	1	0,81	0,34	0,27	1	1	0,62	0,54	1	1	1	1
1200	1	0,88	0,4	0,28	1	1	0,7	0,54	1	1	1	1
1400	1	1	0,49	0,28	1	1	0,82	0,55	1	1	1	1
1600	1	1	0,63	0,29	1	1	1	0,57	1	1	1	1
1800	1	1	0,77	0,31	1	1	1	0,59	1	1	1	1
2000	1	1	0,79	0,33	1	1	1	0,61	1	1	1	1
2400	1	1	0,87	0,39	1	1	1	0,69	1	1	1	1
2800	1	1	0,99	0,49	1	1	1	0,81	1	1	1	1
3200	1	1	1	0,62	1	1	1	0,98	1	1	1	1
3600	1	1	1	0,76	1	1	1	1	1	1	1	1
4000	1	1	1	0,78	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabelle 5: Maximal zulässiger Unterdruck (bar) für nicht erdverlegte Abschnitte. Rohrlänge von 1,5 m/3 m/6 m/12 m zwischen den Festpunkten

Hinweis:

Die Sicherungen sollten steif genug sein, um das Rohr rund zu halten, z. B. mit Flanschen, Betonummantelungen usw..



5. Kupplungssysteme und deren Montage

Für Amiblu Rohre sind verschiedene Kupplungssysteme erhältlich. Ausgehend von den Anforderungen Ihres Projekts wählt Amiblu die beste Kupplung für Ihr Szenario aus.

5.1. Amiblu Kupplungssysteme

Amiblu GFK-Kupplungen sind Doppelsteckkupplungen mit verschiedenen Typen von Dichtungen. Die Dichtung sollte vor dem Einbau immer gereinigt und einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Vor der Druckbeaufschlagung müssen freiliegende Rohrleitungen oder teilweise überdeckte Abschnitte ordnungsgemäß gesichert werden, um Stabilität zu gewährleisten und Bewegungen zu verhindern.

5.1.1. FREISPIEGELKUPPLUNG / FSC ODER ASC

Diese Kupplung (Abb. 22) ist für drucklose Anwendungen (PN 1) vorgesehen. Das Dichtungssystem besteht aus 2 separaten Gummidichtungen. Die FSC oder ASC-Kupplung kann eine Abwinklung wie in Anhang B angegeben aufnehmen. Die Dichtung ist in der FSC-Kupplung bis DN 1200 fixiert. Die ASC-Kupplung ist bis DN 960 verfügbar. Die Position der Dichtungslippen sollte nach der Montage mit einer Fühlerlehre oder einer anderen geeigneten Methode überprüft werden.

Die Kupplung ist für einen maximalen Auszug von 24 mm ausgelegt.

5.1.2. DRUCKKUPPLUNG/FPC, REKA

Diese Kupplung (Abb. 23) ist für Anwendungen mit Betriebsdrücken > 1 bar für Rohre mit einer Länge von bis zu 12 m vorgesehen. Dieses Dichtungssystem besteht aus 2 separaten Gummidichtungen. Die FPC-Kupplung kann eine Abwinklung wie in Anhang B angegeben aufnehmen. Die Position der Dichtung sollte nach der Montage mit einer Fühlerlehre oder einer anderen geeigneten Methode überprüft werden.

Die Kupplung ist für einen maximalen Auszug von 36 mm ausgelegt.

5.1.3. DRUCKKUPPLUNG WINKELIG/FPC-A

Diese Kupplung (Abb. 24) ist für Anwendungen mit Betriebsdrücken > 1 bar für Rohre mit einer Länge von bis zu 12 m vorgesehen. Dieses Dichtungssystem besteht aus 2 separaten Gummidichtungen. Die FWC-Kupplung kann eine Abwinklung wie in Anhang B angegeben aufnehmen. Mit diesem System können Abwinklungen von bis zu 3° bei Rohren

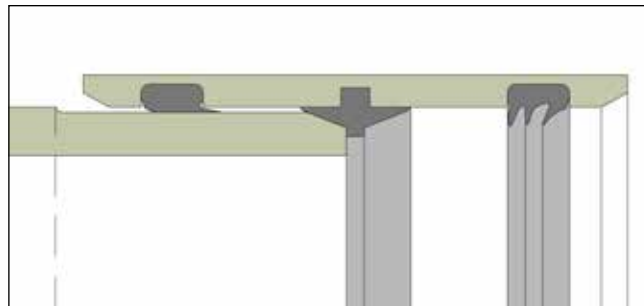


Abb. 22: FSC-/ASC-Kupplung – für Freispiegelanwendungen

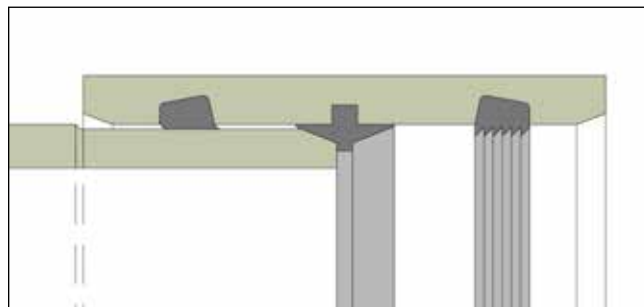


Abb. 23: FPC-Kupplung für Druckanwendungen

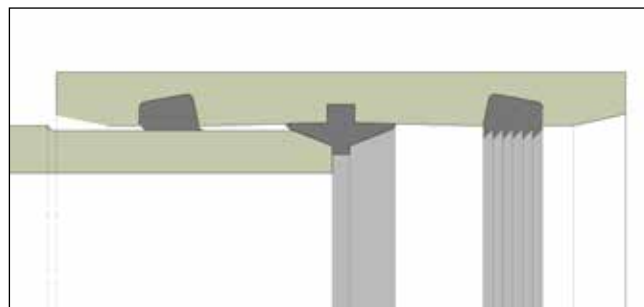


Abb. 24: FPCA-Kupplung für Druckanwendungen

mit einer Länge von 3–12 m für alle Durchmesser bis PN 16 erreicht werden. Für DN 600 und größer ist eine symmetrische Aufteilung der Anwicklung von 1,5° je Seite erforderlich, um eine Gesamtabwinklung von 3° zu erreichen.

Für Rohre über DN 1200 sind für die Verwendung schräg geschnittene Rohrspitzenden erforderlich. Wenn die Verbindung in gerader Ausrichtung verwendet wird, sollte das Rohr nicht schräg geschnitten werden. Ausrichtungsmarkierungen auf den Rohren sind bei der Installation zu berücksichtigen.

Die Verbindungen sollten nach der Montage mit einer Fühlerlehre oder einer anderen geeigneten Methode überprüft werden. Der Anwendungsbereich der FPCA-Kupplung ist DN 600 bis DN 2500. Für DN 2600 und größer kann die FPC-Kupplung mit schräg geschnittenen Rohrspitzenden verwendet werden.

Die Kupplung ist für einen maximalen Auszug von 36 mm geeignet.



5.1.4. DRUCKKUPPLUNG / FWC

Die FWC (Abb. 25) ist eine Druckkupplung, die für Rohre mit einer Länge von bis zu 6 m (auch für Freispiegleitungen) geeignet ist. Dieses Dichtungssystem ist ein vollflächiges Gummiprofil mit 2 Dichtlippen pro Spitzende. Die FWC-Kupplung kann eine Abwinklung wie in Anhang B angegeben aufnehmen.

Für zusätzliche Abwinklungen sind schräg geschnittene Rohrspitzen erforderlich. Die zulässige Auslenkung beträgt 3° für Durchmesser bis DN 1400 und 2,5° für alles darüber.

Wenn die Verbindung in gerader Ausrichtung verwendet wird, sollte das Rohr nicht schräg geschnitten werden. Ausrichtungsmarkierungen auf den Rohren sind bei der Installation zu berücksichtigen.

Diese Kupplung ist für einen maximalen Auszug von 18 mm geeignet.

5.1.5. ZUGFESTE DRUCKKUPPLUNG / FBC

Die FBC-Kupplung (Abb. 26) ist ein zuggesichertes Druckkupplungssystem und kann für Rohre mit einer Länge von bis zu 12 m verwendet werden. Dieses Dichtungssystem besteht aus 2 separaten Gummidichtungen und 2 Scherstäben, die den Axialschub von Rohr zur Rohr übertragen. Rohrverbindungen werden mit einem Scherstab verriegelt. Das Verbindungssystem ist für einen Betriebsdruck PN 16 (DN 800) bis PN 6 (DN 2000) erhältlich. Bei Formstücken mit FBC-Kupplungen sollten die Baulänge und die Position der Kupplungen im projektspezifisch festgelegt werden.

Die FBC-Kupplung ist nicht für eine Auszug- oder Abwinklung vorgesehen und sollte nicht in Bereichen mit Biegemomenten ohne Konsultation mit Amiblu verwendet werden.

5.1.6. AUSSENBÜNDIGE KUPPLUNGEN)

Amiblu bietet verschiedene außenbündige Kupplungssysteme (Abb. 27) aus Edelstahl oder GFK mit verschiedenen Dichtungssystemen. Diese werden hauptsächlich für grabenlose Anwendungen verwendet.

Kontaktieren Sie Amiblu für weitere Informationen über diese Art von Verbindung.

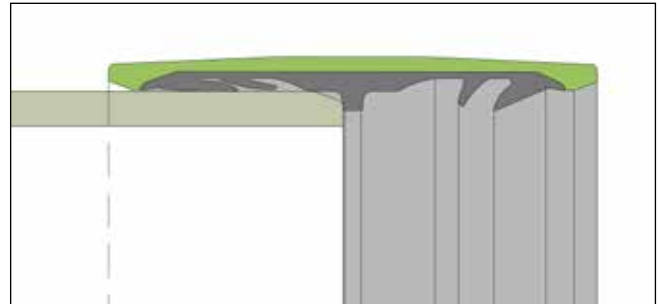


Abb. 25: FWC-Kupplung für Druck- und Freispiegelanwendungen

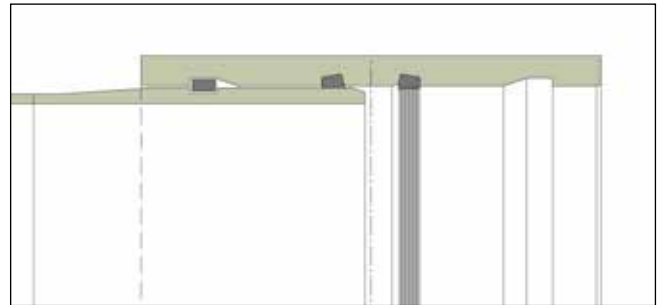


Abb. 26: FBC-Kupplung für zugfeste Rohrverbindungen

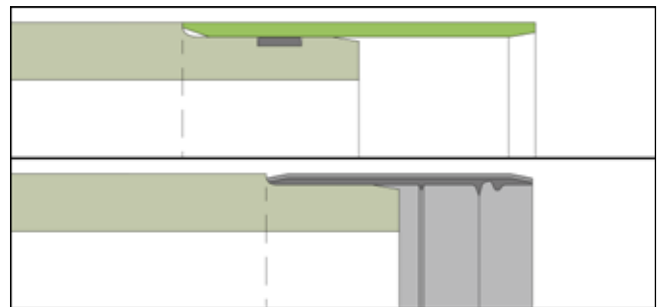


Abb. 27: Außenbündige Verbindungen

5.2. Verbinden von Rohren

Amiblu-Rohre werden in der Regel mit einer vormontierten Kupplung geliefert. Prüfen Sie vor der Montage der Bauteile den korrekten Sitz der Kupplungen und Dichtungen.

5.2.1. MONTAGESCHRITTE FÜR NICHT ZUGFESTE KUPPLUNGEN

5.2.1.1. Einheben in den Rohrgraben

(Siehe Kapitel 4.5.)

5.2.1.2. Reinigung vor der Montage

Entfernen Sie unmittelbar vor dem Verbinden der Rohre jeglichen Schmutz von den zu verbindenden Oberflächen und insbesondere von den Dichtungselementen.

5.2.1.3. Dichtungsmontage (für FPC, FPCA, FBC und ASC)

Wenn die Dichtung vor Ort eingebaut werden muss, gehen Sie wie folgt vor: Setzen Sie die Dichtung in die Nut ein und lassen Sie dabei (in der Regel 2 bis 4) Gummischlaufen aus der Nut herausragen (siehe Abb. 28). Verwenden Sie in diesem Stadium der Montage kein Gleitmittel in der Nut oder auf der Dichtung. Sie können Wasser verwenden, um die Dichtung und die Nut anzufeuchten, um die Positionierung und das Einsetzen der Dichtung zu erleichtern. Drücken Sie jede Schlaufe der Gummidichtung mit gleichmäßigem Druck in die Dichtungsnut. Ziehen Sie nach dem Einbau vorsichtig in radialer Richtung um den Umfang herum, um die Kompression der Dichtung zu verteilen. Überprüfen Sie auch, ob beide Seiten der Dichtung um den gesamten Umfang herum gleichmäßig über die Oberkante der Nut herausragen. Dabei ist es hilfreich, mit einem Gummihammer zu klopfen und Schraubzwingen zur Fixierung einzusetzen.

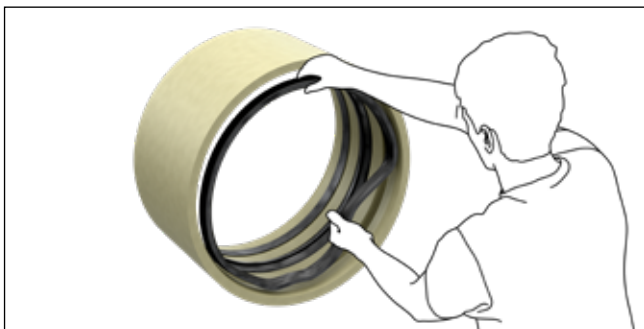


Abb. 28: Installation der losen Dichtung

5.2.1.4. Auftragen des Gleitmittels

Tragen Sie als nächstes Gleitmittel auf das Spitzende und die Dichtung auf, um die für die Montage erforderliche Kraft zu minimieren. Achten Sie nach dem Schmieren darauf, die Kupplung, die Dichtung und die Spitzenden sauber zu halten. Die Verwendung einer Plastikfolie oder eines Tuches unterhalb der zu montierenden Verbindung kann dabei hilfreich sein.

Für niedrige Temperaturen (Frost) geeignete Gleitmittel sind auf Anfrage erhältlich.

Vorsicht: Es ist sehr wichtig, dass Sie nur das richtige Gleitmittel verwenden. Jede Kupplungslieferung von Amiblu enthält genügend Gleitmittel. Sollte Ihnen das Gleitmittel ausgehen, wenden Sie sich an Ihren lokalen Amiblu-Lieferanten.

Lassen Sie sich über alternative Gleitmittel beraten. Verwenden Sie niemals ein Gleitmittel auf Mineralölbasis. Es gibt verschiedene Arten von Gleitmitteln (siehe Tabelle 7)

für unterschiedliche Bedingungen (warm, kalt, nass, usw.). Der Tabelle 6 können Sie die ungefähre Menge des Standard-Gleitmittels je Kupplungsverbindung entnehmen. Die anderen Gleitmitteltypen können abweichende Mengen erfordern. Der Einsatz von mehr Gleitmittel kann die Montage erheblich erleichtern.

5.2.1.5. Montage der Rohre

Richten Sie die Rohre vor dem Verbinden gerade zueinander aus (keine Abwinklung im Montagevorgang).

Die folgenden Schritte gelten für das Verbinden von Rohren mit Schellen oder Schlingen und Kettenzügen. Andere Techniken können ebenfalls verwendet werden, sofern das gleiche Ergebnis erreicht wird.

Montieren Sie das Rohr keinesfalls weiter als bis zur am Spitzende markierten Einstecktiefe (Homeline). Verbinden Sie die Rohre mit geeigneten Maßnahmen, bis die Kupplung an der Einstecktiefe ausgerichtet ist oder das Spitzende den Stopper berührt. Ausnahmen siehe Kapitel 4.8. Es ist nicht zulässig, den Stopper zu quetschen oder unter das Spitzende zu drücken.

Es dürfen keine Schäden am Rohr und an der Kupplung entstehen. Sollten Beschädigungen an Bauteilen festgestellt werden, wenden Sie sich sofort an Amiblu.

Die Rohre dürfen mit Kettenzügen (siehe Abb. 29), Hebelkraft oder einem Bagger montiert werden. Während der Installation müssen Sie die Rohre vor Beschädigungen schützen. Verwenden Sie nur Techniken, die eine vollständige Kontrolle der Kräfte für die Rohrmontage ermöglichen. Punktlasten sind nicht zulässig. Montagekräfte sind durch geeignete Hilfsmittel, wie beispielsweise Kanthölzer oder gepolsterte Stahlträger einzuleiten.

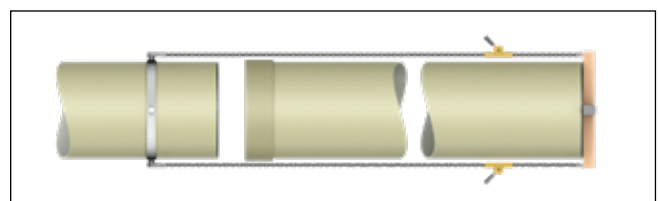


Abb. 29: Rohrmontage mit Kettenzügen

DN [mm]	Schmiermittel [kg]
100 - 350	0,1
400 - 600	0,2
700 - 900	0,3
1000 - 1200	0,4
1300 - 1500	0,5
1600 - 1800	0,6
1900 - 2100	0,7
2200 - 2400	0,8 - 1,6
2500 - 2700	0,9 - 1,8
2800 - 3000	1,0 - 2,0
3100 - 3300	1,1 - 2,2
3400 - 3500	1,2 - 2,4
3600 - 4000	1,3 - 2,6

Tabelle 6: Ungefähre Menge an Schmiermittel für jede Dichtung/jedes Spitzende

Wenn Sie Metallgeräte verwenden müssen, legen Sie Gummi- oder Holzplatten zwischen Metall und GFK. Stahlhaken sind nicht direkt am GFK zu verwenden.

Sobald die FPC, FPCA und FBC-Kupplung in ihrer endgültigen Position ist, können Sie mit einer Fühlerlehre prüfen, ob die Dichtungslippen richtig ausgerichtet sind. Führen Sie dazu die Fühlerlehre auf der Außenseite im Spalt zwischen Rohr und Kupplung entlang der tastbaren Dichtung und kontrollieren sie auf gleichbleibende Einstecktiefe der Fühlerlehre.

Abbildung 30 zeigt die Rohrmontage mit Bändern und geschütztem Spitzende.

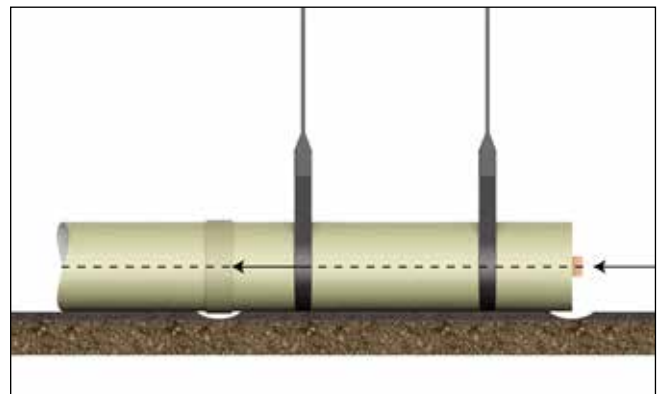


Abb. 30: Verbinden von Rohren mit geeigneter Ausrüstung

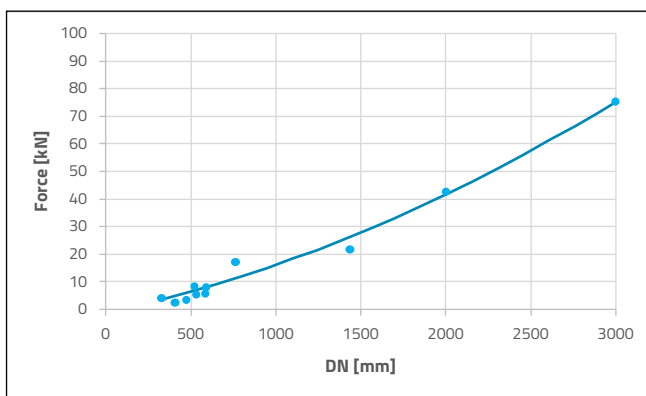


Diagramm 1: Werkseitig eingestellte Verbindungskräfte mit Kupplungen

Hinweis:

Beachten Sie Diagramm 1 und die dort aufgeführten werkseitig empfohlenen Montagekräfte. Diese können abhängig von den Baustellenbedingungen variieren. Praktische Erfahrungen haben gezeigt, dass ein Bereich vom 1,5-fachen der in Diagramm 1 genannten Werte die meisten Fälle abdeckt.

Name		Anwendung	Durchmesserbereich (DN)	Anwendungsbereich
Standard	-5 °C bis +50 °C	Standardschmiermittel	100 - 2000	Kleine und mittlere Durchmesser
Standard-Trinkwasser*	-5 °C bis +50 °C	Standard, Zulassung für Trinkwasser	100 - 4000	Kleine und mittlere Durchmesser, in Verbindung mit DVGW-Zulassung für Trinkwasser
Trinkwasser, Hochleistung*	-20 °C bis +50 °C	Großer Durchmesser, Druckrohre (kleine DN) bis zu DN 800, Key-Lock mit Trinkwasserzulassung	2000 - 4000	Hochbelastbares Schmiermittel für Rohre mit großem Durchmesser, Scherstab und Druckrohre mit kleinem Durchmesser mit Trinkwasserzulassung, reduzierte Montagekraft
Hochleistung	-10 °C bis +50 °C	Großer Durchmesser, Druckrohre (kleine DN) bis zu DN 800, schlechte Wetterbedingungen, Regen, nasse Oberfläche	2000 - 4000	Hochbelastbares Schmiermittel für Rohre mit großem Durchmesser, Scherstab und Druckrohre mit kleinem Durchmesser, nützlich bei Nässe, Regen etc, reduzierte Montagekraft
Niedrige Temperatur	-15 °C bis +50 °C	Winterbedingungen	100 - 2000	Winterschmiermittel, empfohlen für kleine und mittlere Durchmesser
Extreme Bedingungen	-20 °C bis +50 °C	Extreme Bedingungen, Unterwasserinstallation, Wasserfluss	100 - 4000	Spezialschmiermittel für komplizierte Bedingungen, nicht wasserlöslich, auf pflanzlicher Basis

* geschlossene Packung in Trinkwasserqualität: Hygienische Anwendung erforderlich, um den Trinkwasseranforderungen gem. DVGW, KIWA usw. zu entsprechen

Tabelle 7: Arten von Schmiermitteln für verschiedene Bedingungen

5.2.1.6. Montage von losen Kupplungen

Wenn die Kupplung nicht vormontiert ist, sollte sie an einem der Rohre auf ebener Fläche außerhalb des Rohrgrabens montiert werden, bevor die beiden Rohre montiert werden. Dazu legen Sie 1 bis 2 m von dem Spitzende entfernt eine Schelle oder Schlinge um das Rohr. Um Verschmutzungen zu vermeiden, sollte das Rohrspitzende mindestens 100 mm über der Bodenoberfläche liegen. Schieben Sie die Kupplung von Hand auf das Rohrspitzende bis an die Dichtung und legen Sie mindestens ein 100 x 50 mm großes Holzstück quer über die Kupplung.

Verwenden Sie über den Umfang verteilte Kettenzüge zur Montage. Ziehen Sie die Kupplung in Position, d. h. bis die Kupplung an der markierten Einstecktiefe ausgerichtet ist oder das Spitzende den Stopper berührt (siehe Abb. 31).

5.2.1.7. Montage zugfester Verbindungen (FBC)

Das System mit zugfesten Verbindungen ist für die gerade Verlegung von Rohren und Formstücken vorgesehen (keine geplante Abwinklung in den Verbindungen). Das Rohrspitzende für zugfeste Verbindungen hat eine zur Kupplung passende Nut (siehe Abb. 32).

Verwenden Sie ausreichend Gleitmittel in den Scherstabnuten für Rohr und Kupplung!!!

Die Kupplung wird wie zuvor beschrieben montiert. Da es keinen Stopper gibt, wird das Rohr in Position gezogen, bis die Nut zwischen Rohr und Kupplung ausgerichtet ist. Die Kontrolle erfolgt über das Fenster zur Scherstabmontage in der Kupplung.

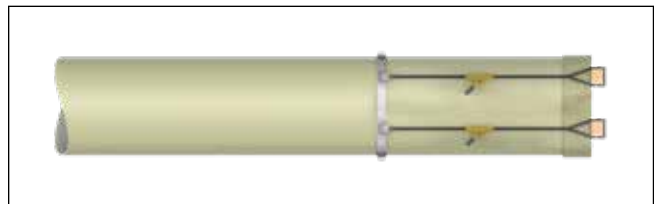


Abb. 31: Montage von losen Kupplungen an Rohren

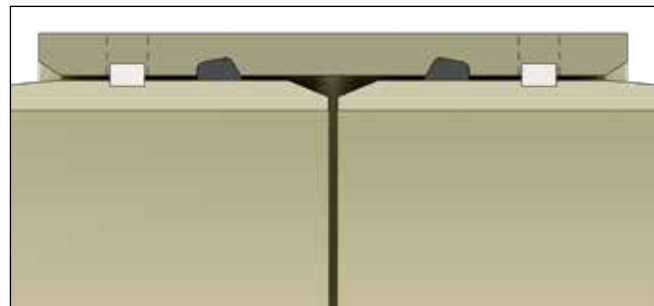


Abb. 32: Flowtite: zugfeste Verbindung

Im Allgemeinen wird eine Installation mit einem Bagger nicht empfohlen, da die Position der Kupplung schwerer zu kontrollieren ist.

Sobald die Kupplung in ihrer endgültigen Position ist und bevor die Scherstäbe eingesetzt werden, können Sie mit einer Fühlerlehre prüfen, ob die Dichtungslippen richtig ausgerichtet sind (siehe Abschnitt 5.2.1.5).

Der Scherstab wird mit einem Hammer oder entsprechendem geeignetem Gerät in ihre Position gedrückt. Für Rohre mit

großem Durchmesser wird mehr als eine Scherstablänge benötigt. Die Scherstäbe müssen so weit eingeführt werden, dass sie rund um die Nut liegen und durch das Fenster wieder sichtbar sind.

Der Scherstab sollte mit Gleitmittel benetzt sein. Der erste eingebaute Scherstab sollte an der Stirnfläche ca. 45° zum Rohrbauseits angeschragt werden.

Vor der Druckbeaufschlagung zugfester Rohrleitungsabschnitte mit FBC-Kupplung muss die Rohrzone (4) vollständig verfüllt und verdichtet nach Projektspezifikation hergestellt sein (siehe auch Abschnitt 4.6). Beachten Sie, dass die FBC-Kupplung nicht für eine vollständige Druckbeaufschlagung ohne unterstützende Verfüllung vorgesehen ist. Während der Druckbeaufschlagung kommt es zu einer Streckung der Kupplungsverbindungen, bis die Scherelemente vollständig belastet sind.

Für Kühlwassersysteme und Anwendungen, in denen die Betriebstemperatur wesentlich höher ist als die Temperatur während der Rohrverlegung beachten Sie bitte Kapitel 4.8.

5.2.1.8. Fehlausrichtung von Rohren

Zwischen benachbarten Rohrenden ist eine Fehlausrichtung (Axialversatz) von maximal 5 mm zulässig (siehe Abb. 33). Es wird empfohlen, die Fehlausrichtung insbesondere in der Nähe von Widerlagern, Schächten und Bauwerken sowie am Lückenschluss oder Reparaturstellen zu kontrollieren.

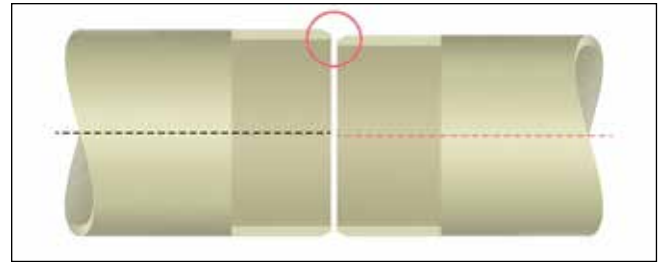


Abb. 33: Fehlausrichtung des Rohrs

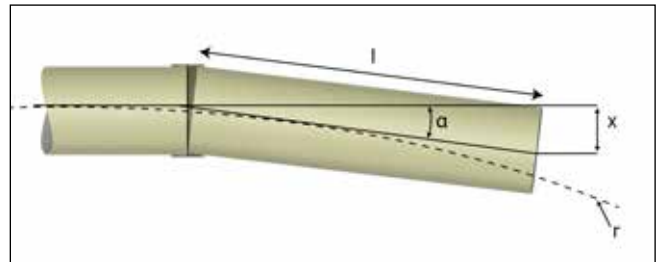


Abb. 34: Systemdarstellung Kupplungsabwinklung

r – Krümmungsradius
 x – Versatz

l – Rohrlänge
 α – Auslenkung

5.2.1.9. Abwinklung

Für alle Kupplungstypen (mit Ausnahme FBC) gibt es eine zulässige Abwinklung im Betrieb (Abb. 34). Weiterführende Informationen sind in den Produktnormen, in Tabelle 8 bzw. Anhang B zu finden. Diese Werte definieren die max. zulässige kombinierte vertikale und horizontale Abwinklung.

Dies kann genutzt werden, um Richtungsänderungen oder -Korrekturen durch Auswinklung in Kupplungen ohne die Verwendung von Formstücken mit Widerlagern zu realisieren. Die Rohre sind in gerader Ausrichtung zu montieren und anschließend im erforderlichen Maß abzuwinkeln. Die maximale Abwinklung und der sich daraus ergebende Kurvenradius sind in Tabelle 8 und 9 und Anhang B aufgeführt.

Für Verlegungen, welche größere Abwinklungen als in Tabelle 8 erfordern, beachten Sie Kapitel 5.1.

5.2.1.10. Verschiedenes

Nach der Montage von FSC, ASC, FPC und FPCA-Kupplungen kann ein vollständig freiliegender Stopper aus seiner Nut entfernt oder herausgeschnitten werden, um ein unkontrolliertes Lösen des Stoppers zu verhindern. Die Schutzfunktion des Stoppers gegen Schäden am Spitzende ist mit der Montage erfüllt.

Nominaler Rohrdurchmesser (mm)	bis zu 16	Druck (PN) in Bar		
		20	25	32
		Max. Auslenkungswinkel (°)		
DN ≤ 500	3	2,5	2	1,5
500 < DN ≤ 900	2	1,5	1,3	1
900 < DN ≤ 1800	1	0,8	0,5	0,5
DN > 1800	0,5	0,4	0,3	K. A.

Tabelle 8: Maximale zul. Abwinklung für nicht zugfeste Verbindungen basierend auf Produktnorm. Weitere Details finden Sie in Anhang B.



Grad	Maximaler Versatz (mm) Rohrlänge			Krümmungsradius (m) Rohrlänge		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3	157	314	628	57	115	229
2,5	131	262	523	69	138	275
2	105	209	419	86	172	344
1,5	79	157	314	115	229	458
1,3	68	136	272	132	264	529
1	52	105	209	172	344	688
0,8	42	84	168	215	430	859
0,5	26	52	105	344	688	1375

Tabelle 9: Versatz und resultierender Kurvenradius

Hinweis: Die allgemeinen Angaben in diesem Abschnitt sind für die Verlegung in tragfähigen Böden in der Regel geeignet. Die Mindestrohrlänge im Kurvenbereich hängt von den Bodenbedingungen und Betriebs-/ Prüfdrücken ab. Im Allgemeinen sollte sie jedoch nicht weniger als 3 m betragen.

Abgewinkelte Rohrsysteme werden durch die Tragfähigkeit des umgebenden Bodens stabilisiert. Druckrohre (> PN1) mit abgewinkelten Rohrverbindungen sollten mit einer Proctordichte von mindestens 90 % verfüllt werden.

Bei Abwinklungen mit Reaktionskräften in Richtung der Geländeoberkante stabilisiert alleine das Gewicht der Grabenverfüllung das Rohrsystem bei nicht zugfesten Verbindungen. Bis DN250 beträgt die Mindestverlegetiefe 0,8m bei Betriebsdrücken ≥ 16 bar. Ab DN300 erhöht sich diese auf 1,2m.

Eine Ingenieurtechnische Prüfung wird empfohlen.

5.3. Flanschverbindungen

5.3.1. ALLGEMEIN

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Informationen zu Flanschverbindungen. Wenn Sie weitere Details für Ihre Installation benötigen, wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Amiblu Lieferanten.

Flansche aus Verbundwerkstoffen sind in der Regel flexibler als Flansche aus Metall und erfordern ein angepasstes Anzugsmoment. Das in den Amiblu Datenblättern angegebene empfohlene Schraubenanzugsmoment für GFK-Flansche darf nicht überschritten werden.

GFK-Flansche sind sowohl als zugfestes oder nicht zugfestes System erhältlich.

5.3.2. FLANSCHTYPEN

Amiblu liefert verschiedene Flanschtypen:

5.3.2.1. Losflansche

Diese bestehen aus einem GFK-Flanschbund und entweder einem GFK-, verzinkten oder Edelstahl-Losflansch. (siehe Abb. 35)

5.3.2.2. Festflansche

Der Festflansch besteht aus einem Rohrstück und einem mit diesem fest verbundenen Flanschblatt. (siehe Abb. 36)

5.3.2.3. Blindflansche

Blindflansche sind als GFK, verzinkte oder Edelstahlvariante erhältlich. (siehe Abb. 37)

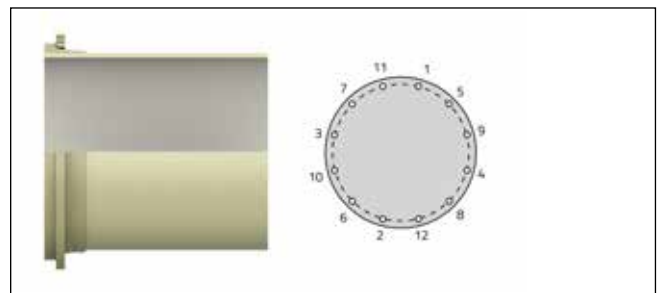


Abb. 35: Losflansch

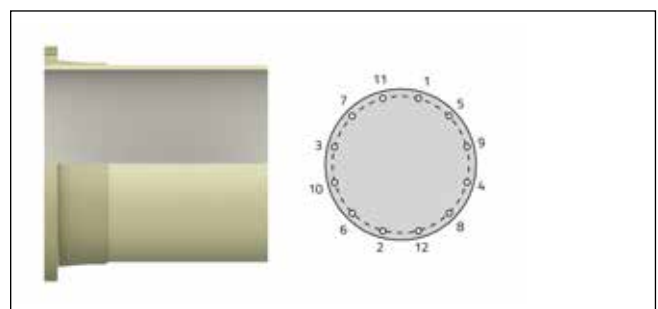


Abb. 36: Festflansch

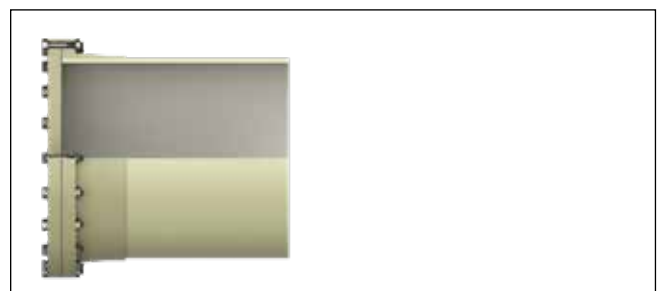


Abb. 37: Flansch mit Blindflansch

5.3.3. FLANSCHDICHTUNGEN

Gummidichtungen werden zum Abdichten von Flanschverbindungen verwendet und sind in verschiedenen Ausführungen als Profildichtungen (Abb. 38), vollflächige Profildichtungen mit Stützring (Abb. 39) und als O-Ring Dichtung (Abb. 40) erhältlich.

Je nach Typ der verwendeten Dichtung ist ein anderes Anzugsmoment erforderlich.

Eine vollflächige Profildichtung mit Stützring bedeckt die gesamte Dichtfläche des Flansches. Durch das Festziehen wird der gesamte Flansch gestützt. Eine Profildichtung hingegen wird innerhalb der Schrauben positioniert. Für die O-Ring-Dichtung ist der Flansch mit einer Nut versehen, in welche die O-Ring-Dichtung eingelegt wird.

Ein großer Vorteil von Profildichtungen (Abb. 41) ist das Dichtsystem mit integriertem O-Ring. Dieser Typ erreicht eine sichere Abdichtung mit einem angepassten Schraubenanzugsmoment. Diese Variante wird für GFK-Flanschverbindungen empfohlen.

Für Flanschverbindungen > PN16 wird der Einsatz einer Profildichtung mit Stützring empfohlen.

Wenn Sie Hilfe bei der Auswahl unserer verschiedenen Dichtungsarten und deren Anzugsmomentspezifikationen benötigen, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Amiblu Lieferanten.

5.3.4. FLANSCHMONTAGE

Das Anziehen der Schrauben sollte gemäß den Angaben im technischen Datenblatt für die gelieferte Flansch- und Dichtungskombination erfolgen.

Schrauben an Flanschverbindungen dürfen unter keinen Umständen bei mit Innendruck beaufschlagten Leitungen nach- oder angezogen werden.

Beachten Sie, dass das angegebene Anzugsdrehmoment für die Dichtung oder den Flansch in keiner Situation überschritten werden darf.

Wenn GFK- mit Metallflanschen verbunden werden, sind Metallflansche mit ebener Dichtfläche zu verwenden („flat face flange“). Metallflansche mit Erhebungen in der Dichtfläche sind nicht zulässig. Beachten Sie die Unterscheidung von Kraft-Haupt-, und Nebenschlussbedingungen.

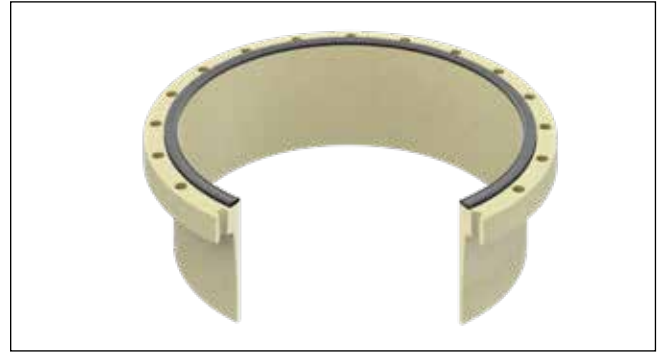


Abb. 38: Profildichtung (gilt als Kraft-Nebenschluss Dichtungssystem „raised face gasket“)



Abb. 39: Profilierte vollflächige Dichtung mit Stützring (gilt als Kraft-Hauptschluss Dichtungssystem „flat face gasket“)



Abb. 40: O-Ring-Dichtung (gilt als Kraft-Hauptschluss Dichtungssystem „flat face gasket“)



Abb. 41: Querschnitte typischer profilierter Dichtungen

GFK-Flansche sind nach dem folgenden Prinzip zu montieren (Abb. 42, Abb. 43 und Abb. 44):

- Reinigen Sie die Flanschfläche gründlich.
- Stellen Sie sicher, dass die Dichtung sauber und unbeschädigt ist. Verwenden Sie keine defekten Dichtungen.
- Positionieren Sie die Dichtung auf der flachen Fläche oder den O-Ring in der Nut. Die Dichtung kann mit einem schmalen Streifen Klebeband oder etwas Klebstoff gesichert werden.
- Richten Sie die zu verbindenden Flansche aus. Bei Montage der Schrauben muss die Flanschverbindung spannungsfrei sein.
- Setzen Sie die passenden Schrauben, Unterlegscheiben und Muttern ein. Alle Teile müssen sauber und geschmiert sein, um schonend die erforderliche Vorspannkraft zu erreichen. Die Kontaktfläche zwischen Schraubenkopf/ Unterlegscheibe und GFK-Flansch muss gut geschmiert sein, um die Reibung zu reduzieren.
- Für alle GFK-Flansche müssen Unterlegscheiben verwendet werden.
- Ziehen Sie alle Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel in der richtigen Reihenfolge an (Abb. 45). Es ist wichtig, dass Sie die Schrauben in mehreren Stufen gemäß den Spezifikationen für die Flansch-Dichtungs-Kombination anziehen.
- Prüfen Sie das Anzugsmoment der Schrauben eine Stunde später und passen es ggf. den Spezifikationen entsprechend an. Danach darf die Verbindung nicht erneut nachgezogen werden.

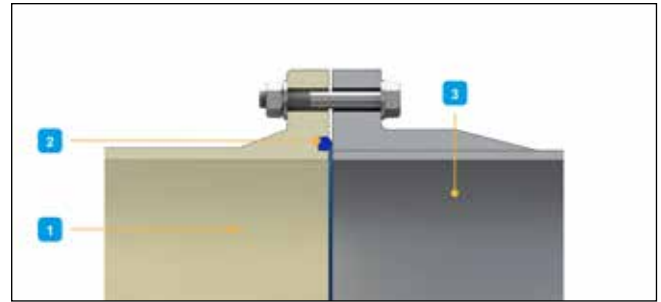


Abb. 43: GFK-Festflansch mit O-Ring-Dichtung

- 1 – GFK-Flansch
- 2 – O-Ring-Dichtung
- 3 – Metall- oder GFK-Festflansch

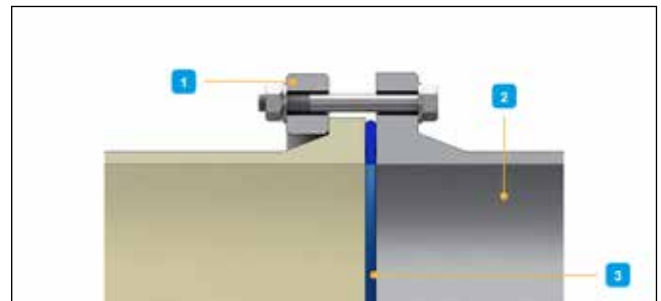


Abb. 44: GFK-Flanschbund mit Stahllosflansch und profilierter Ringdichtung

- 1 – Stahl- oder GFK-Losflansch
- 2 – Stahl- oder GFK-Flansch
- 3 – Profildichtung

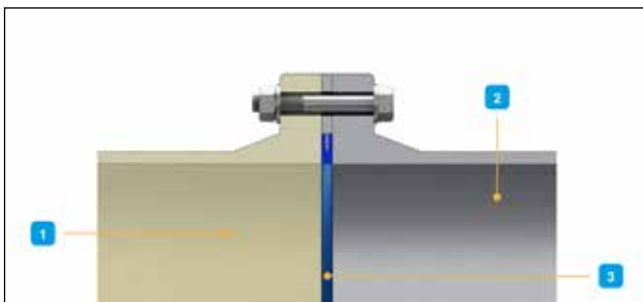


Abb. 42: GFK-Festflansch mit vollflächiger Profildichtung mit Stützring

- 1 – GFK-Festflansch
- 2 – Metall- oder GFK-Festflansch
- 3 – Vollflächige Profildichtung mit Stützring

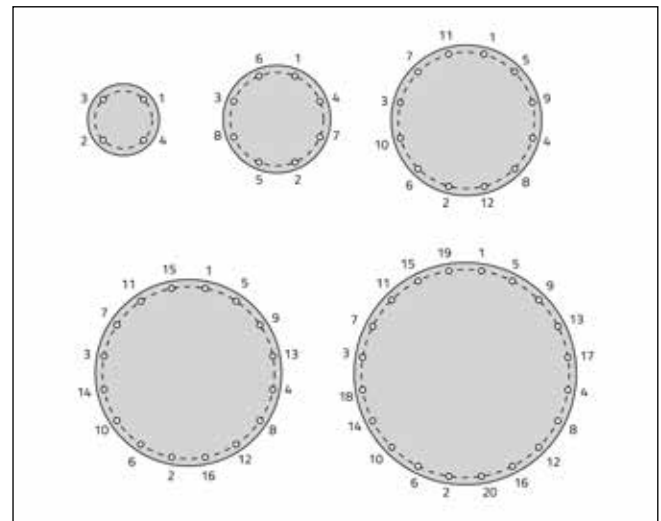


Abb. 45: Anzugsreihenfolgen

5.3.5. FLANSCHBOHRBILDER

Amiblu GFK-Flansche können mit Bohrbildern nach den meisten nationalen und internationalen Normen geliefert werden.

Innerhalb einer Verbindung dürfen nur Flansche derselben Norm verwendet werden. Gängige Flanschnormen sind:

- EN 1092-1 (früher DIN 2501)
- ISO 7005
- ANSI B16.47 Serie A
- ANSI B16.5
- AWWA C207 Klasse D

5.4. Laminatverbindung

Dieser Verbindungstyp (siehe Abb. 46) wird vor Ort aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) hergestellt. Er erfordert ein produktspezifisches Laminat-Design, kontrollierte Verarbeitungsbedingungen und qualifiziertes Personal. Wenn dieser Verbindungstyp erforderlich ist, erhalten Sie spezielle Vorgaben.

5.5. Weitere Verbindungsarten

Die in diesem Kapitel beschriebenen Kupplungen können zur Verbindung von Amiblu GFK-Rohren miteinander und mit anderen Rohrmaterialien, für Lückenschlüsse oder zur Reparatur verwendet werden. Informationen über geeignete Produkte erhalten Sie von Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

Die Montageanleitungen der Produkthersteller sind zu beachten. Die Verlegeanforderungen für Fremdsysteme können sich von den Vorgaben dieser Verlegeanleitung unterscheiden.

5.5.1. MANSCHETTENDICHTUNGEN

Manschettendichtungen (siehe Abb. 47) sind speziell für das Verbinden und Reparieren von Rohren in bestehenden Kanalisations- und Entwässerungsanwendungen konzipiert. Das Mittelband aus rostfreiem Stahl stützt die Verbindung bei Scherbelastungen und hält die Ausrichtung der verbundenen Rohre bei. Diese Kupplungen werden typischerweise für drucklose Anwendungen eingesetzt.

5.5.2. FLEXIBLE MONTAGEKUPPLUNG

Flexible Montagekupplungen (Abb.48) sind die empfohlene Verbindungsart wenn Sie Amiblu Rohre im Lückenschluss montieren oder mit anderen Rohrmaterialien verbinden möchten.

Diese Kupplungen bestehen aus einem flexiblen Stahlgehäuse mit einer inneren Gummidichtung.

Im Allgemeinen sind drei Qualitäten erhältlich:

- Beschichtetes Stahlgehäuse
- Edelstahlgehäuse
- Feuerverzinktes Stahlgehäuse

Bei flexiblen Montagekupplungen ist es wichtig, das spezifizierte Anzugsmoment einzuhalten. Ziehen Sie die Schrauben nicht zu fest an, da dies zu einer Überbeanspruchung der Schrauben oder des Rohres führen kann. Befolgen Sie die empfohlenen Montageanweisungen des Kupplungsherstellers.

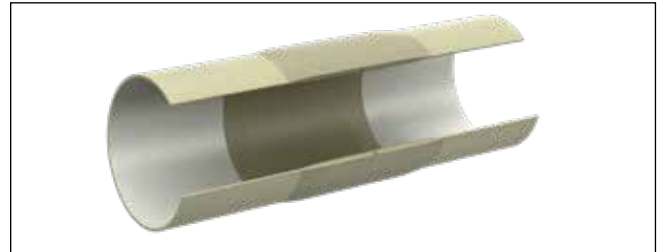


Abb. 46: Laminatverbindung



Abb. 47: Manschettendichtung



Abb. 48: Flexible Montagekupplung

5.5.3. STARRE MONTAGEKUPPLUNG

Starre Montagekupplungen wurden erfolgreich für die Verbindung von Rohren aus verschiedenen Materialien und mit unterschiedlichen Durchmessern sowie für Flanschanschlüsse eingesetzt. Es gibt eine Vielzahl von Variationen in der Ausführung dieser Kupplungen. Auch dürfen andere Materialien größere Toleranzen in Ihren Abmessungen aufweisen als GFK-Rohre, was oft zu einem höheren Schraubenanzugsmoment führt, als für die sichere Abdichtung am GFK-Rohr erforderlich ist.



Abb. 49: Montagekupplung mit doppelseitigem Spannsystem

Bei diesem Kupplungstyp sind die Anzugsmomente für eine sichere Abdichtung auf die Rohreigenschaften abzustimmen. Zum Beispiel sind die Anforderungen für Stahl- und GFK-Rohre aufgrund des E-Moduls und der Betriebsdehnung unterschiedlich. Daher sollten starre Montagekupplungen mit doppelseitigem Spannsystem genutzt werden (Abb. 49). Das ermöglicht das voneinander unabhängige Anziehen auf beiden Dichtungsseiten.

Um eine sichere Abdichtung zu erreichen, benötigen Stahlrohre ein höheres Anzugsmoment im Vergleich zu GFK-Rohren. Bitte kontaktieren Sie Ihren Amiblu Lieferanten für weitere Details.

5.6. Korrosionsschutz

Metallbauelemente in jeglichen Verbindungen müssen nach Herstellervorgabe der Bauelemente oder nach gängigen Standards gegen Korrosion geschützt werden.

GFK-Kupplungssysteme von Amiblu benötigen keinen zusätzlichen Korrosionsschutz.

6. Anschluss an starre Bauwerken

6.1. Allgemein

In einem Rohr, das sich relativ zu einer starren Struktur bewegt, können Biege- und Scherspannungen entstehen.

Das kann an einer Wanddurchführung, einer Betonummantelung (z.B. Widerlager), Flanschverbindungen zu Armaturen oder Bauwerksanschlüssen der Fall sein.

Die Gründung der Rohrleitung und des Bauwerks sollten so konzipiert sein, dass Setzungsdifferenzen vermieden werden.

An Bauwerksanschlüssen sind Gelenkstücke (kurze Rohre) zu verwenden, um Setzungsdifferenzen auszugleichen (Abb. 50, 51, und 52). Im Allgemeinen sollten die Länge der Gelenkstücke zwischen $1 \times DN[m]$ und $2 \times DN[m]$ liegen. In Tabelle 10 sind die empfohlenen Längen für gängige Nennweiten angegeben.

Das Gelenkstück muss zum Zeitpunkt der Verlegung in neutraler Position ohne Nutzung der zulässigen Auswinklung oder des Auszugs eingebaut werden, um maximale Flexibilität für spätere Bewegungen zu gewährleisten. Mehrere kurze Längen oder Gelenkstücke sollten nicht verwendet werden, da die kurzen Abstände zwischen den Kupplungen einen instabilen Zustand hervorrufen können.

DN [mm]	BL [mm] ¹
200 - 450	500
500 - 900	1000
1000 - 1400	2000
1500 - 3000	3000
3100 - 4000	6000 ²

¹ Empfohlene Länge des Gelenkstücks

Tabelle 10: Länge des Gelenkstücks

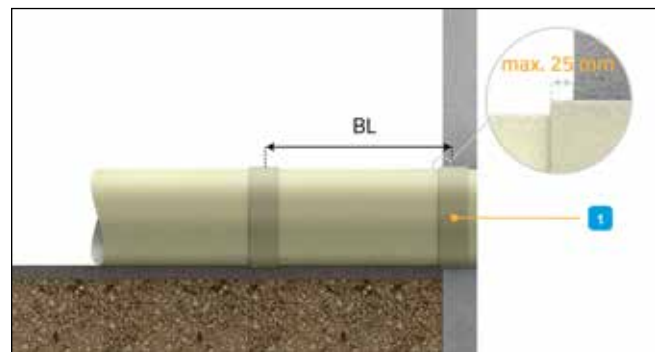


Abb. 50: Anschluss an Gebäude mit Kupplungen für drucklose Anwendungen

BL – Länge des Gelenkstücks (siehe Tabelle 10)

1 – Kupplung

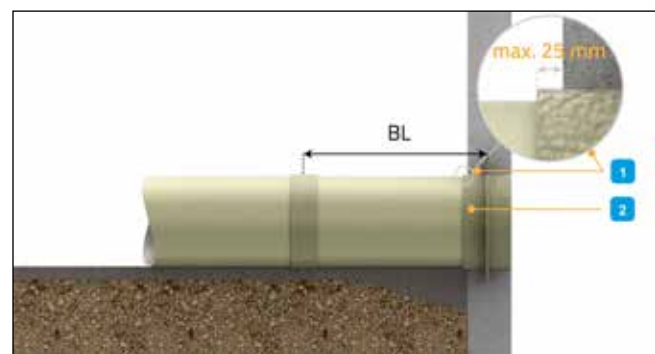


Abb. 51: Anschluss an Gebäude mit Mauerwerkskupplung

BL – Länge des Gelenkstücks (siehe Tabelle 10)

1 – Überstand Kupplung von max. 25mm

2 – Kupplung, wahlweise besandet oder mit Quellband

Zwei Varianten sind verfügbar. Die Standardmethode sieht eine in das Bauwerk eingebundene GFK-Kupplung für den Anschluss der Gelenkstücke vor. Alternativ sind Bauwerksstütze mit einer Umhüllung durch Gummimatten, die den Übergang elastisch gestalten möglich. Beide Varianten sind auch bei vorhandenen Kernbohrungen verwendbar.

6.2. Standard

Bei der Standardlösung wird eine Kupplung an der Schnittstelle in das Bauwerk fest integriert (Abb. 50). Das Gelenkstück (Kurzrohr) am Bauwerksanschluss dient zur Entkopplung der Rohrleitung des Bauwerks (innerhalb der Grenzen der Verbindung) bei Differenzsetzungen.

Für Druckrohrleitungen ist analog Abb. 51 auf die keilförmige Aufweitung der Bettungsschicht am Bauwerk zu achten.

Diese Methode sollte bei Betriebsdrücken > 16 bar bevorzugt eingesetzt werden. Die empfohlene Länge der Gelenkstücke bei Hochdruckleitungen ist $2 \times DN$ [m].

- **Achtung!:** Da die in Beton integrierte Kupplung starr ist, ist es sehr wichtig, die vertikale Durchbiegung und Verformung des angrenzenden Gelenkstücks beim Einbau zu minimieren. Achten Sie auf sehr gute Verdichtung der Rohrzone an Bauwerksanschlüssen.
- **Achtung!:** Das Gelenkstück sollte vor der Betonummantelung angeschlossen werden. Wenn dies nicht möglich ist, muss darauf geachtet werden, dass die Kupplung rund gehalten wird.

6.3. Alternativvariante

Wenn die Standardmethode nicht angewendet werden kann, z.B. für den Anschluss an ein vorhandenes Bauwerk über eine Kernbohrung, kann die Abdichtung über andere Arten von elastischen Dichtungen hergestellt werden. Für Druckstufen größer PN16 sind diese nicht zu empfehlen. Bitte kontaktieren Sie für diese Ausführungen immer im Vorfeld Ihren Amiblu Lieferanten.

Für Druckrohrleitungen ist analog Abb. 52 auf die keilförmige Aufweitung der Bettungsschicht am Bauwerk zu achten.

Wenn der Standard nicht umsetzbar ist, kann alternativ ein Bauwerksstützen mit Gummiumhüllung (Abb. 52) verwendet werden. Die Gummimatten reduzieren Spannungsspitzen am Übergang Beton zum Erdreich im GFK-Rohr.

Der Überstand l_2 (Abb. 52) des Bauwerksstützen sollte nicht größer als 0,4m oder DN/2000 in m (es gilt der größere Wert) sein. Die Matten sollten ca. 25mm aus dem Beton überstehen (Abb. 52). Die Ausführung der Gummimatten ist entsprechend Abb. 53 zu planen.

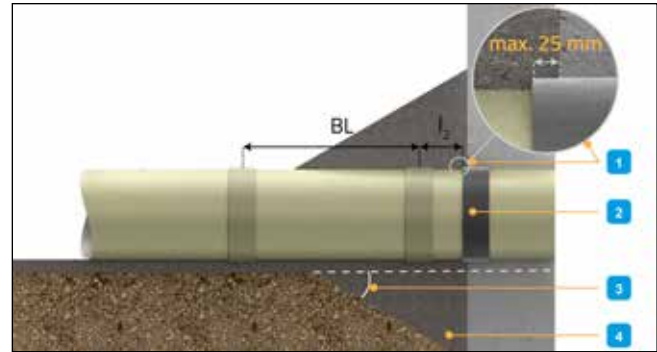


Abb. 52: Alternativer Anschluss – elastische Dichtung um einbetoniertes Rohr

BL – Länge des Gelenkstücks (siehe Tabelle 10)

l_2 – Max. Überstand des einbetonierten Bauwerksstützens (max. 0,4 m oder DN/2000 in m; je nachdem, welcher Wert größer ist)

1 – Gummi ragt leicht hervor (max. 25 mm)

2 – Gummiumwicklung

3 – Bettungskeil max. 45°

4 – Verfüllung mit gut verdichtetem (oder stabilisiertem) Bettungsmaterial (min. 95 % SPD)

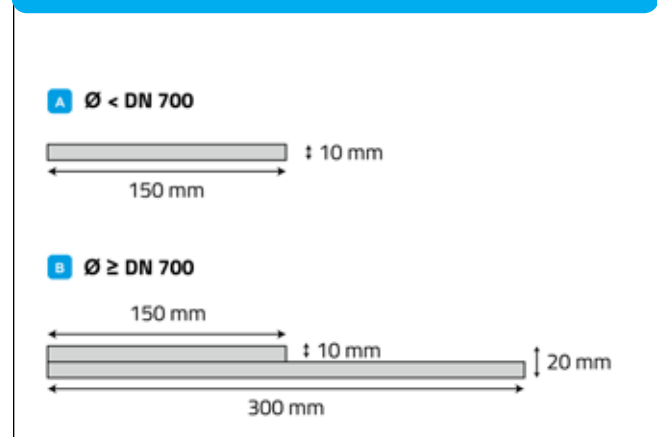


Abb. 53: Gummimanschettenkonfiguration – der Gummi muss eine Härte von 50-60 Shore-A aufweisen

7. Verlegung von Formstücken, Behältern und Bauwerken

Die Verlegung von GFK-Bauwerken wie Behälter, Schächte und Formstücken erfolgt wie das Verlegen von Standardrohren.

Achten Sie immer darauf, dass sie gut eingebettet sind und dass die Rohrleitungszone ordnungsgemäß verdichtet ist, da diese Arbeiten direkte Auswirkungen auf die Stabilität des Boden-Rohr-Systems haben. Solche Bauwerke erfordern möglicherweise verbesserte Bedingungen in der Rohrleitungszone, um Belastungskonzentrationen aufgrund von Erdüberdeckung und Verkehrslasten zu vermeiden. In einigen Fällen kann eine Betonummantelung erforderlich sein.

Für den Einbau von Amiblu GFK-Schächten verwenden Sie bitte die Verlegeanleitung für Schächte.

Für Anschlüsse an die in diesem Kapitel behandelten Bauwerke folgen Sie den Anweisungen in Kapitel 5.

- Für GFK-Bauwerke kann je nach Größe und Gewicht eine spezielle Ausrüstung für den Transport, das Heben und die Verlegung erforderlich sein.
- Achten Sie dabei besonders auf die Unfallverhütungsvorschriften und die Belastbarkeit der Geräte.
- Wenn Bauwerke mit besonderen Lastanschlagpunkten ausgerüstet sind, sind diese zum Heben und Versetzen geplant. Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung kontaktieren Sie zuvor Ihren örtlichen Amiblu Lieferanten.
- Wenn Sie GFK-Bauwerke verlegen, sind diese in der Regel in den Rohrgaben bzw. die Baugrube mittels Kran oder Bagger einzuheben. Schieben, drücken oder rollen Sie GFK-Rohre nicht in die Baugrube.

Weitere Informationen zur Verlegung von Behältern, Bauwerken und Formstücken erhalten Sie von Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

Je nachdem, um welche GFK-Bauteile es sich handelt, kann es schwierig sein, die für die Montage erforderlichen Kräfte anzuwenden. Bei der Montage müssen Spitzenden in der Kupplung gerade ausgerichtet sein. Winden oder Kettenzüge in Verbindung mit klemmbaren Montageschellen haben sich in der Praxis bewährt (siehe Abb. 54).

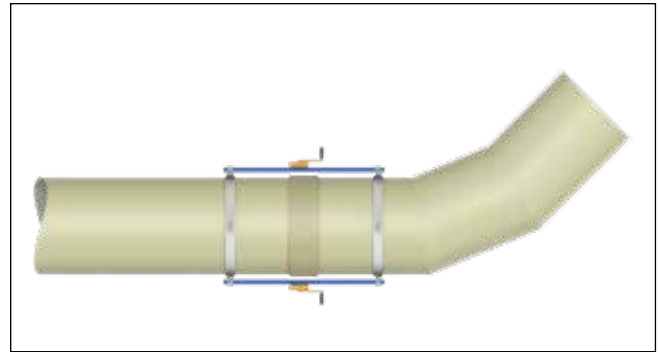


Abb. 54: Verbindung von Formstücken mit klemmbaren Montageschellen (kein Lieferumfang von Amiblu)

8. Betonumhüllung und Verdämmung

8.1. Allgemein

Der nachfolgende Abschnitt ist zu beachten, wenn Bauteile in gebundene Bettungsmaterialien verlegt werden, z. B. für Widerlager, Ortbetonumhüllung oder Verdämmung.

8.2. Lagesicherung

Während des Einbaus von fließfähigen Bettungsmaterialien wirken Auftriebskräfte. Die Bauteile müssen gegen Bewegungen, die durch solche Kräfte verursacht werden, gesichert werden. Die Lagesicherung muss für das verlegte Produkt geeignet sein (siehe auch Kapitel 4.7).

Dies geschieht in der Regel, indem das Rohr mit Spannbändern an einer Bodenplatte oder einem anderen Ankerpunkt gesichert wird.

Die Spannbänder sollten aus einem flachen Material mit einer Mindestbreite von 10 % der DN, aber niemals schmäler als 25 mm, hergestellt werden. Sie müssen stark genug sein, um den Auftriebskräften standzuhalten, mit zwei oder mehr Gurten pro Rohr, und die maximalen Abstände zwischen den Gurten müssen Tabelle 11 entsprechen.

Die Spannbänder müssen so gespannt werden, dass sie den Auftrieb des Bauteils verhindern, jedoch keine zusätzlichen Verformungen im Bauteil hervorrufen (siehe Abb. 55 und Abb. 56).

T-Stücke und Rohrbögen benötigen mindestens eine Befestigung mit drei Spannbändern. Um seitliche Bewegungen zu verhindern, wird eine Kreuzgurtung empfohlen. Die Bauteile sollten auch in der Nähe der Kupplungsverbindungen gesichert werden, um eine Fehlausrichtung zu vermeiden.

Die Spezifikation für die Breite und den Abstand der Spannbänder basieren auf Maximalbedingungen im nachfolgenden Abschnitt in diesem Handbuch. Bei im Einzelfall abweichenden Einbaubedingungen kontaktieren Sie Ihren örtlichen Amiblu Lieferanten.

	Maximaler Gurtabstand [m] mit innerer Aussteifung	Maximaler Gurtabstand ohne innere Aussteifung [m]
< 200	1,5	1
200 - 350	2	1,5
400 - 550	3	2
600 - 960	4	3
≥ 1000	6	4

Tabelle 11: Maximaler Gurtabstand für Bauteilverankerung

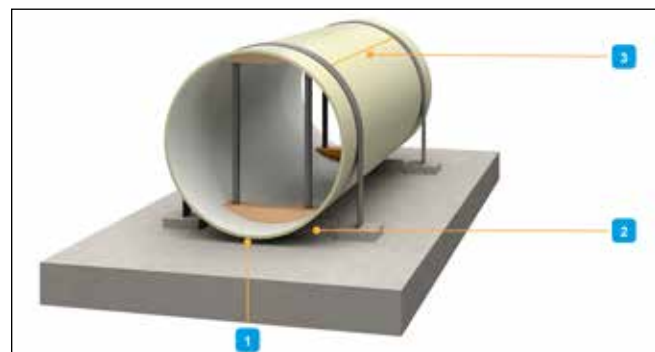


Abb. 55: Bauteilverankerung – mit innerer Aussteifung

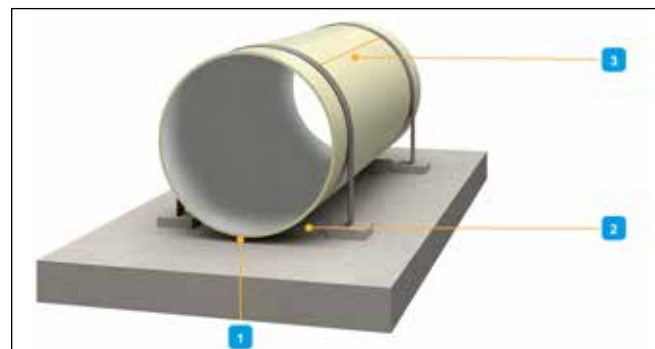


Abb. 56: Rohrverankerung ohne innere Aussteifung¹

- 1 – Freiraum
- 2 – Rohraufleger
- 3 – Abstand Spannbänder

Hinweis: Die Notwendigkeit, die Bauteile während des Betonierens zu verankern und zu stützen, kann durch eine aktive Kontrolle und Begrenzung des auf die Bauteile ausgeübten Auftriebs verringert werden; z. B. durch Füllen des Rohrs mit Wasser (beachten Sie die Dichteunterschiede zw. dem Füllmedium und dem fließfähigen Bettungsmaterial).

8.3. Betonieren

Der Beton muss in mehreren Lagen eingebracht werden, damit er in den einzelnen Schichten genügend Zeit hat auszuhärten und keine Auftriebskräfte mehr ausgeübt werden. Die maximalen Lagenhöhen in Abhängigkeit von der Steifigkeitsklasse sind in Tabelle 12 angegeben. Das Rohr sollte so aufgelagert werden, dass der Beton leicht um das Rohr herum und auch vollständig darunter fließen kann.

Die maximale Höhe ist dabei die maximale Höhe der Einzellage, die bei einer bestimmten Nennsteifigkeitsklasse in einem Arbeitsschritt eingebracht werden darf.

Diese Hinweise gelten sinngemäß auch für die Verwendung von Flüssigboden oder andere fließfähige Baustoffe. Bitte kontaktieren Sie für Details Ihren Amiblu-Lieferanten.

8.4. Provisorische Rohraussteifung während der Betonummantelung

Wenn die maximalen Betonlagenhöhen nach Tabelle 12 verwendet werden, muss das Rohr bei Durchmessern von mehr als 1.500mm innen ausgesteift werden, um eine übermäßige Durchbiegung zu verhindern (siehe Abb. 55 und Abb. 57). Die inneren Stützen müssen große, dem Rohrrinnendurchmesser entsprechende Kontaktflächen haben, um Spannungskonzentrationen im Rohr zu vermeiden und sollten jeweils zusammen mit den Verankerungsgurten angeordnet werden, siehe Abb. 55.

Die Stützen (siehe Abb. 57) müssen für die zu erwartenden Kräfte ausgelegt sein. Die Stützen müssen gewährleisten, dass die Rohrgeometrie innerhalb der angestrebten Toleranzen verbleibt, d.h. weniger als 3 % Verformung, keine Beulen oder flache Bereiche. Beachten Sie bei der Auswahl der Aussteifungen die auf die Stützen wirkenden Kräfte.

Bei Druckrohren sollte die Verformung auf weniger als 1 % begrenzt werden, um eine übermäßige Belastung des umgebenden Betons durch die druckbedingte Rückstellung, des Rohres im Betrieb zu vermeiden. Dieses wird unter Innendruck versuchen wieder seine ursprüngliche, ideal runde, Form anzunehmen.

8.5. Verdämmung (Lining)

Wenn ein Standardrohr mit nicht außenbündiger Kupplung in ein Bestandsbauwerk installiert wird, sollten Sie die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beachten:

- Die Rohre können durch Ziehen oder Schieben (Vortrieb) in das Bestandsbauwerk eingebracht werden. Wenden Sie sich an Ihren lokalen Amiblu Lieferanten, um die maximale Einschublänge/Kraft zu berechnen.

SN	Maximale Lagenhöhen [m] ¹
2500	0,3 m oder DN/4, je nachdem, was höher ist
5000	0,45 m oder DN/3, je nachdem, was höher ist
10000	0,6 m oder DN/2, je nachdem, was höher ist

¹ Bei angenommener Wichte des Betons von 24 kN/m³

Tabelle 12: Maximale Betonierlagenhöhen mit Rohrverankerung gemäß Kapitel 8.2

SN	Maximaler Verpressdruck [bar]
2500	0,35
5000	0,70
10000	1,4

Tabelle 13: Maximaler Verpressdruck (Rohrsohle) ohne interne Stützen

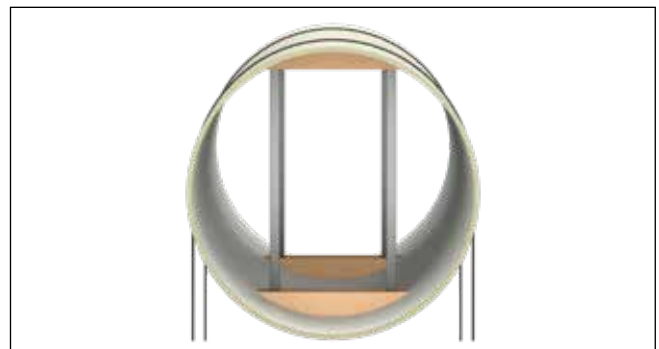


Abb. 57: Innere Rohrhalterung

- Zum leichteren Einführen und zum Schutz vor Gleitschäden sollten die Rohre mit Kunststoffabstandhaltern, Stahlhülsen oder Holzkufen versehen werden. Diese müssen ausreichend hoch sein, damit ein Freiraum zwischen den Kupplungsverbindungen und der Ummantelungswand besteht.
- Der Einbau in das Bestandsbauwerk wird durch die Verwendung eines Gleitmittels zwischen den Kufen und der Wand erheblich erleichtert.
- Die Verwendung von Gleitmitteln auf Mineralölbasis ist nicht zulässig, da diese Schäden an Dichtungen hervorrufen können.



Der verbleibende Ringspalt zwischen GFK-Rohr und Bestandsbauwerk kann mit Sand, Kies oder Zementemulsion (Dämmer) verfüllt werden. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass das GFK-Rohr beim Verfüllen oder Verpressen nicht überbeansprucht oder beschädigt wird, im Besonderen wenn verpresst wird. Der maximal zulässige Druck beim Verpressen ist in Tabelle 13 angegeben.

9. Schubsicherung

9.1. Allgemein

Widerlager sind normalerweise nicht erforderlich, wenn der Innendruck 1 bar (100 kPa) nicht überschreitet.

Wenn eine Rohrleitung unter Druck steht, treten an Bögen, Reduzierungen, T-Stücken, Abzweigen, Armaturen und anderen Richtungsänderungen Schubkräfte, welche nicht vom Rohrsystem abgetragen werden, auf. Um einen Auszug in den Kupplungsverbindungen zu verhindern, müssen diese Bereiche konstruktiv so gestaltet werden, dass sie die Kräfte aus dem Rohr aufnehmen und ableiten können. Normalerweise wird dies am wirtschaftlichsten durch die Verwendung von Widerlagern oder einer Kombination mit zugfesten und nicht-zugfesten Rohrleitungsabschnitten.

Das Gewicht der Widerlager sollte auf einem geeigneten Fundament liegen und eine ähnliche Setzung wie die Rohrleitung erreichen. Gewichtsbelastungen dürfen nicht als Scherkraft auf die Rohrleitung wirken. Anschlüsse mit Gelenkstücken an den Widerlagern haben sich als gute technische Lösung erwiesen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 6.

Die Bemessung der Widerlager und deren Konstruktion sowie der erforderlichen Stahlbewehrung liegt in der Verantwortung des verantwortlichen Fachplaners des Auftraggebers. Amiblu Formstücke sind so konzipiert, dass sie dem vollen Innendruck standhalten, während das Widerlager ihre Form von außen stützt und die Schubkraft überträgt.

Da die radiale Ausdehnung von unter Innendruck stehenden Formstücken in der Regel größer ist als es die Zugfestigkeit von unbewehrtem Beton zulässt, sollte eine Stahlbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung im Beton in Betracht gezogen werden.

9.2. Widerlager

Widerlager müssen die Verschiebung des Formstücks gegenüber dem angrenzenden Rohr begrenzen, um die Dichtheit der Amiblu Kupplungsverbindung zu erhalten. Die daraus resultierende maximale Abwinklung in den Kupplungen muss unter den in Tabelle 8 bzw. Anhang B angegebenen Werten liegen. Des Weiteren sind Achsversätze auf das in Abschnitt 5.2.1.8 angegebene Maß zu begrenzen.

Bei Betriebsdrücken über 10 bar ($PN > 10$) muss das Widerlager das Formstück umschließen. Für niedrigere Drücke können spezielle Formstücke geliefert werden, die eine teilweise Einbettung ermöglichen. Wenden Sie sich an Ihren örtlichen Amiblu Lieferanten.

Das Widerlager sollte entweder gegen anstehenden Boden betoniert werden, oder mit Bettungsmaterial verdichtet gegen den anstehenden Boden verfüllt werden, sodass es der Festigkeit und Steifigkeit anstehenden Bodens entspricht.

Konzentrische Schächte (Mannlöcher), Entleerungen oder Entlüftungen, die im Betrieb keine Schubkräfte erzeugen, benötigen keine Ummantelung, wohl aber zugfest ausgeführte Abgänge und Formstücke.

Die in Abb. 58 gezeigten Widerlagerformen dienen lediglich als Beispiel für deren mögliche Ausbildung. Die genaue Form hängt von der Konstruktion und den Projektanforderungen ab. Weitere Informationen zu Betonummantelungen finden Sie in Kapitel 8.

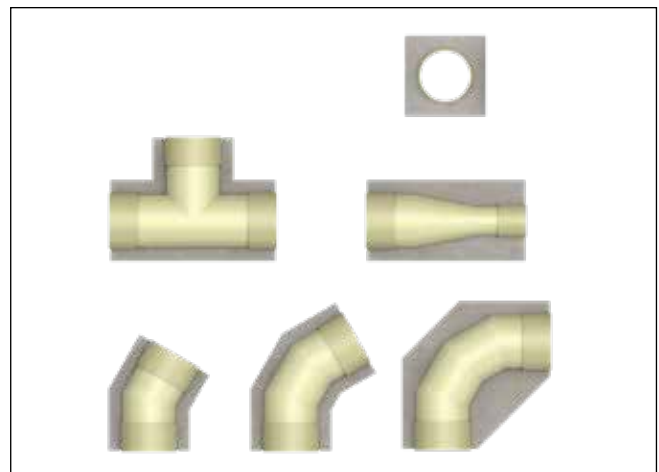


Abb. 58: Widerlager (Beispiele)

10. Besondere Verlegesituationen und Hinweise

10.1. Parallele Rohrleitungen

Wenn Sie mehrere Rohrleitungen in einem Rohrgraben planen, gehen Sie wie in Kapitel 4 beschrieben vor, und wählen Sie basierend auf den Anforderungen für das Rohr mit dem größten Durchmesser den Abstand „C“ zwischen ihnen.

Befolgen Sie die einschlägigen Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften für Arbeiten in Gräben und Baugruben. Der Abstand zwischen den Rohren muss so gewählt werden, dass eine ordnungsgemäße Zwickel- und Rohrzonenvorfüllung gewährleistet ist.

In der Praxis hat sich folgende Orientierung bewährt:

Bei Überdeckung bis 4,0m $C \geq (D_1 + D_2) / 6$

Bei Überdeckung größer 4,0m $C \geq (D_1 + D_2) / 4$

Bei der Verlegung in Flüssigboden oder im Betonguss beträgt der Mindestabstand (siehe Abb. 59) zwischen den Rohrleitungen 0,15 m.

10.2. Kreuzungen

Wenn sich zwei Rohre kreuzen, so dass eines über das andere führt, sollte der vertikale Abstand zwischen den Rohren und die Installation des unteren Rohrs wie in Abb. 60 gezeigt erfolgen. In manchen Fällen ist es notwendig, ein Rohr unter einer bestehenden Leitung zu verlegen. Achten Sie besonders darauf, das bestehende Rohr nicht zu beschädigen. Schützen Sie es, indem Sie es zum Beispiel vorübergehend an einem Stahlträger befestigen, der den Graben während der Bauarbeiten überquert. Es ist auch ratsam, das Rohr zu umwickeln, um es vor Schlagschäden zu schützen.

Wenn das neue Rohr verlegt wird, sollten saubere, grobkörnige Böden mit einem geringen Gehalt an Feinanteilen, sandige oder feinkörnige Böden (Bodenklassen G1 oder G2) als Verfüllung verwendet werden. Sie sollten um beide Rohre herum sehr gut verdichtet werden bis 300 mm über dem Scheitel des oberen Rohrs. Der sehr gut verdichtete Bereich sollte in Richtung der Rohrleitungen bis mindestens $2 \times DN$ ausgedehnt werden.

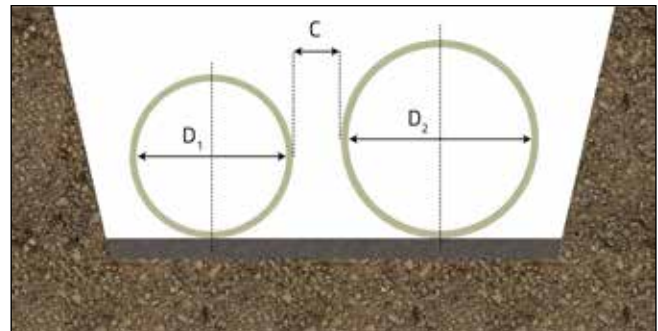


Abb. 59: Mindestabstand (C) zwischen Rohrleitungen

C – Horizontaler Abstand zwischen Rohren

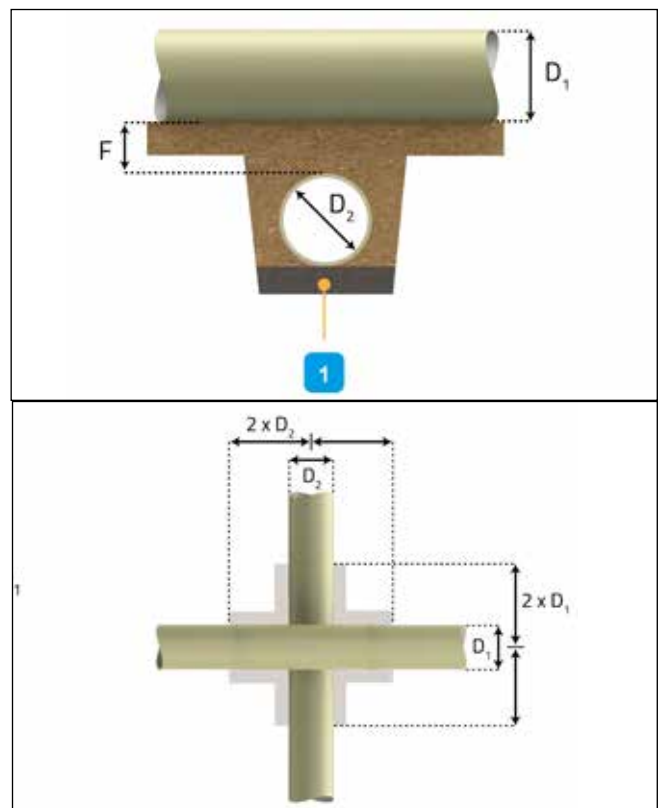


Abb. 60: Kreuzung anderer Rohrleitungen

1 – Bettung

F – Vertikaler Abstand zwischen Rohren

Empfohlener Abstand zw. beiden Rohren

Bis zu 4 m Überdeckungshöhe:	Über 4 m Überdeckungshöhe:	Nie weniger als 150 mm.
$F \geq \frac{D_1 + D_2}{6}$	$F \geq \frac{D_1 + D_2}{4}$	
Saubere grobkörnige Böden mit begrenztem Gehalt an Feinanteilen, sandige oder feinkörnige Böden.		



10.3. Einbau von GFK-Rohren in Steilstrecken (Gelände mit starkem Gefälle)

10.3.1. ALLGEMEIN

- Der Winkel, bei dem Hänge instabil werden können, hängt von der Qualität des Bodens ab. Das Risiko instabiler Bedingungen nimmt mit dem Neigungswinkel stark zu.
- Rohrleitungen sollten nicht an Hängen oder in Gebieten mit vermuteter Instabilität geplant werden. Eine fachgerechte geotechnische Planung unter Betrachtung der örtlichen Voraussetzungen ist in nicht vermeidbaren Fällen zwingend erforderlich.

10.3.2. ERDVERLEGUNG

Die Geländeprofil des verfüllten Grabens muss so hergestellt (egalisiert) werden, dass Oberflächen-, und Regenwasser schadfrei abgeführt wird. Wasseransammlungen an einem Hang verringern die Stabilität des Hangs und können zu internem Rutschen und Scherungen beitragen.

Bei Druckrohrleitungen ist der Lastabtrag der Schubkräfte an Widerlagern und ausgewinkelten Rohrverbindungen sicherzustellen.

Amiblu Rohre können in Hanglagen verlegt werden, wenn die folgenden Mindestbedingungen erfüllt sind:

- Die langfristige Stabilität der Installation wird durch eine angemessene geotechnische Planung gewährleistet.
- Verwenden Sie bei Hängen, bei denen ein Verdacht auf Instabilität besteht, entweder G1 Bettungsmaterial oder zementstabilisierte Materialien in der Rohrzone als Verfüllmaterial.
- Die Installation sollte immer vom Tiefpunkt aus hangaufwärts erfolgen. Jedes Rohr sollte ordnungsgemäß bis zum erforderlichen Niveau verfüllt werden, bevor das nächste Rohr in den Graben gelegt wird.
- Das Gelände über dem gefüllten Rohrgraben wird vor Erosion durch Oberflächenwasser geschützt.
- Die Rohre werden in gerader Ausrichtung ($\pm 0,2$ Grad) mit einem minimalen Abstand zwischen den Rohrenden installiert.
- Die absolute langfristige Bewegung der Verfüllung in Längsrichtung des Rohrs muss weniger als 20 mm betragen.
- Die Konstruktion muss ordnungsgemäß z.B. mittels einer Drainage entwässert werden. Auswaschung der Feinanteile der Verfüllung sind zu vermeiden. Die ausreichende Standsicherheit der Konstruktion ist zu gewährleisten.
- Die Lagestabilität der einzelnen Rohre sollte bereits während der Verlegung und der ersten Betriebsphase überwacht werden. Dies kann durch die Kontrolle des Abstands zwischen den Rohrenden geschehen.

- Unterstützung bei der Konstruktion von Steilstrecken erhalten Sie von Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

10.3.3. OBERIRDISCHE INSTALLATION

Die bevorzugte Methode zur Verlegung von Rohren an steilen Hängen ist die oberirdische Installation. Dies liegt daran, dass oberirdische Konstruktionen, wie z. B. Rohrwiegen, leichter zu definieren sind, die Qualität der Konstruktion leichter zu überwachen ist und Setzungen leichter zu erkennen sind.

Verwenden Sie die entsprechende Amiblu Verlegeanleitung für die oberirdische Installation.

10.4. Doppelrohre (Rohr im Rohr)

Amiblu Doppelrohrsysteme werden zum Beispiel in Trinkwasserschutzzone eingesetzt. Das Doppelrohrsystem besteht aus einem inneren Rohr für den Medientransport und einem äußeren Schutzrohr. (siehe Abb. 61).

Rohr-im-Rohr Systeme werden normalerweise vormontiert auf die Baustelle geliefert.

Der Abstand zwischen den Abstandhaltern (siehe Abb. 61) sollte dem Amiblu Handbuch für die oberirdische Verlegung entsprechen.

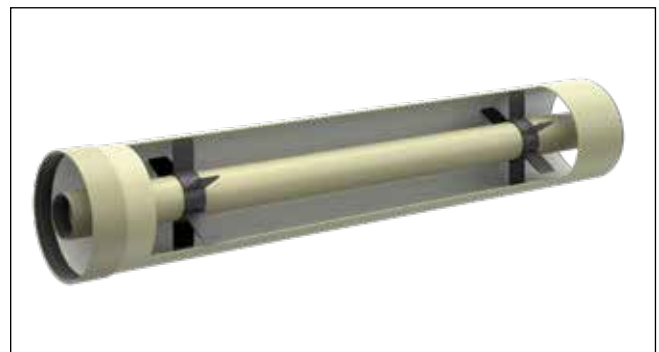


Abb. 61: Rohr-in-Rohr-System mit Mantelrohr und Abstandhaltern

10.4.1. INSTALLATION

Abstandhalter mit Gleitkufen halten das Medienrohr an seinem Platz. Um die strukturelle Stabilität der Rohrleitung zu erhalten, sind mindestens zwei Abstandhalter pro 6 m Rohr erforderlich. Da die verschiedenen Abstandhaltermodelle unterschiedliche Materialkennwerte haben und die Anwendungen variieren können, sind möglicherweise mehr Abstandhalter erforderlich. Für die Verlegung von Doppelrohren werden die gleichen Verfahren wie für Standardrohre verwendet. Der einzige Unterschied bei der Verbindung ist, dass Sie mit dem Medienrohr beginnen und es überprüfen sollten, bevor Sie das Schutzrohr verbinden.



10.4.2. DRUCK- UND DICHTHEITSTEST VON DOPPELROHRSYSTEMEN

Beachten Sie beim Dichtheitstest von Doppelrohren die folgenden Besonderheiten. Wenn nur das Medienrohr getestet werden soll, gehen Sie wie in Kapitel 11 beschrieben vor.

Angesichts der Kräfte, die bei Richtungsänderungen wirken, müssen bei Drucktests besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Sprechen Sie mit Amiblu über solche Projekte.

Wenn der Ringraum zwischen Mantel- und Medienrohr ohne Füllung des Medienrohrs (Gegendruck) getestet wird, berücksichtigen Sie den zulässigen Beuldruck des Medienrohrs (siehe Tabelle 5, Kapitel 4.9).

Ein mögliches Verfahren ist, zuerst das Medienrohr und dann Mantelrohr und Mantelraum gleichzeitig zu testen. Dadurch wird sichergestellt, dass der Druck in Medienrohr und Mantelraum gleich hoch ist.

10.5. Rohrinverlegung bei hohem Grundwasserspiegel

Um eine auf lange Sicht sichere Konstruktion zu gewährleisten, müssen die Boden- und Grundwasserverhältnisse immer berücksichtigt werden. Wenn der Grundwasserspiegel über der Grabensohle liegt, muss der Wasserspiegel vor dem Einbau und der Herstellung des Bettungsbereiches bis unter die Grabensohle (vorzugsweise etwa 200 mm) abgesenkt werden. Je nach Beschaffenheit des natürlichen Materials können dafür unterschiedliche Techniken verwendet werden.

Die Festlegungen hierfür sind vom verantwortlichen Planer zusammen mit Fachunternehmen zu treffen.

10.6. Verwendung von Grabenverbau

Die Verwendung von Grabenverbau ist bei der Verlegung von Rohren ein übliches Verfahren. Dies ist Teil der Projektplanung und muss den Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften entsprechen.

Bitte klären Sie diese Fragen mit Ihrem verantwortlichen Fachplaner.

Beim Entfernen von Grabenverbau sind dabei einige Überlegungen erforderlich die Sie in diesem Zusammenhang berücksichtigen und diskutieren sollten:

- Die erforderliche Verdichtung der Verfüllung der Rohrzone ist sicherzustellen. Es muss auf die richtige Abstützung (Rückhalt) zwischen natürlichem Boden und Verfüllung geachtet werden.

- Das schrittweise Entfernen des Verbaus während der Verfüllung und die lagenweise Verdichtung in der Rohrzone gegen den anstehenden Boden gewährleistet die beste Unterstützung für das Rohr. Hohlräume, die in der Bauphase häufig hinter der Spundwand / dem Verbau entstehen und sich später negativ auf das Boden-Rohrsystem auswirken können, werden verfüllt.
- Das Ziehen des Verbaus nach dem Verfüllen und Verdichten der Rohrzone führt im Gegenteil dazu, dass das Rohr-Bodensystem an Stabilität verliert, was wiederum die Unterstützung für das Rohr verringert. Um diesen Stabilitätsverlust zu minimieren, sollte der Verbau beim Ziehen mindestens gerüttelt werden.
- Im Falle einer Verfüllung mit Flüssigboden sollte die Verschalung entfernt werden, solange der Verfüllboden noch fließfähig ist.

Überlegungen bei der Verwendung verlorenen Verbaus:

- Bei nicht standfesten Böden kann es sinnvoll sein, einen verlorene Verbau für die Rohrzone zu verwenden, wenn ein Ziehen des Verbaus mit Verdichtung gegen den natürlichen Boden nicht möglich ist. Dieser verbleibt mit dem Rohr und dem Füllmaterial im Boden.
- Verwenden Sie ausreichend langen Verbau, um die Kräfte aus der Rohrleitung, zumindest in der Rohrleitungszone, gleichmäßig und ausreichend zu verteilen. Der Verbau kann dann der Stabilisierung des Boden-Rohr Systems dienen.
- Die Qualität des Verbaus muss mindestens für die Lebenserwartung des Rohres ausreichend gewählt werden. Die Ausführung der Rohrzone ist die gleiche wie bei normaler Grabenverfüllung.

10.7. Einbau bei wechselnden Gründungsbedingungen*

Der Einbau der Rohre in felsigem Untergrund bietet ein festes und stabiles Fundament für die Rohrleitung. Gibt es im Verlauf der Haltung einen Übergang zu einer anderen Bodenart muss ein sanfter Übergang mittels Gelenkstücken wie in Abb. 62 dargestellt hergestellt werden.

Diese Methode sollte an setzungsempfindlichen Übergängen zwischen verschiedenen Leitungsabschnitten angewandt werden.

Alternativ kann der Übergang am Wechsel der Gründungsbedingungen durch die Verwendung von mineralisch gebundenen Baustoffen für die Gründung und die Bettung des Bauteils ausgeführt werden. Die Grabengestaltung sollte sich an den allgemeinen Richtlinien für den Grabenbau orientieren.



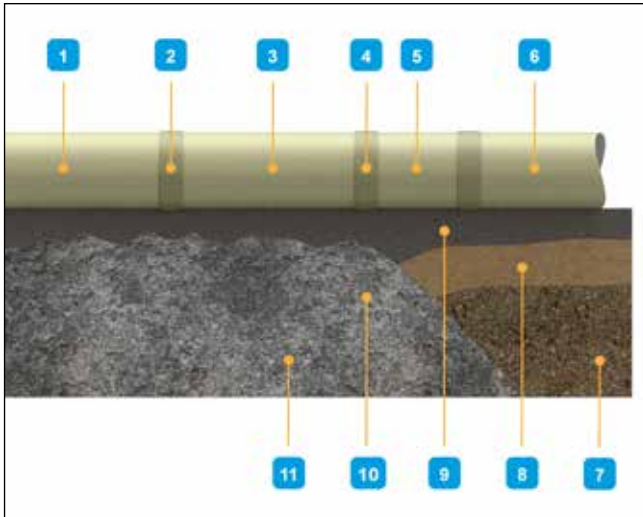


Abb. 62: Methode zum Grabenbau und zur Rohrverlegung an einem Fels-Boden-Übergang¹

- 1 – Standard-Rohrabschnitt
- 2 – Kupplung
- 3 – Vorbereitungs-Abschnitt
- 4 – Kupplung neben dem Gelenkstück
- 5 – Gelenkstück
- 6 – Standardrohr
- 7 – Natürliches Erdreich
- 8 – Fundament (falls erforderlich)
- 9 – Bettung
- 10 – Übergangsbereich
- 11 – Fels

¹ Wird auch bei abrupten Änderungen der Gründungsbedingungen angewendet. verwendet.

11. Dichtheitstest

11.1. Allgemein

Amiblu GFK-Freispiegelleitungssysteme (PN 1) werden gemäß EN 1610 für Rohrleitungen mit einem Testdruck von bis zu 0,5 bar auf Dichtheit getestet. Druckrohrleitungen werden gemäß EN 805 getestet. Es wird empfohlen, den Installationsfortschritt durch häufige Dichtheitstests für einzelne Abschnitte eines Projekts zu verfolgen.

In diesem Kapitel werden allgemeine Empfehlungen für Dichtheitstests beschrieben. Für weitere Einzelheiten und Anweisungen wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Amiblu Lieferanten.

Es ist im Allgemeinen eine gute Baupraxis, die Rohrtests mit der Installation um nicht mehr als etwa 1.000 m zu überschreiten, um die Qualität der Arbeit richtig zu beurteilen.

Der zulässige Testdruck für Amiblu GFK-Rohre und Verbindungen beträgt $1,5 \times \text{PN}$. Bei Systemtests einschließlich der von Formstücken, Schächten und Ventilen müssen möglicherweise die Projektbedingungen berücksichtigt werden.

Zu Fällen, in denen der Testdruck 1 bar überschreitet, lesen Sie bitte Kapitel 9.

Nicht erdverlegte Rohrleitungen oder teilweise abgedeckte Abschnitte müssen stabilisiert und durch geeignete Maßnahmen an der Bewegung gehindert werden.

Es wird empfohlen, die Pipeline langsam und ohne Druck

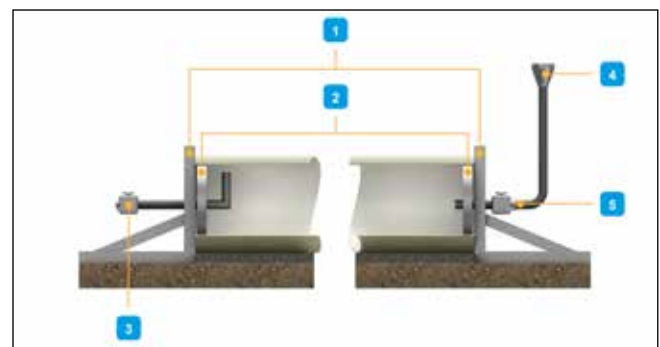


Abb. 63: Temporäres Ventil für den Dichtheitstest von Rohrleitungsabschnitten

- 1 – Abstützung für Drucktestplatte und Rohrleitung
- 2 – Drucktestplatte
- 3 – Entlüftungsanschluss
- 4 – Trichter für Schwerkraftfüllung
- 5 – Entlüftungsdüse

zu befüllen, und zwar von der niedrigsten Stelle aus. Die Entlüftungsöffnungen sollten groß genug sein, um die eingeschlossene Luft aus der Rohrleitung entweichen zu lassen (siehe Diagramme 2 und 3, nächste Seite).

Wenn sich im Testabschnitt Luft befindet, beachten Sie besondere Sicherheitsanforderungen und berücksichtigen Sie die mit der Kompressibilität der Luft verbundenen Risiken.



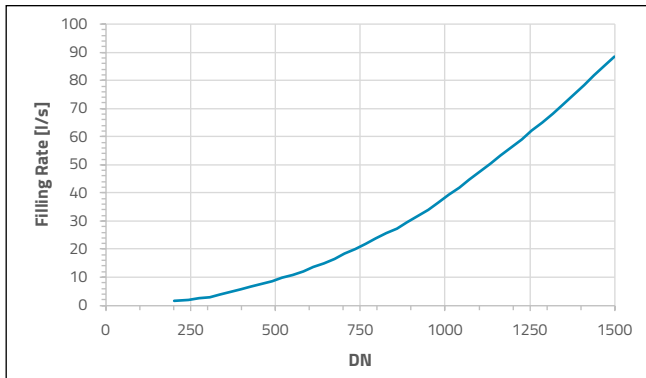


Diagramm 2: Empfohlene Füllrate DN 200-1500

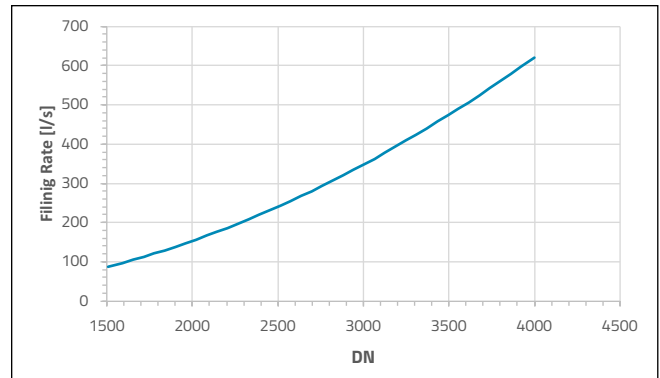


Diagramm 3: Empfohlene Füllrate DN 1500-4000

11.2. Dichtheitsprüfungen mit Wasser gemäß EN 1610

Die Methode „W“ (Prüfung mit Wasser) gemäß EN 1610 wird für Dichtheitsprüfungen an Schächten und anderen GFK-Bauwerken empfohlen. Das beschriebene Prüfverfahren basiert auf der Prüfmethode „W“. Es können einzelne Rohrverbindungen, Rohrleitungsabschnitte oder ganze Rohrleitungen getestet werden. Befolgen Sie die in EN 1610 beschriebenen Verfahren und verwenden Sie für den Test eine Ausrüstung ähnlich wie in Abb. 63 gezeigt oder geeignete Druckmessgeräte.

Diese Drücke sollten immer am tiefsten Punkt des getesteten Abschnitts gemessen werden.

Informieren Sie sich in EN 1610 über die zulässige Wasserzugabe während der Prüfung.

11.3. Dichtheitstest mit Luft gemäß EN 1610

Dieses Verfahren basiert auf der Prüfmethode „L“ in EN 1610, bei der Luft statt Wasser verwendet wird. Es können ebenfalls einzelne Rohrverbindungen, Rohrleitungsabschnitte oder ganze Rohrleitungen getestet werden. Befolgen Sie die in EN 1610 beschriebenen Verfahren.

Die richtige Prüfdauer für Rohrleitungen ohne Schächte bzw. Inspektionsöffnungen finden Sie in Tabelle 14, unter Berücksichtigung der Rohrdurchmesser und Prüfmethode in EN 1610 (LA; LB; LC; LD). Das Prüfverfahren wird entsprechend den Vorgaben des Betreibers und/oder des Planers durchgeführt.

WARNING: In einer Rohrleitung unter Druck ist eine erhebliche Menge an Energie gespeichert. Das ist besonders bei der Prüfung mit Luft der Fall, auch bei geringen Drücken!

Testmethode	p ₀	Δp	t (Minuten)						
	mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
K _p -Wert			0,058	0,058	0,04	0,03	0,02	0,015	0,012

Tabelle 14: Prüfung mit Luft – Dauer der Prüfung je nach Prüfmethode und Durchmesser (Quelle EN 1610)

Die Beziehung zwischen der Testzeit und dem zulässigen Druckabfall ist wie folgt:

$$t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta p}$$

K_p=12/DN, mit einem Maximum von 0,058, wobei t auf die nächste halbe Minute für t < 5 min und auf die nächste ganze Minute für t > 5 min gerundet wird

t – Prüfdauer

p₀ – Prüfdruck über atmosphärischem Druck

Δp – Zulässiger Druckabfall



Achten Sie gewissenhaft darauf, dass die Rohrleitung während der Prüfung an Anschlüssen und Formstücken ausreichend gehalten wird, um die unterschiedlichen Kräfte aufnehmen zu können. Beachten Sie die Herstellervorgaben für die eingesetzte Messtechnik, z.B. für Druckluftkupplungen.

11.4. Dichtheitsprüfung von Druckrohrleitungen gemäß EN 805

Dieses Prüfverfahren basiert auf der Prüfmethode „Druckverlust“ in EN 805. Einzelne Rohrverbindungen, Rohrleitungsabschnitte oder ganze Rohrleitungen können mit dieser Methode geprüft werden. Befolgen Sie das in EN 805 beschriebene Verfahren. Im Folgenden finden Sie eine Zusammenfassung dieser Informationen.

11.4.1. VORBEREITUNG

Inspizieren Sie vor der Prüfung die fertige Installation, um sicherzustellen, dass alle Arbeiten ordnungsgemäß ausgeführt wurden. Die folgenden Punkte sind von entscheidender Bedeutung:

- Die Verbindungen/Kupplungen sind korrekt montiert.
- Systemsicherungen (d. h. Widerlager und andere Anker) sind vorhanden und ordnungsgemäß ausgehärtet.
- Flanschverschraubungen sind den Anweisungen gemäß angezogen.
- Die Verfüllung wurde, wie in Kapitel 4.6 beschrieben, ausgeführt.
- Axial zugfeste Systeme verfügen über die nötige Mindestüberdeckung für die Sicherung der Rohre an allen zugfesten Punkten.
- Armaturen und Pumpen sind verankert.
- Die Verfüllung und Verdichtung in der Nähe von Bauwerken und an Endverschlüssen wurden ordnungsgemäß durchgeführt.
- Falls Produkte mit unterschiedlichen Druckklassen verwendet werden, achten Sie auf den maximal zulässigen Prüfdruck für jede Klasse. Beachten Sie Änderungen in der Druckstufe!

Verwenden Sie zum Prüfen ein Gerät wie in Abb. 63 oder ein geeignetes Druckmessgerät. Druckrohre bis PN10 dürfen gemäß EN 805 bis zu einem Druck von maximal $1,5 \times PN$ und für alles darüber hinaus bis PN plus 5 bar geprüft werden. Diese Drücke sollten am tiefsten Punkt des Prüfabschnitts angewendet werden.

Wir empfehlen die Durchführung dieser 3 Prüfschritte, wie in EN 805 beschrieben:

- Vorprüfung
- Druckabfallprüfung
- Hauptdruckprüfung

Systemprüfdruck (STP)	Maximal zulässiger Druck (MDP)	
	MDP ≤ 10 bar	MDP > 10 bar
	$1,5 \times MDP$	$MDP + 5$ bar
Tiefpunkt im Prüfabschnitt	$< 1,5 \text{ MDP}$	$< 1,5 \text{ MDP}$
Hochpunkt im Prüfabschnitt	$> 1,1 \text{ MDP}$	≥ 10 bar

Tabelle 15: Systemprüfdruck nach EN 805 ohne Druckstoßberechnung..

11.4.2. VORPRÜFUNG

Die Vorprüfung dient dazu, die von Innendruck, Zeit und Temperatur abhängige Volumenänderung in der Druckrohrleitung so weit zu stoppen, dass die anschließende Hauptdruckprüfung einen klaren Hinweis auf die Dichtheit des Prüfabschnitts geben kann.

Erhöhen Sie dafür allmählich den Innendruck der gefüllten Rohrleitung, mindestens bis der Betriebsdruck erreicht ist. Achten Sie darauf, dass der Prüfdruck des Systems nicht überschritten wird.

Halten Sie den vorläufigen Prüfdruck (Betriebsdruck) 6 Stunden lang aufrecht. Wenn ein Druckabfall auftritt, heben Sie den Druck in der Rohrleitung auf und untersuchen Sie die Ursache. Führen Sie dann die Vorprüfung erneut so lange durch bis dieser erfolgreich abgeschlossen wurde.

11.4.3. DRUCKABFALLPRÜFUNG

Die Druckabfallprüfung ermöglicht die Beurteilung des verbleibenden Luftvolumens in der Rohrleitung. Luft in der Rohrleitung verringert die Genauigkeit einer Druckprüfung mit Wasser. Um die in der Rohrleitung verbleibende Luft zu ermitteln, wird eine Druckabfallprüfung empfohlen. Befolgen Sie das in EN 805 beschriebene Verfahren.

Zur Berechnung der erforderlichen Parameter nach EN 805 wenden Sie sich bitte an Amiblu, um die Produkteigenschaften zu erfahren. Die E-Moduln von Amiblu GFK-Rohren variieren je nach Durchmesser, Druck und Steifigkeitsklasse.

11.4.4. HAUPTDRUCKPRÜFUNG

Schließen Sie alle Vorbereitungen ab, klären Sie die Sicherheitsanforderungen und führen Sie die Vorprüfung und die Druckabfallprüfung erfolgreich durch, bevor Sie mit dem Hauptdruckprüfung beginnen.

Alle Komponenten der Rohrleitung (z. B. Rohre, Formstücke, Armaturen, Widerlager und Zugsicherungen), einschließlich der Ausrüstung zum Schließen des Prüfabschnitts, müssen mit ausreichender Sicherheit für den Prüfdruck ausgelegt sein.



Erhöhen Sie den Druck gleichmäßig auf den Systemprüfdruck (STP). Der Prüfdruck sollte am tiefsten Punkt des Prüfabschnitts erreicht werden und am höchsten Punkt auf keinen Fall das 1,1-fache des maximalen Auslegungsdrucks (MDP) unterschreiten. Beachten Sie bei der Auswertung der Prüfung Temperatureffekte. Wenn ein Druckabfall auftritt, heben Sie den Druck in der Rohrleitung auf und untersuchen Sie die Ursache.

Für Druckrohrleitungen mit einem Auslegungsdruck von mehr als 10 bar (MDP) wird der EN 805-Systemprüfdruck (STP) mit einem Auslegungsdruck von maximal PN +5 bar empfohlen. Auf diese Weise sollen kostspielige Widerlager, überdimensionierte Ausrüstungen/Zubehörteile oder andere technische Details in der Rohrleitung vermieden werden, die nur dem Drucktest dienen.

11.5. Muffenprüfung

Wenn nicht anders angegeben, kann eine Einzelprüfung von Kupplungen in Betracht gezogen werden (siehe Abb. 64). Bei zugänglichen Rohrleitungen kann es wirtschaftlich sein, jede Verbindung sofort während der Installation zu überprüfen.

Bei der Auswahl des Muffenprüfgerätes ist es wichtig, die Innendurchmessertoleranzen für das geplante Gerät sowie die Rohrverformung im erdverlegten Zustand zu berücksichtigen.

Wie bereits erwähnt, hat es sich in der Praxis als praktisch und wirtschaftlich erwiesen, die Prüfung unmittelbar nach dem Verbinden der Rohre durchzuführen und das Prüfgerät im Zuge der Verlegung mitzuführen.

Beachten Sie, dass tragbare hydraulische Muffenprüfgeräte ab DN 800 speziell bestellt und geliefert werden können.

Dieses Gerät kann zu der internen Prüfung ausgewählter Rohrverbindungen verwendet werden. Jedes an die zu prüfende Verbindung angrenzende Rohr muss vorher ausreichend verfüllt werden, um eine Bewegung des Rohrs während der Prüfung zu verhindern.

Näheres erfahren Sie von Ihrem Amiblu Lieferanten.

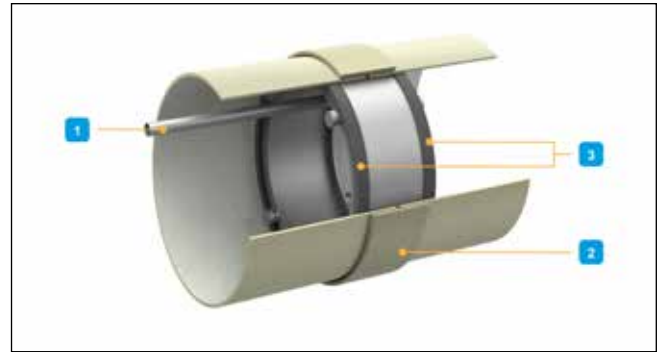


Abb. 64: Muffenprüfgerät

- 1 – Einfüllschlauch
- 2 – Kupplung
- 3 – Gummidichtung

Hinweis: Mit diesem Gerät kann die Verbindung geprüft werden, um festzustellen, ob sie ordnungsgemäß montiert wurde und die Dichtungen in der richtigen Position sind.

12. Längenanpassungen vor Ort

Im Folgenden finden Sie einige Hinweise und Vorsichtsmaßnahmen, die Sie bei der Durchführung von Längenanpassungen vor Ort beachten sollten:

- Sichern Sie Rohre und Formstücke, damit sie nicht rollen oder sich bewegen können. Reinigen Sie die zu bearbeitenden Oberflächen gründlich
- Stützen Sie das Rohr oder Formstück ab, damit der Schnitt ohne Unterbrechung durchgeführt werden kann. Stützen Sie auch das abgeschnittene Stück sicher ab und halten Sie es auf der gleichen Höhe wie das Rohr, um ein Abbrechen zu verhindern.
- Messen Sie die Schnittlinie aus und markieren Sie sie deutlich.
- Schneiden Sie vorzugsweise mit einem geschlitzten Diamantwerkzeug. Typische Werkzeuge für Beton oder Stein sind geeignet, solche für Stahl hingegen nicht. Vermeiden Sie übermäßigen Kraftaufwand, um einen schnelleren Schnitt zu erzielen.
- Brechen Sie die scharfe Kante an der Innenseite des Rohrs mit einer Schleifscheibe.
- Fasen Sie die Schnittkante an der Außenseite des Rohres gemäß Tabelle 16 an und runden Sie die Kanten mit einer Schleifscheibe ab (Abb. 65).
- Im Allgemeinen müssen Schnittkanten nicht versiegelt werden Ä, es sei denn, die Rohre wurden mit einem besonderen Schutz bestellt.
- Tragen Sie beim Schneiden und Schleifen von GFK eine geeignete persönliche Schutzausrüstung.

Für Anpassungen von Flowtite GFK-Rohren vor Ort wird empfohlen, Rohre zu verwenden, die als „Passrohr / Adjustment Pipe“ gekennzeichnet sind. So gekennzeichnete Rohre benötigen keine weitere Kalibrierung des Rohrspitzendes.

Nicht als Passrohre gekennzeichnete Flowtite GFK-Rohre müssen auf den Spitzenddurchmesser dPS mit Mindestlänge LPS gemäß Tabelle 17 geschliffen werden. Weitere Informationen erhalten Sie bei Amiblu.

Hinweis: Für Hobas GFK-Rohre ist keine zusätzliche Behandlung des Spitzenddurchmessers erforderlich.

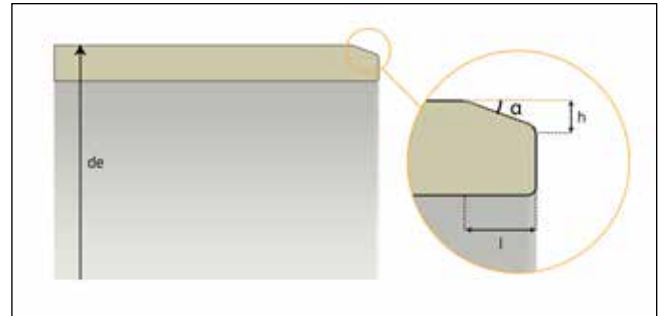


Abb. 65: Erforderliche Anfasung des Rohrspitzendes

l – Länge
h – Höhe
α – Faserwinkel
de – Äußerer Durchmesser

Durchmesser [mm]	Winkel α [°]	Max. Länge [mm]	Min. verbleibende Wandstärke [mm]
200	20	4	2
250	20	6	2
300	20	6	2
350	20	8	2
400	20	10	2
500	20	14	2
600	20	17	2
700-4000	20	20	

Tabelle 16: Maße der Anfasung des Rohrspitzendes in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser

DN	Spitzendendurchmesser Flowtite	Spitzendenlänge
	d_{ps} [mm]	L_{ps} [mm]
300	324 -0,5/+0,5	130
350	375,9 -0,5/+0,5	130
400	426,8 -0,5/+0,5	130
450	477,7 -0,5/+0,5	130
500	529,6 -0,5/+0,5	130
600	616,5 -0,5/+0,5	160
700	718,5 -0,5/+0,5	160
800	820,5 -0,5/+0,5	160
900	922,5 -0,5/+0,5	160
1000	1024,5 -0,5/+0,5	160
1100	1126,5 -0,5/+0,5	160
1200	1228,5 -0,5/+0,5	160
1300	1330,5 -0,5/+0,5	160
1400	1432,5 -0,5/+0,5	160
1500	1534,5 -0,5/+0,5	160
1600	1636,5 -0,5/+0,5	160
1700	1738,5 -0,5/+0,5	160
1800	1840,5 -0,5/+0,5	160
1900	1942,5 -0,5/+0,5	160
2000	2044,5 -0,5/+0,5	160

DN	Spitzendendurchmesser Flowtite	Spitzendenlänge
	d_{ps} [mm]	L_{ps} [mm]
2100	2146,5 -0,5/+0,5	160
2200	2248,5 -0,5/+0,5	160
2300	2350,5 -0,5/+0,5	160
2400	2452,5 -0,5/+0,5	160
2500	2554,5 -0,5/+0,5	175
2600	2656,5 -0,5/+0,5	175
2700	2758,5 -0,5/+0,5	175
2800	2860,5 -0,5/+0,5	175
2900	2962,5 -0,5/+0,5	175
3000	3064,5 -0,5/+0,5	175
3100	3166,5 -0,5/+0,5	185
3200	3268,5 -0,5/+0,5	185
3300	3370,5 -0,5/+0,5	185
3400	3472,5 -0,5/+0,5	185
3500	3574,5 -0,5/+0,5	185
3600	3676,5 -0,5/+0,5	185
3700	3778,5 -0,5/+0,5	185
3800	3880,5 -0,5/+0,5	185
3900	3982,5 -0,5/+0,5	185
4000	4084,5 -0,5/+0,5	185

Tabelle 17: Spitzendenabmessungen von Flowtite-Rohren PN 1 - PN 16



13. Anpassungsarbeiten und Reparaturen

13.1. Allgemein

Werden beim Abladen, Lagern oder bei der Handhabung auf der Baustelle Unregelmäßigkeiten festgestellt, sind diese vor dem Einbau der Rohre gründlich zu untersuchen.

Wenn ein Schaden so groß ist, dass eine Reparatur erforderlich ist, gehen Sie wie nachstehend beschrieben vor. Wenden Sie sich an Amiblu, wenn Sie Zweifel über das Ausmaß des Schadens oder geeignete Reparaturmöglichkeiten haben.

13.2. Bewertung des Schadens

13.2.1. ÄUSSERE OBERFLÄCHE

Leichte Kratzer, Abschürfungen oder Schrammen auf der äußeren Schutzschicht von GFK-Rohren sind akzeptabel und haben im Allgemeinen keinen Einfluss auf die Lebensdauer des Bauteils. Schäden, die tiefer als 1 mm sind und/oder gebrochene Glasfasern erfordern eine Überprüfung. Näheres erfahren Sie von Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

13.2.2. INNERE OBERFLÄCHE

Leichte Kratzer, Abschürfungen oder Schrammen auf der inneren Schutzschicht von GFK-Rohren sind akzeptabel und haben im Allgemeinen keinen Einfluss auf die Lebensdauer des Bauteils. Schäden, bei denen die Wandstruktur gebrochen ist und Glasfasern freiliegen, müssen überprüft werden.

Bei Rissen und mechanischen Schäden wenden Sie sich bitte an Amiblu.

13.3. Lückenschluß mit Passstücken

Die Mindestlänge des geplanten Passrohres sollte 1 m betragen. Außerdem sollte das Passrohr nicht an ein Gelenkstück angrenzen, d. h. die kurze Länge soll Flexibilität neben starren Verbindungen bieten (Abb. 66). Messen Sie den Abstand zwischen den Rohrenden, zwischen denen Sie das Passrohr einsetzen wollen. Das Passrohr muss 10-20 mm kürzer sein als die gemessene Länge. Das gewährleistet, dass der Lückenschluss fachgerecht herzustellen ist.

Der Lückenschlussbereich ist häufig übermäßig ausgebaggert, um den Zugang zu erleichtern. Die Verdichtung der Verfüllung um ein Passrohr ist deshalb sehr wichtig und sollte mindestens 95 % SPD betragen. Dies wird empfohlen, um übermäßige Bewegungen und Verbindungsrotationen zu vermeiden.

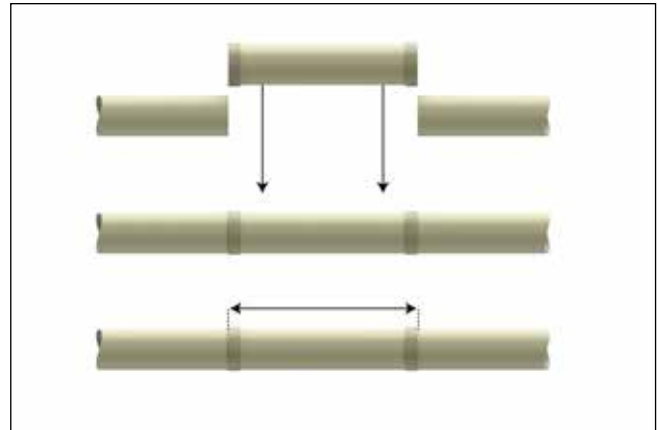


Abb. 66: Montage des Passrohres

Wird das Passrohr bauseits zugeschnitten ist das Rohrspitzende fachgerecht gemäß Abschnitt 12 vorzubereiten. Achten Sie besonders auf das Bearbeiten der Schnittkanten.

Flowtite-Kupplungen und ASC-Kupplungen können für Lückenschlüsse und Reparaturen für PN1 Anwendungen verwendet werden. Um die Kupplung zu bewegen, muss der Stopper herausgenommen werden.

Beim Einsatz der GFK-Kupplungen ist ein Passrohr (siehe Abschnitt 12) zu verwenden. Es sollte ausreichend Gleitmittel verwendet werden. Der Einsatz einer geeigneten Vorrichtung (Abb. 67) zum Bewegen der Kupplung wird empfohlen. Näheres erfahren Sie von Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

Bei anderen Verbindungsmethoden, wie in Kapitel 5.5 erwähnt, müssen die Installationsverfahren für die verwendete Kupplung befolgt werden.

13.4. Flexible Reparaturkupplungen

Wenn der beschädigte Bereich des Rohres sehr klein ist, kann eine Reparaturkupplung (flexible mehrteilige Montagekupplung) für drucklose Anwendungen montiert werden. Welcher Kupplungstyp verwendet wird, hängt von den tatsächlichen Schäden und der Anwendung der Rohrleitung ab. Vor der Montage der Reparaturkupplung ist die beschädigte Stelle zu reinigen.

Die Kupplung kann dann geöffnet, um die beschädigte Stelle gelegt und festgezogen werden. Beachten Sie die Anweisungen des Herstellers der Reparaturkupplung.

Bitte erkundigen Sie sich bezüglich Druckanwendungen bei Ihrem örtlichen Amiblu Lieferanten.

13.5. Innenmanschetten

Innenmanschetten aus Gummi werden zur Reparatur von Verbindungen und lokalen Schäden verwendet. Sie sind in zahlreichen Größen und Variationen erhältlich. Diese Systeme können bei allen von innen zugänglichen Durchmessern zur Abdichtung von Kupplungsverbindungen oder bei lokalen Schäden verwendet werden. Welcher Manschettentyp verwendet wird, hängt von den tatsächlichen Schäden und den Betriebsbedingungen der Rohrleitung ab. Bitte erkundigen Sie sich bezüglich der Anwendung bei Ihrem Lieferanten.

13.6. Montage-, und Laminierarbeiten

Laminierarbeiten dürfen auf der Baustelle nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Lokal geltende Bestimmungen können bestimmte Qualifikationsnachweise fordern. Alle Amiblu Monteure verfügen über die notwendigen Qualifikationen, Schulungen und Erfahrung, um Laminierarbeiten auf der Baustelle fachgerecht auszuführen. Wenden Sie sich an Amiblu, wenn Sie solche Dienste benötigen.

Laminier-, und Klebarbeiten erfordern geeignete Bedingungen wie z.B. Wetterschutz, geregelte Temperaturen und ähnliches.

Amiblu beschäftigt erfahrene Ingenieure, die spezifische Lamine für Montagearbeiten auf der Baustelle dimensionieren, um sicherzustellen, dass die fertigen Lamine alle Anforderungen für die Rohrleitung erfüllen. Kontaktieren Sie Amiblu für weitere Informationen.

13.7. Entfernen einer Rohrkupplung

Für die Demontage von Verbindungen muss eine geeignete Vorrichtung verwendet werden (siehe Abb. 67). Nach der Demontage sind Kupplung, Rohr und Dichtungen auf Beschädigungen zu überprüfen. Jedes beschädigte Teil sollte bei Bedarf ersetzt oder repariert werden. Stellen Sie sicher, dass die zum Entfernen der Kupplung angewandte Kraft kontrolliert wird, um eine übermäßige Belastung des Rohrmaterials zu vermeiden.

Bei alten installierten Verbindungen, oder wenn kein geeignetes Gerät zur Verfügung steht, können Sie die Kupplung mit einer Säge durchtrennen und ersetzen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Rohroberfläche nicht beschädigt wird.

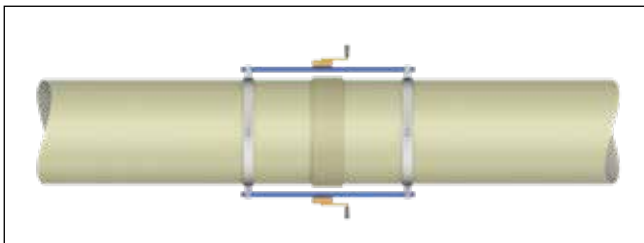


Abb. 67: Beispiel einer Montagehilfe für die Demontage von Rohren

13.8. Rohrleitungsanschluss auf der Baustelle für Freispiegelleitungen

Für den Anschluss von Rohrleitungen an Amiblu Rohre auf der Baustelle gibt es zwei gängige Möglichkeiten:

- Geklebte und geschraubte Sattelstücke
- Anschlusssättel anderer Hersteller

Verwenden Sie Werkzeuge mit Hartmetall- oder Diamantbesatz (Werkzeuge zur Bearbeitung von Beton und Stahlbeton sind geeignet).

13.8.1. GESCHRAUBTE UND GEKLEBTE SATTELSTÜCKE

Amiblu liefert geschraubte und geklebte Sattelstücke (Abb. 68) für den Anschluss von Abwasserkanälen auf der Baustelle.

Für den geschraubten Amiblu Sattel ist keine Verklebung erforderlich. Er wird mit dem Hauptrohr verbunden, indem er mit diesem verschraubt und mit einer vollflächigen Dichtung abgedichtet wird.

Ein geklebter Sattel ist ein vorgefertigtes Bauteil, das an der gewünschten Stelle der Rohrleitung verwendet und vor Ort mit diesem verklebt wird.

Bei Sattelstücken weist der Abzweig im Allgemeinen einen Winkel von 45° oder 90° auf. Auf Anfrage können auch Sattelstücke für einen bündigen Sitz an der Innenseite des GFK-Kanals hergestellt werden.

Es sind Sattelstücke zum Anschluss von Fremdmaterial wie z. B. Steinzeug oder PVC lieferbar. Für die Einbindung von PP oder PE Material werden PVC-Anschlussstutzen oder Muffen verwendet.

Verwenden Sie ein Werkzeug mit einem Hartmetall- oder Diamantblatt, (Werkzeuge zur Bearbeitung von Beton und Stahlbeton sind geeignet) oder eine Bohrkronen, um den für die Verbindung erforderlichen Ausschnitt herzustellen.

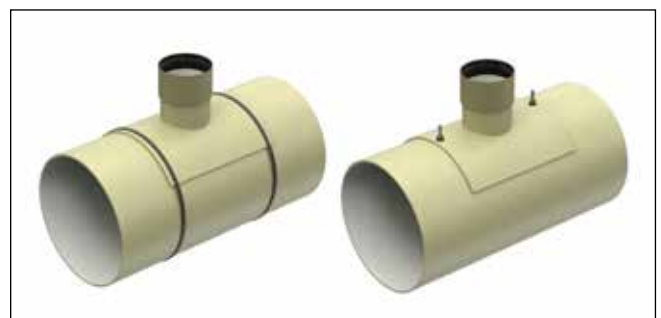


Abb. 68: Geklebter Sattel (links) und geschraubter Sattel (rechts)

13.8.2. MONTAGE VON GESCHRAUBTEN SÄTTELN (ABB. 69)

- Markieren Sie die Stelle, an der der Sattel gebohrt werden soll.
- Bohren Sie das Loch mit einem geeigneten Kernbohrer. Die Größe des Lochs (-0/+5 mm) richtet sich nach dem Außendurchmesser des zu verbindenden Rohres.
- Legen Sie den Sattel über das Kernloch und markieren Sie die Löcher, die für die Verschraubung zu bohren sind.
- Nach dem Entfernen des Sattels bohren Sie zwei Löcher.
- Setzen Sie die mitgelieferte Gummidichtung auf der Unterseite des
- Sattels ein. Wenn profilierte Dichtungen mitgeliefert werden, sollten die Lippen sichtbar sein.
- Setzen Sie den Sattel auf und verbinden Sie den Sattel mit dem Rohr. Verwenden Sie dafür die mitgelieferten Schrauben und Muttern. Stecken Sie die Schrauben von innen nach außen.



Abb. 69: Montage geschraubter Sättel

13.8.3. MONTAGE GEKLEBTER SÄTTELSTÜCKE (ABB. 70)

- Entfernen Sie jeglichen Schmutz von den Außenflächen des Rohres und stellen Sie sicher, dass die zu verklebende Oberfläche trocken und frei von Ablagerungen ist.
- Bestimmen Sie den auszuschneidenden und zu klebenden Bereich und markieren Sie ihn z.B. mit einem Filzstift.
- Alternativ bohren Sie ein Loch mit einer Bohrkronen, je nach Art des Sattels, und überprüfen Sie die Abmessungen.
- Entgraten Sie die Schnittkanten. Achten Sie besonders auf regelmäßige glatte Innenkanten ohne scharfe Kanten und Ecken.
- Rauen Sie die zu verklebenden Flächen auf und entfetten Sie diese mit einem geeigneten Reinigungsmittel, das schnell verdunstet. Tragen Sie den Kleber gleichmäßig auf die Flächen auf. Versiegeln Sie den restlichen Einkomponentenkleber sofort nach Gebrauch, damit er weiterverwendet werden kann.
- Legen Sie den Sattel auf und sichern Sie ihn (z. B. mit einem Gurt), bis der Kleber vollständig erhärtet ist. Neben dem gelieferten Einkomponentenkleber sind alternative im Fachhandel verfügbare Zwei-Komponentensysteme auf Polyester (UP), Epoxy (EP) oder Polyurethan (PU) Basis geeignet.

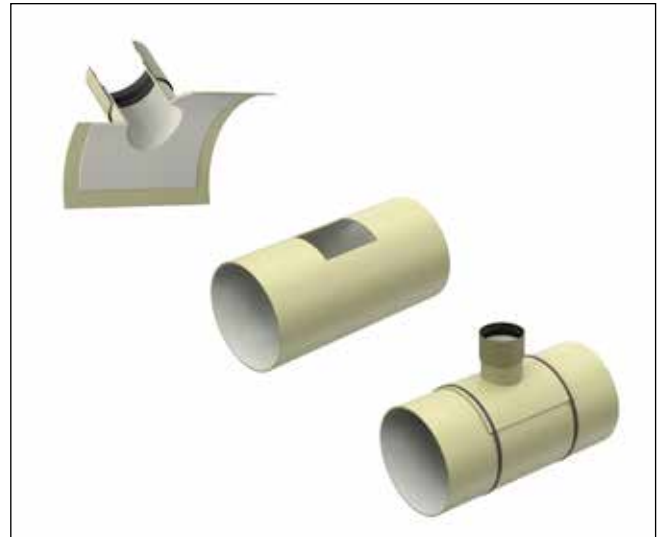


Abb. 70: Montage geklebter Sättel

13.8.4. SÄTTELSTÜCKE ANDERER HERSTELLER

Verschiedene Hersteller bieten Anbohrersättel für dünnwandige Rohrsysteme an, die mit Amiblu GFK Rohren verwendet werden können. Beachten Sie die herstellereigenen Montageanleitungen.

13.9. Rohrleitungsanschluss für Druckrohrleitungen auf der Baustelle (Abb. 71)

Unter bestimmten Umständen kann es erforderlich sein, an in Betrieb befindlichen Druckrohrleitungen Anzapfungen vorzunehmen, entweder durch Heißanzapfung (unter Druck stehende Rohre) oder Kaltanzapfung (drucklos gemachte Rohre). Dieses Verfahren erfordert spezielle Techniken, Geräte, Werkzeuge und Fachkenntnisse. Das Anzapfen von Amiblu Rohren ist möglich und hängt von Bedingungen wie der Art des Rohrs, dem Druckniveau, der Temperatur und den Installationsbedingungen ab. Wenden Sie sich vor der Durchführung an Amiblu, um weitere Informationen und die Beschreibung einer detaillierten Methodik zu erhalten.

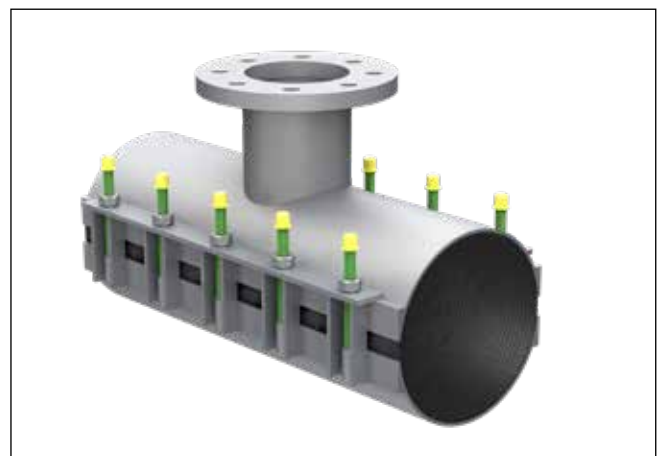


Abb. 71: Anbohrschelle

14. Kontrolle der Verlegung

14.1. Allgemein

Dieser Abschnitt enthält Empfehlungen, um eine ordnungsgemäße, qualitativ hochwertige Rohrleitungsinstallation und einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Dazu gehört die Überprüfung der folgenden Punkte:

- Vertikale Rohrverformung
- Versatz der Rohrspitzenden bei Verbindungen
- Abstand zwischen Spitzenden (Muffenspalt)

Vor dem Verfüllen ist die Rohrleitung von außen auf Anzeichen von Beschädigungen zu überprüfen. Wenn ein Schaden festgestellt wird, dokumentieren Sie ihn und wenden sich bei Bedarf an Amiblu.

Zusätzlich zur äußeren Inspektion sollte die Rohrleitung und vor allem die Verbindungsstellen nach Abschluss der Verfüllung von innen inspiziert werden.

14.2. Rohrverformung

Es wird empfohlen, Verformungsmessungen an den verlegten Rohren durchzuführen, um die ordnungsgemäße Verlegung der Rohrleitung zu überprüfen.

Kurz nach Abschluss der Verlegung (in der Regel innerhalb von 24 Stunden nach Erreichen der maximalen Überdeckung) kann leicht sichergestellt werden, ob die Anforderungen an die Anfangsverformungen eingehalten sind.

Die vertikale Verformung eines Rohrs wird wie folgt berechnet:

$$\% \text{ Deflection} = \frac{\text{Actual I.D.} - \text{Installed Vertical I.D.}}{\text{Actual I.D.}} \times 100$$

In der Regel betragen die Anfangsverformungen nach Verfüllung bis zum gewünschten Niveau bei den meisten Verlegungen weniger als 2 %. Eine empfohlene Methode zur Überprüfung des Einbaus ist der Vergleich der gemessenen Verformungen mit den in der Projektplanung berechneten Verformungen. Referenzwerte für die Verformung können der Tabelle 18 oder der statischen Berechnung der Rohrleitung entnommen werden.

Beulen, Dellen, Abflachungen oder andere abrupte Änderungen der Rohrwandkrümmung sind nicht zulässig.

Unterschiedliche Verformungen zwischen benachbarten Rohren müssen vermieden werden, um die Funktionalität der Dichtungen gewährleisten zu können. (siehe auch Kapitel 5.2.18 – 5.2.1.9)

Der Nenn-Innendurchmesser (tatsächlicher ID) des Rohres kann den bereitgestellten technischen Datenblättern entnommen oder anhand der folgenden Gleichung für ein noch nicht vor Ort installiertes Rohr berechnet werden:

$$\text{Actual I.D.} = \frac{\text{Vertical I.D.} + \text{Horizontal I.D.}}{2}$$

Das verwendete Rohr sollte bei einer Überprüfung in nicht eingebautem Zustand frei auf einer ebenen Fläche liegen.

	Maximale anfängliche Durchbiegung des Durchmessers [%]
Größerer Durchmesser (≥ 300)	3
Kleinerer Durchmesser (≤ 250)	2,5

Tabelle 18: Maximal zulässige anfängliche vertikale Durchbiegung des Rohres

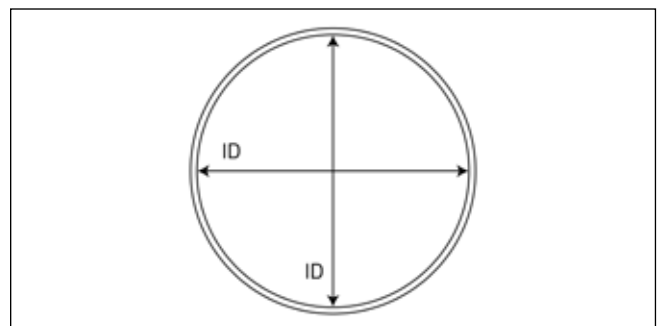


Abb. 72: Schätzung des Rohrinneindurchmessers anhand von Messungen vor Ort



14.3. Korrektur zu stark verformter Rohre

Rohre, deren Anfangsverformung die Referenzwerte überschreiten, sollten korrigiert werden, um die vorgesehene Funktion der Rohrleitung zu gewährleisten. Übermäßige Verformungen können sich negativ auf die Funktion, den Betrieb und die Langlebigkeit des Rohrs auswirken.

14.3.1. VERFAHREN

Für Rohre mit einer Verformung von bis zu 8 % des Durchmessers:

- Graben Sie bis zur Rohrzone hinunter. Der Aushub direkt über dem Rohr und an seinen Seiten sollte mit Handwerkzeugen erfolgen, um zu vermeiden, dass das Rohr mit schwerem Gerät beschädigt wird. (Abb. 73).
- Die Verformung sollte sich verringern, da das elastische GFK-Rohr versuchen wird, in seine Ausgangsform zurückzukehren, wenn es nicht mehr unter Last steht. Überprüfen Sie, ob sich die Verformung ausreichend reduziert hat.
- Untersuchen Sie das Rohr auf Schäden. Ein beschädigtes Rohr sollte entsprechend repariert oder ersetzt werden.
- Verdichten Sie die Verfüllung im Bereich der Rohrzone wieder. Achten Sie darauf, dass die Verfüllung nicht mit unzulässigem Material vermischt wird.
- Verfüllen Sie die Rohrzone wieder schichtweise mit dem entsprechenden Material, wobei jede Schicht mit der erforderlichen Verdichtung eingebaut wird.
- Füllen Sie wieder bis zum gewünschten Niveau auf und überprüfen Sie die Rohrverformungen, um sicherzustellen, dass sie die Referenzwerte nicht überschritten haben.

Rohre, die eine Verformung von mehr als 8 % aufweisen, müssen vollständig ersetzt werden.

Vorsicht: Versuchen Sie nicht, ein verlegtes, zu stark verformtes Rohr von innen zu korrigieren, um es in einen ordnungsgemäßen Zustand zu bringen. Dadurch kann das Rohr beschädigt werden.

Wenn parallel verlegte Rohrleitungen ausgegraben werden, muss darauf geachtet werden, dass die Abdeckung eines Rohres nicht auf das benachbarte Rohr aufgeschüttet wird. Die zusätzliche Auflast und die Verringerung der seitlichen Abstützung könnten die Verformung verstärken.

Einzelheiten zu den Anforderungen an die Verbindungen finden Sie in Kapitel 5.

Gute Erfahrungen beim Rückbau der obersten Schicht über dem Rohr wurden mit Saugbaggern erzielt.



Abb. 73: Ausgraben zu stark durchgebogener Rohre

14.4. Spaltmaß zwischen Spitzenden

Ermitteln Sie den Abstand zwischen den beiden Spitzenden, um zu prüfen, ob die Abwinkelung der Rohrleitung im Verhältnis zum Rohrdurchmesser innerhalb der Toleranzen liegt. Die zulässigen Werte für die Lücken sind in Anhang B aufgeführt.

Bei einer ordnungsgemäßen Installation haben beide Rohrspitzenden vollen Kontakt mit dem Stopper der Kupplung, ohne dass diese zusammengedrückt wird.

Achten Sie auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spitzenden, wenn die Betriebstemperatur deutlich über der Einbautemperatur liegt, um die Materialausdehnung zu ermöglichen. (Zum Beispiel Kühlwasserleitungen, siehe Kapitel 4.8).

15. Reinigung von Rohrleitungen

15.1. Allgemein

Rohrsysteme können gelegentlich gereinigt werden, um die Funktionalität und optimale Leistung zu gewährleisten. Die sehr glatte Innenfläche der Amiblu GFK-Rohre vermindert jedoch sehr wirksam die Ablagerung von Sand und Schlamm, was die Reinigung erleichtert.

15.2. Mechanische Reinigung

Zur Reinigung werden einfache Bürsten oder spezielle Geräte wie Molchsysteme empfohlen, die mechanisch mit Druckluft oder Wasser durch die Rohre getrieben werden. Die beste Option sind die auf dem Markt erhältlichen speziellen Molche für GFK-Rohre. Diese Vorrichtungen können zum Innendurchmesser des Rohrs passend hergestellt werden. Die Modelle reichen von Bürsten mit Kunststoffborsten bis zu komplexen Werkzeugen mit integrierten Sprühdüsen für Rohrleitungen.

Die Verwendung von Kettenschleudern, Metallborsten oder anderen Vorrichtungen dieser Art ist nicht zulässig.

15.3. Reinigung durch Spülen

Die Auswahl des geeigneten Reinigungsverfahrens bei GFK-Rohren ist unter Beachtung der im Projekt eingesetzten Produktspezifikation vorzunehmen. Kontaktieren Sie Amiblu für Informationen im Vorfeld der Reinigung.

15.3.1. SPÜLEN MIT NORMALDRUCK

Die wirtschaftlichste Methode zur Reinigung von Rohren ist die Spülung mit Wasser, welche die hydraulische Schubspannung erhöht und so Ablagerungen löst, lockert und auswäscht.

Amiblu GFK Rohrsysteme sind für die Spülung mit Normaldruck geeignet.

15.3.2. REINIGUNG DURCH HOCHDRUCKSPÜLUNG

Bei der Druckreinigung von Rohrleitungen mit Wasser (siehe Abb. 74) ist darauf zu achten, dass die Innenfläche der Rohre nicht beschädigt wird. Verwenden Sie immer Methoden, die die Rohrwand nicht mechanisch beschädigen. Achten Sie besonders auf die Auswahl der richtigen Düse (Abb. 75). Wählen Sie die Düsen so aus, dass kein plötzlicher Aufprall der Düse auf die Rohrwand erfolgen kann. Amiblu kann Sie bei Bedarf beraten.

15.3.3. REINIGUNG VON AMIBLU ABWASSER- UND ABWASSERDRUCKROHREN

Hinweis: Dieser Abschnitt gilt nicht für Flowtite GFK-Kanalrohre DN 250 und kleiner. Für diese Rohre gilt der nachfolgende Abschnitt „Reinigung von Flowtite GFK-Druckrohren“ (Kapitel 15.3.4.).

Amiblu Kanalrohre erfüllen generell die Anforderungen der Wasserstrahlreinigung nach DIN 19523:

- Der maximal zulässige Druck an der Düse beträgt 120 bar¹. Beachten Sie die maximal zulässige Spülstrahlleistungsdichte. Aufgrund der glatten Innenfläche der GFK-Rohrsysteme kann eine angemessene Reinigung und Beseitigung von Verstopfungen üblicherweise mit geringeren Drücken erreicht werden.
- Bevorzugt werden Spülköpfe mit am Umfang gleichmäßig angeordneten Düsen verwendet.
- Spülköpfe mit Kettenschleudern, sowie rotierende, aggressive oder sonstige schädigende Düsen sind nicht zulässig.
- Sohlräumer sowie Hochdruckreinigungsverfahren sind für GFK-Rohrsysteme nicht erlaubt.
- Der Spülstrahlwinkel sollte nicht größer als 30° sein. Ein kleinerer Winkel als 20° ist für ein GFK-Rohr in der Regel ausreichend, da die glatte Oberfläche des Materials eine Haftung vermindert (siehe Abb. 75).
- Zur Sicherstellung der maximal zulässigen Spülstrahlleistungsdichte¹ sollte die Anzahl der Düsen 6 bis 8 und die Lochgröße muss mindestens 2,4 mm betragen.
- Die Außenfläche des Spülkopfes muss glatt sein.
- Die Vorwärts- und Rückwärtsgeschwindigkeit des Spülkopfes muss auf 30 m/min begrenzt werden. Vermeiden Sie ein Stoppen des Spülkopfes während des Reinigungsvorgangs. Unkontrollierte Bewegungen des Spülkopfes (Pendeln, Schlagen u.ä.) sind zu unterbinden. Ggf. ist der Einsatz von Spülschlitten in Betracht zu ziehen. Beim Einsetzen des Spülkopfes ist darauf zu achten, dass das Gerät nicht unkontrolliert gegen die Rohrwand schlägt.
- Spülschlitten mit mehreren Kufen ermöglichen einen größeren Abstand zwischen der Düse und der Rohrwand, sodass die Reinigung weniger aggressiv ausgeführt wird.



Abb. 74: Reinigung mit Hochdruckwasserstrahlen

¹ Die Reinigung darf mit einer Spülstrahlleistungsdichte von bis zu 330 W/mm² durchgeführt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei Verwendung der empfohlenen Kombination von Düsenanzahl und Lochgröße ($\alpha=30^\circ$, 8 Düsen mit 2,4mm Lochgröße) bei einer Durchflussrate von ca 300 l/min ein Druck von ≤ 120 bar an der Düse erreicht wird.

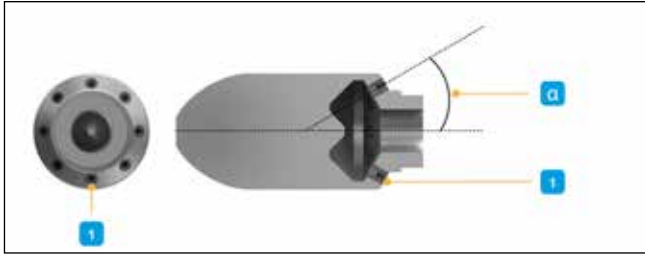


Abb. 75: empfohlener Spülkopf für Hochdruckreinigung

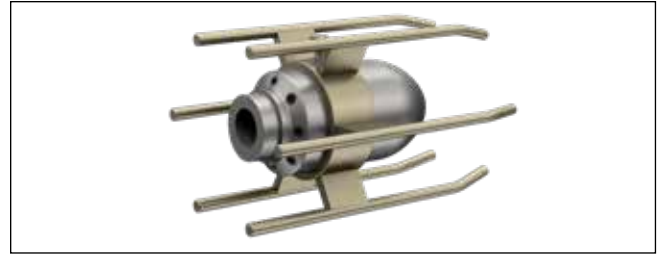


Abb. 76: Reinigungsdüse mit Spülschlitten

1 – Düsenöffnungen
α – Spülstrahlwinkel zur Rohrwand

Hinweis: Flowtite-Rohre unter DN 300 müssen wie Druckrohre behandelt und gereinigt werden.

15.3.4. REINIGUNG VON FLOWTITE GFK-DRUCKROHREN

Dieser Abschnitt ist anzuwenden, wenn Flowtite Druckrohre mittels Hochdruckspülung gereinigt werden sollen. Dies gilt ebenfalls für Flowtite Kanalrohre DN250 und kleiner. Kontaktieren Sie Amiblu für Informationen im Vorfeld der Reinigung.

- Der maximal zulässige Druck an der Düse beträgt 80 bar¹. Aufgrund der glatten Innenfläche der GFK-Rohrsysteme kann eine angemessene Reinigung und Beseitigung von Verstopfungen üblicherweise mit geringeren Drücken erreicht werden.
- Bevorzugt werden Spülköpfe mit am Umfang gleichmäßig angeordneten Düsen verwendet.
- Spülköpfe mit Kettenschleudern, sowie rotierende, aggressive oder sonstige schädigende Düsen sind nicht zulässig.
- Sohlräumer sowie Höchstdruckreinigungsverfahren sind für GFK-Rohrsysteme nicht erlaubt.
- Der Spülstrahlwinkel muss zwischen 6° und 15° sein. (siehe Abb. 75).
- Zur Sicherstellung der maximal zulässigen Spülstrahlleistungsdichte² sollte die Anzahl der Düsen 6 bis 8 und die Lochgröße muss mindestens 2,4 mm betragen.
- Die Außenfläche des Spülkopfs muss glatt sein.
- Die Vorwärts- und Rückwärtsgeschwindigkeit des Spülkopfes muss auf 30 m/min begrenzt werden. Vermeiden Sie ein
- Stoppen des Spülkopfes während des Reinigungsvorgangs.
- Unkontrollierte Bewegungen des Spülkopfes (Pendeln, Schlagen u.ä.) sind zu unterbinden. Ggf. ist der Einsatz von Spülschlitten in Betracht zu ziehen. Beim Einsetzen des Spülkopfes ist darauf zu achten,

¹ Die Reinigung kann mit einer Strahlleistungsdichte von 180 W/mm² durchgeführt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei Verwendung der empfohlenen Kombination von Düsenanzahl und Lochgröße (α=30°, 8 Düsen mit 2,4mm Lochgröße) mit einer Durchflussrate von 250 l/min ein Druck von 80 bar entsteht.

Anhang A – Relevante Normen

Nachstehend finden Sie eine Liste der relevanten Normen und der verschiedenen Anwendungsgebiete, die sie abdecken. Die hier aufgeführten Normen und Vorschriften dienen der Information und sollten für jedes Projekt individuell bewertet werden.

Produktnormen	
EN ISO 23856	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Wasserversorgung, Entwässerungssysteme und Abwasserleitungen mit und ohne Druck – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP)
ISO 25780	Kunststoff-Rohrleitungssysteme mit und ohne Druck für die Wasserversorgung, die Bewässerung sowie für Abwasserleitungen und -kanäle – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Rohre mit flexiblen Verbindungen, die für den Einbau im Rohrvortrieb vorgesehen sind.
EN 15383	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Entwässerung und Kanalisation – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf Basis von Polyesterharz (UP) – Schächte und Kontrollschächte
ISO 16611	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen – Nicht-kreisrunde Rohre und Verbindungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Abmessungen, Anforderungen und Prüfungen
Europäische Normen für Installation und Tests	
EN 805	Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen



Anhang B – Zulässige Abwinklung für Amiblu Kupplungssysteme

Diese Tabelle enthält die zulässige Abwinklung und den entsprechenden Kurvenradius für nicht zugfeste Kupplungssysteme bis PN 16 (FWC und FPCA-Kupplung abweichend, siehe Abschnitt 5.1). Informationen zu speziellen Durchmessern, die hier nicht angegeben sind, erhalten Sie von Ihrem örtlichen Lieferanten.

Die hier angegebenen Werte für die zulässige Abwinklung gelten für Rohre, die bis zum Stopper der Kupplung verlegt sind, ohne dass das Gummi gequetscht wird. In allen Fällen sollte der Planer geringere Abwinklungen in Betracht ziehen, um Reserven für Verlegetoleranzen und Bewegungen der Rohrverbindungen nach der Verlegung zu

siehe auch Kapitel 5.2 für Informationen zur Verbindung von Rohren in Bezug auf die Abwinklung.

Standard nach EN ISO 23856		entsprechender Kurvenradius			
			3	6	12
DN		Zulässiger Winkel	m	m	m
100	3	3	57	115	229
125	3	3	57	115	229
150	3	3	57	115	229
200	3	3	57	115	229
250	3	3	57	115	229
300	3	3	57	115	229
350	3	3	57	115	229
400	3	3	57	115	229
450	3	3	57	115	229
500	3	3	57	115	229
600	2	3	57	115	229
650	2	2,8	61	123	246
700	2	2,6	66	132	264
750	2	2,5	69	138	275
800	2	2,2	78	156	313
860	2	2,2	78	156	313
900	2	2	86	172	344
960	2	2	86	172	344
1000	1	1,8	95	191	382
1100	1	1,5	115	229	458
1200	1	1,4	123	246	491
1280	1	1,3	132	264	491
1300	1	1,3	132	264	529

Standard nach EN ISO 23856		entsprechender Kurvenradius			
			3	6	12
DN		Zulässiger Winkel	m	m	m
1400	1	1,2	143	286	573
1500	1	1,2	143	286	573
1600	1	1,1	156	313	625
1700	1	1,1	156	313	625
1720	1	1	172	344	688
1780	1	1	172	344	688
1800	1	1	172	344	688
1900	0,5	0,9	191	382	764
2000	0,5	0,9	191	382	764
2100	0,5	0,9	191	382	764
2160	0,5	0,8	215	430	859
2200	0,5	0,8	215	430	859
2300	0,5	0,8	215	430	859
2400	0,5	0,7	246	491	982
2500	0,5	0,7	246	491	982
2600	0,5	0,7	246	491	982
2700	0,5	0,7	246	491	982
2800	0,5	0,6	286	573	1146
2900	0,5	0,6	286	573	1146
3000	0,5	0,6	286	573	1146
3100	0,5	0,5	344	688	1375
3200	0,5	0,5	344	688	1375



Anhang C –

Armaturen und Schächte

Allgemein

Aus funktionellen Gründen sind in den meisten Druckrohrleitungen Armaturen angeordnet.

Diese sind zum Beispiel zur Absperrung von Abschnitten des Versorgungs- oder Verteilungssystems, für Be-, und Entlüftungsventile an Hochpunkten zum kontrollierten Entlüften von eingeschlossener Luft oder Einleiten von Luft zur Vermeidung von Unterdruck oder zur Entleerung oder Reinigung der Rohrleitung einsetzbar.

In jedem Fall liegt die endgültige Verantwortung für die Planung der Rohrleitungssysteme beim Fachplaner.

Nachfolgend sind verschiedene typische Einbauweisen für unterschiedliche Anwendungsfälle von Armaturen zum Einbau in Amiblu GFK Rohrleitungssysteme als Empfehlung zusammengefasst.

Dieser Anhang bietet dem Planer und Bauunternehmer einige Empfehlungen zur Anordnung von direkt verlegten Armaturen und Armaturenschächten in einer Amiblu-Druckrohrleitung.

Sicherung von Rohrarmaturen

GFK-Rohrsysteme sind für die Aufnahme von nominalen Axiallasten ausgelegt. Schub- und Scherkräfte, die sich aus dem Einbau von Armaturen in das Rohrleitungssystem ergeben, sind durch geeignete Widerlagerkonstruktionen abzufangen.

Das Gewicht der Armatur und Schubkräfte aus dem Innendruck müssen bei nicht zugfesten Systemen abgefangen werden.

Bei zugfesten Rohrleitungen darf das Gewicht der Armatur nicht auf der Rohrleitung lasten. Schubkräfte aus dem Innendruck werden durch das Rohrsystem aufgenommen.

Nachfolgend werden verschiedene Bauweisen für den Einbau von Armaturen beschrieben. Die Auswahl der geeigneten Variante für ein spezifisches Projekt liegt in der Verantwortung des Fachplaners.

Im Allgemeinen wird die wirtschaftlichste Variante vom Rohrdurchmesser und dem Betriebsdruck bestimmt. Es besteht die Möglichkeit, Armaturen direkt erdverlegt oder zugänglich in Armaturenschächten einzubauen. Zumeist werden Armaturen bei kleineren Nennweiten direkt erdverlegt eingebaut.

Erdverlegte Armaturen

TYP 1:

Die wirtschaftlichste und einfachste Variante zum Einbau einer Armatur mit kleiner Nennweite ist die Montage in einem Widerlager (siehe Abb. 77).

Diese Variante kann auch bei größeren Armaturen angewandt werden, wobei die einzige Grenze die sinnvolle Machbarkeit der Konstruktion des Widerlagers ist.

Das bewehrte Betonwiderlager muss so dimensioniert sein, dass es dem Innenruck einer geschlossenen Armatur standhält. Die Bewegung muss so begrenzt werden, dass die zulässigen Grenzen der anschließenden Kupplungsverbindungen nach Abschnitt 5 (Abwinklung, Auszug, Versatz) eingehalten werden um die Dichtheit der Verbindung zu gewährleisten.

Die folgenden Hinweise sollten bei der Konstruktion einer Typ 1 Lösung beachtet werden (siehe Abbildung 77):

- Die Größe des Widerlagers ist vom anstehenden Boden und seiner Tragfähigkeit, dem Verfüllmaterial und den Einbaubedingungen abhängig.
- Die an der Armatur anschließenden Flanschstücke sollten nicht länger als 1000mm sein. Beidseitig der Flanschstücke sind Gelenkstücke (siehe Abschnitt 6) anzuordnen.

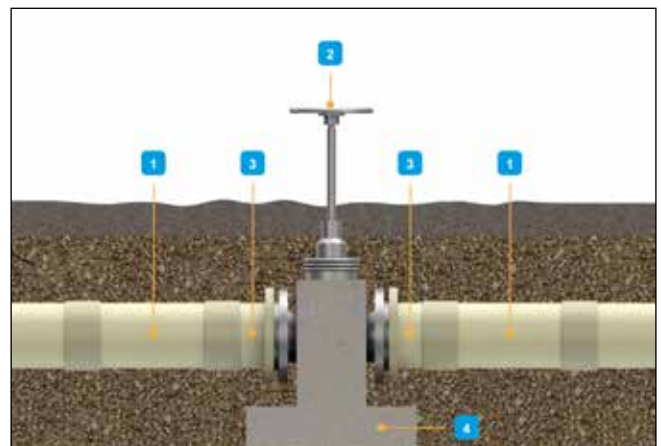


Abb. 77: Typ 1 – Armatur mit Widerlager

- 1 – Gelenkstücke
- 2 – Armatur
- 3 – GFK-Flansch
- 4 – Betonummantelung

TYP 2

Die Sicherungsmethode für Typ 2 ist ähnlich wie bei Typ 1, außer dass der Armaturenkörper zugänglich bleibt (siehe Abb. 78).

Die Armatur ist relativ einfach zu installieren und bleibt für die Wartung zugänglich. Der Flanschstück aus Stahl oder duktilem Guss ist auf die auftretenden Kräfte zu bemessen.

Die folgenden Hinweise sollten bei der Konstruktion einer Typ-2-Anordnung beachtet werden:

- Die Größe des Widerlagers ist vom anstehenden Boden und seiner Tragfähigkeit, dem Verfüllmaterial und den Einbaubedingungen abhängig.
- Die an der Armatur anschließenden Flanschstücke sollten nicht länger als 1000mm sein. Beidseitig der Flanschstücke sind Gelenkstücke (siehe Abschnitt 6) anzuordnen.
- Wenn Fremdmaterialien verwendet werden, empfehlen wir den Einsatz geeigneter flexibler Montagekupplungen.

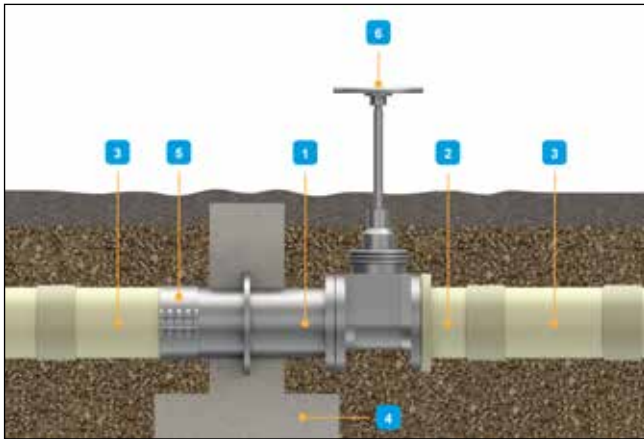


Abb. 78: Typ 2 – Widerlager neben dem Ventil

- 1 – Stahlflansch mit Schubring
- 2 – GFK-Flansch
- 3 – Gelenkstücke
- 4 – Betonwiderlager
- 5 – Montagekupplung
- 6 – Armatur

ausgelegt sein, dass es den gesamten Axialschub aufnehmen kann, ohne die Armaturenflansche oder die Stahlbetonwände des Schachtes zu überlasten. Der Armaturenschacht fungiert als Widerlager und muss entsprechend dimensioniert sein.

Das Widerlager befindet sich auf der Druckseite der Armatur, um die Schubkraft direkt auf die Schachtwand zu übertragen. Das andere Ende des Rohrsystems ist in axialer Richtung relativ frei beweglich. Dies ermöglicht Bewegungen aufgrund von Temperaturschwankungen und des Poisson-Effekts. Das Gewicht der Armaturen ist mit einem geeigneten Auflager abzufangen.

Die Lösung in Abb. 79 überträgt die Schubkraft nur in einer Richtung in die Schachtwand. Ist Gegendruck an der geschlossenen Armatur nicht auszuschließen, muss die Lasteinleitung so geplant werden, dass die Schubkräfte in beide Richtungen in die Schachtwand eingeleitet werden. Die notwendigen Details muss der Planer nach eigenem Ermessen festlegen.

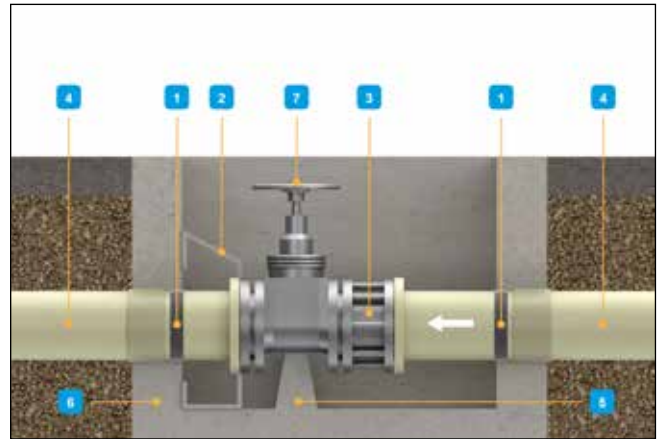


Abb. 79: Typ 3 – Widerlager neben dem Ventil

- 1 – Gummimanschette
- 2 – Tragkonstruktion aus Stahl
- 3 – Pass- und Ausbaustück
- 4 – Gelenkstücke
- 5 – Armaturenauflager
- 6 – Armaturenschacht mit Widerlagerfunktion
- 7 – Armatur

Armaturenschächte

TYP 3

Diese Methode kann für alle Fälle außer für größere Hochdruckarmaturen verwendet werden. Die Einsatzgrenze hängt von der Möglichkeit ab, die Lasteinleitung im Armaturenschacht zu platzieren. Die Lasteinleitung muss so

Die folgenden Hinweise sollten bei der Planung einer Typ-3 Variante beachtet werden:

- Schub- und Scherkräfte der Armatur müssen durch ein Stahlrahmensystem zur Lastableitung abgefangen werden.
- Die direkte Wanddurchführung mit Amiblu GFK Rohren wird in Anlehnung an Abschnitt 6 mit GFK-Kupplungen oder Gummieinlagen ausgeführt, um lokale Spannungen zu reduzieren, welche durch die begrenzte Umfangsdehnung

durch Innendruck verursacht werden.

- Der Armaturenschacht muss so geplant sein, dass er die Schubkraft und das Gewicht der Armatur aufnehmen kann. Lokale Verstärkungen des Fundaments und der Wände des Armaturenschachts können erforderlich sein, um die Kräfte an den Befestigungspunkten aufzunehmen.
- Der Armaturenschacht muss als Widerlager ausgelegt werden und die Bewegung in Schubrichtung entsprechend Abschnitt 9.2 begrenzen. Materialauswahl, Einbau und Verdichtung der Verfüllung müssen geeignet sein, um Setzungen und Schubkräfte aufzunehmen, die bei geschlossener Armatur entstehen. Begrenzen Sie die seitliche Bewegung, um die Dichtheit der Verbindungen zu erhalten.
- Beidseitig anschließend des Armaturenschachtes müssen Gelenkstücke gemäß den üblichen Verlegerichtlinien vorgesehen werden (siehe Kapitel 6).
- Die Schubkraft wird durch das Lasteinleitungssystem aufgenommen. Es wird keine axiale Last auf das weiterführende Rohr übertragen.
- Verwenden Sie eine zementstabilisierte Verfüllung oder Kies mit einem Verdichtungsgrad von mindestens 95 % Proctor, um den Hohlraum unter dem Rohr, das aus dem Armaturenschacht austritt, zu hinterfüllen (siehe Abb. 52).
- zu einer relativen Verdichtung von mindestens 95 % verdichteten Kies, um den Hohlraum unter dem Rohr, das aus der Ventilschachtkonstruktion austritt, zu füllen (siehe Abb. 52).

TYP 4

Diese Variante (Abb. 80) kann für jede Anwendung verwendet werden. Die einzige Einschränkung

bei der Verwendung ist die Größe des Armaturenschachts. Der Armaturenschacht muss als Widerlager ausgelegt sein, die eingeleiteten Schubkräfte aufnehmen und aus der geschlossenen Armatur ableiten können.

Hier befindet sich der Widerlagerflansch auf der Druckseite der Armatur, um die Schubkraft direkt auf die Schachtwand einzuleiten, welche als Widerlager geplant werden muss. Das andere Ende des Rohrsystems ist relativ frei in axialer Richtung beweglich, um Bewegungen aufgrund von Temperaturschwankungen und des Poisson-Effekts zu ermöglichen.

Die folgenden Hinweise sollten bei der Konstruktion einer Typ-4-Variante beachtet werden:

- Das Gewicht der Armatur muss von dem Armaturenauflager und dem Armaturenschacht getragen werden können. Die Schubkraft der geschlossenen Armatur wird von einem Stahlflanschstück mit Schubring aufgenommen, welcher auf der Druckseite der Armatur in

der Schachtwand verankert ist.

- Eine flexible oder starre Montagekupplung dient als Übergang zwischen dem Stahlrohr und dem Amiblu Gelenkstück außerhalb des Schachtes.
- Der GFK-Flansch ist durch die nächste GFK-Kupplung ausreichend beweglich einzubauen
- Der Armaturenschacht muss als Widerlager ausgelegt werden und die Bewegung in Schubrichtung entsprechend Abschnitt 9.2 begrenzen.
- Materialauswahl, Einbau und Verdichtung der Verfüllung müssen geeignet sein, um Setzungen und Schubkräfte aufzunehmen, die bei geschlossener Armatur entstehen.
- Begrenzen Sie die seitliche Bewegung, um die Dichtheit der Verbindungen zu erhalten.
- Beidseitig anschließend des Armaturenschachtes müssen Gelenkstücke gemäß den üblichen Verlegerichtlinien vorgesehen werden (siehe Kapitel 6).
- Verwenden Sie eine zementstabilisierte Verfüllung oder Kies mit einem Verdichtungsgrad von mindestens 95 % Proctor, um den Hohlraum unter dem Rohr, das aus dem Armaturenschacht austritt, zu hinterfüllen (siehe Abb. 52).

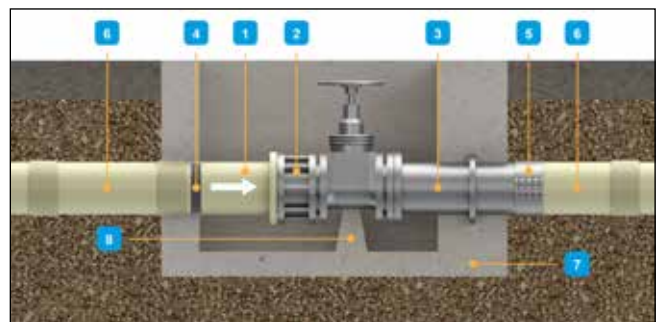


Abb. 80: Typ 4 – Verankerung mit Stahlmuerflansch

- 1 – GFK Flanschstück
- 2 – Pass- und Ausbaustück
- 3 – Armatur mit Stahlflanschstück und Schubring
- 4 – Stahlflanschstück mit Schubring
- 5 – Montagekupplung
- 6 – Gelenkstücke
- 7 – Armaturenschacht

Be- und Entlüftungsventile

Die Planung und Auswahl geeigneter Be- und Entlüftungsventile ist Verantwortung des Fachplaners, welche über den Rahmen dieser Verlegeanleitung hinausgehen. Im Nachfolgenden werden jedoch allgemeine Hinweise für den Einbau kleinerer und größerer Armaturen in GFK-Rohrleitungen gegeben.

Es ist gängige Praxis, Be- und Entlüftungsventile in einer langen Transportleitung an Hochpunkten anzuordnen. Die Armaturen sollten so angeordnet sein, dass sie angesammelte Luft, welche den Durchfluss einschränken oder blockieren könnte, am



höchsten Punkt der Leitung langsam ablassen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, Be- und Entlüftungsventile in einem Amiblu System zu integrieren. Die gängigste Methode ist die direkte Montage kleinerer Armaturen an GFK-Flanschstützen. Alternativ kann für schwere Armaturen ein scheitelgleicher Tangentialabgang verwendet werden, um eine seitlich angeordnete Baugruppe anzuschließen. Details zu möglichen Anordnungen werden im Folgenden dargestellt.

KLEINE BE- UND ENTLÜFTUNGSVENTILE

In der Regel ist die Armatur in einem Betonschacht untergebracht, der einen sicheren Betrieb und eine einfache Wartung ermöglicht. Wenn Sie den Armaturenschacht direkt über dem Rohr planen, achten Sie auf eine Lastentkopplung des Betonschachtes von der GFK-Rohrleitung und des Flanschabgangs. Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem eine ausreichend große Öffnung im Schachtboden für den GFK-Abgang vorgesehen wird.

Abb. 81, Abb. 82 und Abb. 83 enthalten allgemeine Darstellungen möglicher Varianten.



Abb. 81: Unterbringung einer Luft-/Vakuum-Armatur mit kleinem Durchmesser

- 1 – Betonschacht
- 2 – Entlüftungsventil
- 3 – GFK-Flansch-T-Stück



Abb. 82: Stützblock für große Verlegetiefen

- 1 – Be- und Entlüftungsventil
- 2 – Stützkonstruktion zur Aufnahme von Querkraften
- 3 – Stützblock (Gelenkstücke vorsehen)

Hinweis: Wenn das Gewicht des Ventils größer ist als die erwartete Schubkraft, wenden Sie sich an Amiblu. Das installierte Ventil darf keine seitlichen Belastungen auf den Abzweig ausüben.

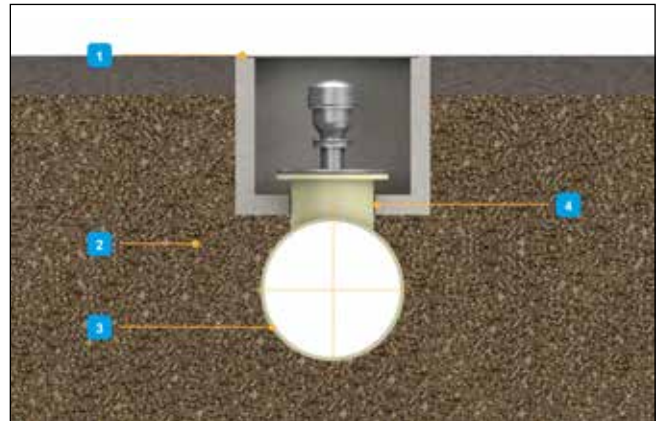


Abb. 83: Übliche Anordnung eines großen Be- und Entlüftungsventiles auf einem Amiblu T-Stück

- 1 – Schachtabdeckung
- 2 – Zementstabilisierte Vefüllung oder Kies mit 95 % Proctordichte
- 3 – GFK-Flansch-T-Stück, Abgang DN $\geq$ 600
- 4 – Öffnung im Schachtboden (größer Abgangsrohr)

Die alternative Anordnung mit in einem seitlichen Schacht angeordneter Armatur dient dazu, dass das Gewicht der Armatur nicht auf der Rohrleitung oder dem GFK-Abgang lastet. Dazu wird ein separater seitlicher Schacht geplant. (siehe Abb. 84).

Der tangentielle Abgang kann parallel zur horizontalen Achse oder in einem leichten vertikalen Winkel ($< 22,5^\circ$) mit einem Bogen angebracht werden.

Wenn der Durchmesser des tangentialen Abgangs (gemessene Bogenlänge) mehr als 50% des Hauptrohres beträgt ist ein zusätzliches Widerlager vorzusehen. (siehe Kapitel 9) Abzweigrohr und den Sammelrohren mehr als 50 % des Durchmessers des Sammelrohrs beträgt, ist ein Widerlager erforderlich (Kapitel 9.2).

Abb. 85 zeigt einige typische Anordnungen für die Unterbringung dieser Arten von Zubehörteilen in einer Amiblu Druckrohrleitung. Es ist wichtig zu beachten, dass alle Ventile richtig gestützt werden müssen.

GROSSE BE- UND ENTLÜFTUNGSVENTILE (> 100MM)

Für diese Anwendungen sind große Flanschstücke ($\geq \text{DN}600$) die bevorzugte Methode. Die Armatur wird an diesen Flansch montiert.

Abgänge

Abgänge sind T-Stücke mit kleinen Stutzen, welche folgende Kriterien erfüllen:

- Durchmesser des Abgangs $\leq 300\text{mm}$
- Hauptrohrdurchmesser $\geq 3 \times$ Durchmesser des Abgangs

Hinweis: Im Allgemeinen sind für Anschlüsse, welche diese Kriterien erfüllen, keine Widerlager und keine Betonumhüllung erforderlich. Kräfte aus angeschlossenen Armaturen und deren Gewicht darf nicht in die Stutzen eingeleitet werden. Beachten Sie die zuvor gegebenen Hinweise zu Be- und Entlüftungsventilen.

Entleerungs- und Spülventile

Die Vorgehensweise zum Anschluss von Entleerungs- und Spülventilen ist vergleichbar mit dem Anschluss von großen Be- und Entlüftungsventilen mit dem wesentlichen Unterschied, dass sich die Anschlüsse seitlich am Hauptrohr befinden.

Wenn die Bogenlänge des Abzweigs, gemessen am Hauptrohr, größer ist als 50% des Durchmessers des Hauptrohres, ist ein Widerlager erforderlich (siehe Kapitel 9.2).

Abb. 85 veranschaulicht eine typische Ausführung eines solchen Anschlusses an einer Amiblu Druckrohrleitung. Kräfte aus angeschlossenen Armaturen und deren Gewicht darf nicht in die Stutzen eingeleitet werden.

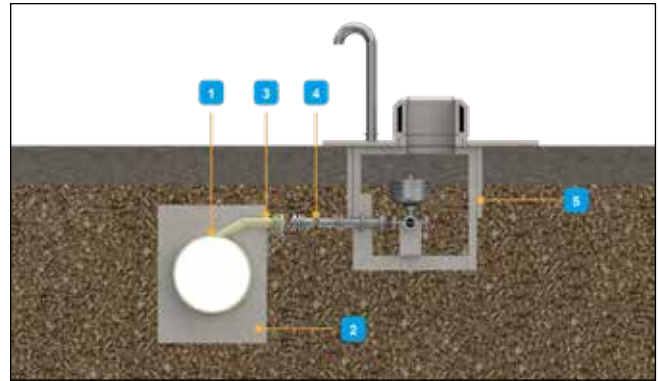


Abb. 84: Alternative Methode zur Anordnung eines großen Be- und Entlüftungsventiles im seitlichen Schacht

- 1 – tangentialer GFK-Abgang
- 2 – GFK Flanschstutzen
- 3 – Anschlussleitung (Fremdmaterial)
- 4 – Stützblock / Widerlager
- 5 – Armaturenschacht

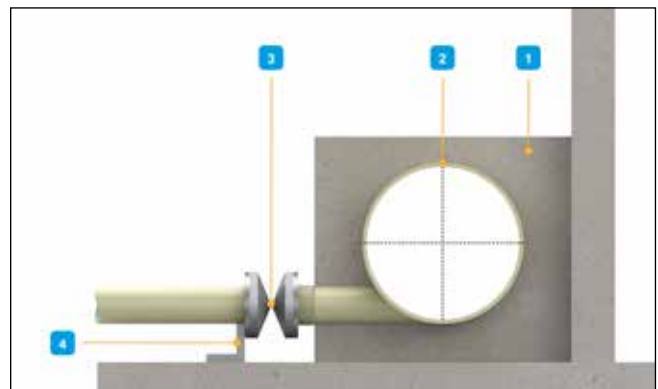


Abb. 85: Anordnung einer Entleerung

- 1 – Widerlager
- 2 – tangentialer GFK-Abgang
- 3 – Entleerungsventil
- 4 – Auflagerkonstruktion für Armatur

Anhang D – Haftungsausschluss und Copyright

Indem Sie diese Verlegerichtlinie erhalten, in Besitz nehmen, öffnen oder nutzen, erklären Sie sich damit einverstanden, die unten aufgeführten Bedingungen als für Sie rechtlich bindend zu akzeptieren:

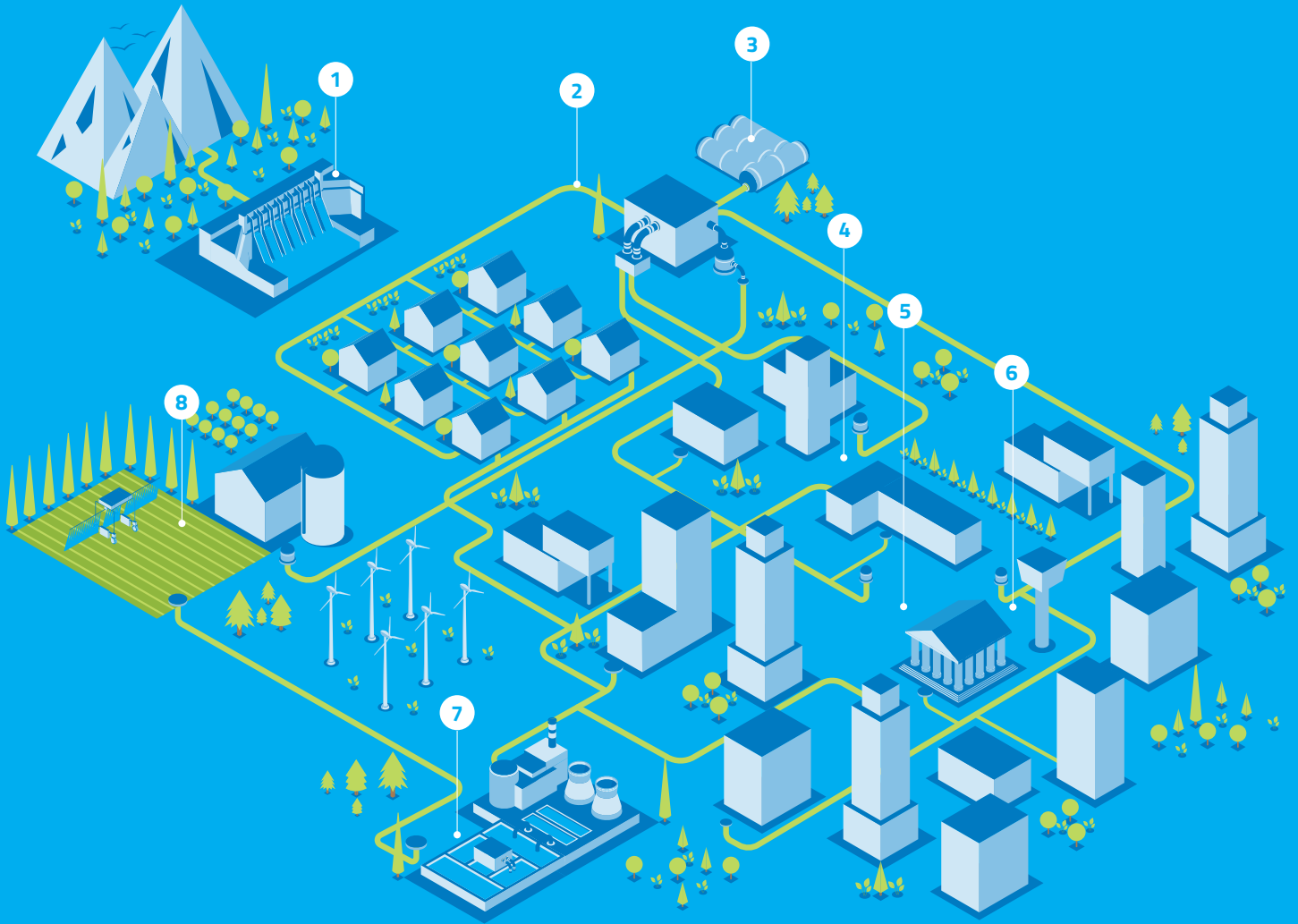
- Amiblu behält sich das Recht vor, dieses Verlegerichtlinie hinsichtlich der technischen Spezifikationen, Daten, Bilder und aller anderen Inhalte jederzeit ohne vorherige Ankündigung zu ändern oder zu ergänzen. Amiblu kann in keinem Fall für Fehler und Auslassungen haftbar gemacht werden.
- Sie erkennen an, dass diese Verlegerichtlinie von Amiblu erstellt wurde und dass Amiblu der alleinige Urheberrechtsinhaber der Verlegerichtlinie und aller darin enthaltenen technischen Zeichnungen, Skizzen, Grafiken und Fotografien ist, die von Amiblu erstellt wurden (im Folgenden die „Werke“). Amiblu behält sich alle Rechte zur Nutzung der Werke vor. Amiblu allein ist berechtigt, die Werke zu bearbeiten und zu verändern, zu veröffentlichen, zu verbreiten und zu übersetzen. Sie dürfen über die durch diese Verlegerichtlinie zur Verfügung gestellten Werke nur in Übereinstimmung mit den urheberrechtlichen Nutzungsbedingungen von Amiblu verfügen, die auf der Homepage www.amiblu.com veröffentlicht sind.
- Werke, die nicht von Amiblu erstellt wurden, unterliegen dem Urheberrecht von Dritten, die die Nutzungsrechte besitzen.

Amiblu garantiert und haftet nur in dem Maße, wie es das zwingende Recht vorsieht, das auf diese Bedingungen anwendbar ist, und lehnt jede darüber hinausgehende Garantie und Haftung ab. Amiblu übernimmt insbesondere keine Gewähr und Haftung für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Genauigkeit der in dieser Verlegerichtlinie enthaltenen technischen Spezifikationen, Daten oder sonstigen Informationen sowie für Fehler, die durch eine unsachgemäße Verwendung des Handbuchs verursacht werden. Die Haftung von Amiblu ist insbesondere ausgeschlossen für Produktionsstillstand oder -rückgang, Nutzungsausfall, entgangenen Gewinn, Vertragseinbußen oder andere wirtschaftliche Schäden oder Folgeschäden, ob direkt oder indirekt.



Wasser mehr wertschätzen.

1. Wasserkraft
2. Trinkwasser
3. Speichersysteme
4. Abwasser, Regenwasser, Mischwasser
5. Amiblu NC Line (nicht-kreisförmige Rohre)
6. Vortriebsrohre (grabenlose Verlegung)
7. Industrie
8. Bewässerung



Amiblu Germany GmbH
www.amiblu.com/de | germany@amiblu.com

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln vervielfältigt werden. Alle Angaben, insbesondere technische Daten, können nachträglich geändert werden. Die Angaben sind unverbindlich und müssen daher in jedem Einzelfall überprüft werden. Amiblu und die mit Amiblu verbundenen Unternehmen haften nicht für Aussagen in dieser Werbebroschüre. Insbesondere weist Amiblu darauf hin, dass die Werbeaussagen ggf. nicht die tatsächlichen Produkteigenschaften zum Erwerbszeitpunkt wiedergeben und daher nicht Vertragsbestandteil sind.

© Amiblu Holding GmbH, 10/2025

