



# Wir verbinden Kulturen durch Wasser



2019  
Produktkatalog



Technische Informationen in diesem Katalog haben nur einen allgemeinen Charakter.  
CPS Distribution behält sich ein Änderungsrecht vor.

Die Gesellschaft CPS Distribution GmbH fungiert als exklusive Geschäftsvertretung der Gesellschaft Toralex GmbH für den deutschen Markt. Unser gemeinschaftliches fachliches und technisches Wissen basiert auf eine 10 jährige Erfahrung.

## INHALTSVERZEICHNIS

I	WASSER UND ZIVILISATION	4
II	Allgemeine Informationen	5
III	GFK-Verbundmateriale	6
1	GFK-Rohre	7
2	Anwendung der GFK-Rohre	8
3	Produkteigenschaften & Vorteile	9
4	Fertigungsprozess	10
5	Angewendete Standards	11
6	Qualitätskriterien	13
7	Produktinformation	16
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen	24
9	Rohrklassifikation	25
10	Rohrlegung in den Gräben	28
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung der Rohre)	34
12	Dimensionsreihen der Rohre	36
13	Rohrverbindung	38
14	Formstücke	42
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß	62

CPS distribution K.F.T.  
Kelemen L. utca 1  
2900 Komárom, Hungary  
info@cpsdistribution.eu  
www.cpsdistribution.eu

technologized by



## I WASSER UND ZIVILISATION

Die Wasserwirtschaft hat eine lange Historie und spielte beim Übergang von der Urzeit bis zur modernen Landwirtschaft eine entscheidende Rolle. Nach der Entstehung von Städten, Industriezentren und Verwaltungszentren wurde sie noch bedeutender. Das Wassermanagement war nie nur Sache eines technischen Eingriffes. Das kommt von der großen Vielfaltigkeit der kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Gestaltungen.

Wasser verkörpert Kultur und Zivilisation. Wasser ist die bedeutendste grundsätzliche Ressource, die Kulturen und Zivilisationen zusammenführt und in einem Komplex verbindet. Wasser ist ein Reichtums- und Reinheitssymbol.

Unser Ziel ist es, bei Projekten mitzuwirken, die eine Rolle in der Verbindung von Kulturen und Zivilisationen spielen. und ihre Kultur in weitere integrierende Regionen und Kulturen zu übertragen. Der CPS Distribution - Slogan lautet: „Wir verbinden Kulturen durch Wasser“

## II Allgemeine Informationen

Die Vertriebsgesellschaft CPS Distribution vermarktet Glasfaserrohre und dessen Zubehör für den europäischen Markt, die mit Lizenz der Gesellschaft Faratec Rohrsysteme hergestellt werden.

Die Gesellschaft Faratec Rohrsysteme hat große Erfahrungen mit GFK-Rohren und im Verbundmaterial-Bereich, für alle Wassertransportweisen und speziellen Anwendungen und Transport von petrochemischen Produkten.

Die Basis des erzielten dauerhaften Erfolgs bildet das Technologische Zentrum Faratec. Hier steht für die Entwicklung der Technologie ein eigenes Forschungs- und Entwicklungszentrum zur Verfügung.

Die von der Gesellschaft CPS Distribution vertriebenen Produkte erfüllen alle notwendigen internationalen wie auch regionalen Standards (z.B. TSE, DIN, ISO, AWWA, ASTM, BSI, CEN).

Produktreihe Toralit:

- » Durchmesser: DN 100 – 4000 mm
- » Druck: PN 1 – 32 bar
- » Festigkeit: SN 1 250 – 10 000 N/m<sup>2</sup>

Diese Produktreihe umfasst die Standardprodukte.

Anhand von Kundenwünschen können für spezielle Anwendungen Rohrsysteme mit einem speziellen Design vom Technologischen Zentrum Faratec hergestellt werden.



### III GFK-Verbundmateriale

Die GFK-Verbundmateriale (Glass fibres Reinforced Plastics – glasfaserverstärkte Kunststoffe) sind als Polymer-Verbundstoff-Matrizen klassifiziert. Das GFK-Material kann zu verschiedenen Zwecken benutzt werden, es ist leicht, hat eine lange Lebensdauer und ist ein festes Konstruktionsverbundmaterial. Es verfügt über unterschiedliche Optiken (durchsichtig – undurchsichtig – voll überfärbt), es kann flach oder geformt, dick oder dünn sein. Die Kunststoffkörper können als Verbundstoffstruktur – glasfaserverstärkt und durch Harz verbunden – definiert werden.

Je nach Anwendungsbereich können in die Verbundstoffstruktur auch weitere Materialgruppen zusammen mit Glasfasern und Harz eingegliedert werden.

Heute werden GFK-Verbundmateriale in vielen Industriezweigen genutzt, z.B. in der Flugzeug- und Weltraumindustrie, Medizin, Kraftfahrzeugindustrie, Infrastruktur usw. Man kann sagen, dass man GFK-Verbundmateriale in fast allen Bereichen unseres Lebens findet.



#### 1 GFK Rohre

2 Anwendung der GFK Rohre

3 Produkteigenschaften & Vorteile

4 Fertigungsverfahren

5 Angewendete Standards

6 Qualitätskriterien

7 Produktinformation

8 Auslenkungswinkel der Verbindungen

9 Rohrklassifikation

10 Rohrlegung in den Gräben

11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)

12 Dimensionsreihen der Rohre

13 Rohrverbindung

14 Formstücke

15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 1 GFK-Rohre

Wie ist die Situation heutzutage? Große Teile der Infrastruktur auf unserer Welt sind veraltet, viele tausend Kilometer Rohrleitungen müssen erneuert und ausgetauscht werden. Aus unserer Sicht hat dieses Problem eine hohe Priorität. Regionen, wo die Alterung der Infrastruktur keine Probleme verursacht, sind i.d.R. Regionen ohne Infrastruktur oder neue Entwicklungslökalitäten.

Hierzu müssen notwendige und richtige Entscheidungen getroffen werden, die es ermöglichen, eine nachhaltige Infrastruktur zu bauen. Bisher liegt die Hauptursache des Problems einer veralteten und maroden Rohrleitungsinfrastruktur in der Korrosion der Rohrleitungen. Die beispielsweise innerlich ungeschützten Kanalisationsbetonrohrleitungen zersetzen i.d.R. wegen der Schwefelsäure im Abwasser. Zusätzlich werden die unterirdischen Rohrleitungen durch externe Einflüsse, Bodenverhältnisse und vagabundierende elektrische Ströme zersetzt. Metallrohre können in schlecht belüfteten und schlecht entwässerten Böden mit einem niedrigen Widerstand korrodieren. Die Anwesenheit von Bakterien, die Sulfate reduzieren, beschleunigt diese Korrosion.

Diese Probleme können im Wesentlichen zwar reduziert werden, eine vorbeugende Nutzung von korrosionsbeständigen Materialien und Korrosionsvermeidungssysteme dieser Rohrsysteme erhöht die Kosten jedoch enorm.

Die Korrosion ist ein irreversibler Prozess. Es gibt eine einfache Methode, dieses Problem vollständig zu eliminieren: glasfaserverfestigte Rohrsysteme.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 2 Anwendung der GFK-Rohre

Der Grund für eine inzwischen weltweite Anwendung von GFK-Rohrsystemen, ist ein steigender Bedarf an Betriebskostensenkung und eine ausgezeichnete Rostbeständigkeit. GFK-Rohrsysteme werden in einem breiten Anwendungsspektrum benutzt, wie z.B.:

- » Wasserbeförderung und –Distribution (Trink- und Rohwasser)
- » Abwassersysteme
- » Regenwasser-Kanalisations- und Rückhaltungssysteme
- » Triebwasserwege zu Wasserkraftwerken
- » Leitungen für Meereswasser
- » Kühlwasserrohrleitungen
- » Umlaufwasserrohrleitungen für Pumpspeicherwerke
- » Bewässerungs- und Entwässerungssysteme
- » Löschwasserverteilung
- » Industrieanwendung
- » Wasser- und Tankbehälter

Durch Ersetzung eines anderen Materials mit Toralit gewinnen Sie eine längere Lebensdauer mit niedrigeren und effektiveren Betriebs- und Wartungskosten.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 3 Produkteigenschaften & Vorteile

Die hervorragende Fertigungstechnologie der GFK-Rohrsysteme der Gesellschaft Faratec eröffnet die Möglichkeit, ein Material auf den Markt zu bringen, das dem Kunden bei geringen Kosten eine langfristige Lösung bietet. Dieses optimale Installationssystem mit einer langen Lebensdauer und niedrigen Betriebskosten bietet folgende Eigenschaften und Vorteile:

Eigenschaften	Vorteile
Korrosionsbeständigkeit	→ langer und effektiver Betrieb → keine Auskleidung, Kathodenschutz, Ummantelung oder sonstige Rostschutz notwendig → niedrige Wartungskosten → langfristig konstante hydraulische Charakteristik
Lebensdauer mindestens 50 Jahre	wirtschaftlicher Betrieb bei der gleicher Leistung
Niedriges Gewicht (in der gleichen Ausführung um 75% leichter als Gussrohre und um 90% leichter als Betonrohre)	→ niedrige Transportkosten (aufsteckbar) → Eliminierung teurer Manipulations-einrichtungen
Große Standartlängen (Standartlänge der Rohre 6 und 12 m, nach Wunsch des Kunden auch 18 m möglich)	→ kürzere Aufbauzeit dank niedrigerer Anzahl der Anschlussstellen → niedrigere Transportkosten in Abhängigkeit von Rohranzahl
Glatte Rohrinnenfläche	→ niedrigere Pumpenenergie und Betriebskosten dank geringen Reibungsverlust → niedrigere Reinigungskosten dank minimaler Sediment- und Krustenbildung
Präzise Verbindungsstücke mit Elastomerdichtung für die unterirdische Anwendung Klebeverbindungen für die überirdische Anwendung	→ dichte und effektive Anschlüsse zur Schutz vor Durchsickerung innen/außen entwickelt → kürzere Aufbauzeit dank einfachem Anschluss → Durchführung von kleinen Änderungen in der Richtung der Verlegung ohne Formstücke und sonstige Vorrichtungen → axial standfeste Anschlüsse
Flexibler Fertigungsprozess	Zur Sicherung des maximalen Durchlaufs kann ein spezieller Durchmesser für spezielle Kunden-Projekte, z.B. zur Rehabilitation einer Rohrleitung, bei der Erhaltung eines einfachen Aufbaus produziert werden.
Technologisch fortgeschrittener Design	Eine niedrigere Geschwindigkeit der Wellenausbreitung gegenüber anderen Rohrmaterialien kann niedrigere Kosten bei der Projektierung der Druckwellen und der hydraulischen Stößen bringen.
Rohrfertigung im Einklang mit regionalen und internationalen Standards wie TSE, ASTM, AWWA, BSI, DIN, CEN usw.	Eine garantierte hohe Produktqualität weltweit sichert dem Produkt seine Zuverlässigkeit.
Schlossverbindungssystem	→ keine axialen Blocks → niedrige Aufbaukosten

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren**
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 4 Fertigungsverfahren

Die Laminatrohre Toralit werden in einem ununterbrochenen Wickelprozess auf einem Metaldorn gefertigt, der die modernste Produktion der GFK-Rohre darstellt. Das Sortiment der durch diese Methode produzierten Rohre reicht vom Durchmesser 300 mm bis zum Durchmesser 4000 mm. Die in diesem Prozess benutzten Hauptmaterialien sind Glasfaser, Polyesterharz und Quarzsand. Außerdem werden Glasmatten, Katalysatoren, chemische Additive und Akzeleratoren in die Rohrstruktur eingebaut.

Das Hauptprinzip des ununterbrochen laufenden Wickelprozesses ist die Nutzung von Glasfasern zur Stärkung in der Randrichtung des Rohrs. Solches Glasfaser-„Band“ bietet dem Laminatrohr seine Festigkeit gegen die Rand- und Außenbelastung. Gehacktes Roving in der Rohrstruktur erhöht die Festigkeit des Rohrs gegenüber der axialen Belastung und der Belastung in mehreren Richtungen. Zur Erhöhung der chemischen Beständigkeit und Rostbeständigkeit bei einer Belastung, vor allem zur Kanalisationsanwendung, wird bei der Produktion der Toralit-Rohre nur ECR-Glasfaser benutzt.

Quarzsand, der in der Sandwich-Rohrstruktur benutzt wird, ist das Grundmaterial, das die verlangte Rohrfestigkeit sichert. Polyesterharz, das als Rohr-Hauptmatrize benutzt wird, ist ein sehr wichtiger Rohstoff, der einzelne Schichten im Rohr verbindet und seine chemische Beständigkeit positiv beeinflusst. In einigen speziellen Fällen kann anstatt Polyesterharz das Vinylesterharz oder anderes Harz benutzt werden.

Die Rohre bis zum Durchmesser 250 mm werden in ähnlicher Einrichtung mit einem Multispindelsystem hergestellt.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards**
- 5.1 ASTM**
- 5.2 AWWA
- 5.3 Weitere Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 5 Angewendete Standards

Die von den Standardisierungsorganisationen für Normung (ASTM, AWWA, ISO) entwickelten Standards erstrecken sich auf verschiedene Anwendungen der GFK-Rohre, einschließlich Abwasser-, Wasser- und Industrieabfallbeförderung. Diese Standards beschreiben, dass alle vorgeschriebenen Leistungsparameter entsprechend d ihrer Anwendung in Tests dokumentiert werden.

### 5.1 ASTM (American Society for Testing and Materials)

Heutzutage gibt es mehrere ASTM-Produktstandards, die für verschiedene Anwendungen der Glasfaserrohre benutzt werden. Diese Standards beinhalten viele anspruchsvolle Qualifikations- und Güteprüfungen. Die durch die Technologie Faratec gefertigten Glasfaserrohre werden so entwickelt, um alle diese Standards zu erfüllen.

#### ASTM-Standards

ASTM D3262	Standardspezifizierung für Glasfaserkanalisationsrohre (glasfaserverstärktes wärmehartbares Harz)
ASTM D3517	Standardspezifizierung für Glasfaserdruckrohre (glasfaserverstärktes wärmehartbares Harz)
ASTM D3754	Standardspezifizierung für Glasfaserkanalisation- und Industriedruckrohre (glasfaserverstärktes wärmehartbares Harz)



1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	<b>Angewendete Standards</b>
5.1	ASTM
5.2	<b>AWWA</b>
5.3	Weitere Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 5.2 AWWA (American Water Works Association)

AWWA C950 ist einer der komplexesten bestehenden Produktstandards für Glasfaserrohre. Dieser Standard für Druckwasseranwendungen beinhaltet umfassende Forderungen auf Rohre und Anschlüsse und orientiert sich auf Gütekontrollen und Qualifikationsprüfungen der Prototypen. Genauso wie beim ASTM-Standard handelt es sich auch um eine Produktnorm. Die Toralit-Glasfaserrohre sind so entwickelt, um die Forderungen dieser Standards zu erfüllen. AWWA erließ auch ein Design-Manual (AWWA M45), das mehrere Kapitel zum Entwurf der Glasfaserrohre für unterirdische als auch überirdische Anwendung beinhaltet.

### AWWA Standards

ANSI / AWWA C950	Glasfaserdruckrohre
AWWA Manual M45	Entwürfe der Glasfaserrohre

### 5.3 Weitere Standards

Weitere Standardisierungsorganisationen, wie z.B. ISO, CRN, BSI, DIN, TSE, veröffentlichten auch Durchführungsspezifizierungen für Glasfaserrohre. Die Toralit-Glasfaserrohre entsprechen auch Forderungen dieser Standards, soweit sie in keinem Widerspruch zu AWWA C950 stehen.

### Etlliche weitere Standards

DIN 16868	Glasfaserverstärkte Rohre mit Polyesterharz
BS 5480	Britische Standardspezifizierung für GFK-Rohre, Anschlüsse und Formstücke für Wasser- und Abwasserleitungen
ISO 10467	Kunststoffrohrsysteme für Druck- und drucklose Kanalisationsanschlüsse und Abwasserleitungen – glasfaserverstärkte Duroplaste (GFK) auf ungesättigter Polyesterharz-Basis (UP)
ISO 10639	Kunststoffrohrsysteme für Druck- und drucklose Wasserleitungen – glasfaserverstärkte Duroplaste (GFK) auf ungesättigter Polyesterharz-Basis (UP)
ISO 25780	Kunststoffrohrsysteme für Druck- und drucklose Wasserversorgung, Entwässerung oder Abwasserleitungen - glasfaserverstärkte Duroplaste (GFK) auf ungesättigter Polyesterharz-Basis (UP) –Rohre mit elastischen Anschlüssen zum Überdruck-Aufbau
EN 14364	Druck- und drucklose Kunststoffrohrsysteme für Kanalisationsanschlüsse und Abwasserleitungen - glasfaserverstärkte (GFK) Duroplaste auf ungesättigter Polyesterharz-Basis (UP) – Rohrspezifizierung für Formstücke und Verbindungsstücke.
EN 1796	Druck- und drucklose Kunststoffrohrsysteme für Wasserleitungen - glasfaserverstärkte (GFK) Duroplaste auf ungesättigter Polyesterharz-Basis (UP).

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	<b>Qualitätskriterien</b>
6.1	<b>Rohstoff-Qualitätskriterien</b>
6.2	Produktqualitätskriterien
6.3	Physikalische Eigenschaften
6.4	Kriterien langfristiger Parameter
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 6 Qualitätskriterien

### 6.1 Rohstoff-Qualitätskriterien

Die Gesellschaft Faratec bestimmte Qualitätskriterien für alle benutzten Rohstoffe. Die Rohstoffe werden mit einem Zertifikat des Lieferanten geliefert, das ihren Einklang mit Faratec-Akzeptkriterien nachweist. Außerdem werden Proben aus allen Rohstoffen vor Freigabe in die Produktion abgenommen und getestet. Die Prüfungen sichern ihren Einklang mit bestimmten Spezifizierungen. Hauptmaterialgruppen für die Glasfaserrohrproduktion:

- » Glasfaser
- » Harz
- » Katalysatoren (Aushärter)
- » Füllmaterial (Quarzsand)
- » Chemische Additiven und Beschleuniger
- » Glasmatten



1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
<b>6</b>	<b>Qualitätskriterien</b>
6.1	Rohstoff-Qualitätskriterien
<b>6.2</b>	<b>Produktqualitätskriterien</b>
6.3	Physikalische Eigenschaften
6.4	Kriterien langfristiger Parameter
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 6.2 Produkt-Qualitätskriterien (GFK-Rohr)

Alle beendeten Glasfaserrohre werden folgenden Prüfungen unterzogen:

- » Sichtprüfung
- » Barcol-Härte (Barcol, Eindruckshärtewert bei GFK-Verbundmaterialien allgemeinangewendet)
- » Wanddicke
- » Rohrlänge
- » Außendurchmesser
- » Hydrostatische Dichtprüfung (das Zweifache des Nennwertes der Druckklasse, nur größer als PN 6)

Aufgrund Probeabnahmen werden dann folgende Prüfungen durchgeführt:

- » Rohrhärte
- » Kontrolle der Strukturstörung unter Belastung
- » Analyse der Verbundmaterialstruktur und Designprüfung
- » Randszugfestigkeit
- » Axiale Zugfestigkeit
- » Organoleptische Prüfungen für Trinkwasserrohre

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
<b>6</b>	<b>Qualitätskriterien</b>
6.1	Rohstoff-Qualitätskriterien
6.2	Produktqualitätskriterien
<b>6.3</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b>
<b>6.4</b>	<b>Kriterien langfristiger Parameter</b>
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 6.3 Physikalische Eigenschaften

Die Kontrollprüfungen aufgrund Probeabnahmen definieren primäre physikalische Eigenschaften der Rohre. Die langfristigen Eigenschaften sind im nächsten Kapitel angegeben. Die Tests werden laut von Faratec definierten Qualitätskriterien durchgeführt. Diese Kriterien sind so bestimmt, dass sie den oberen Grenzwerten der regionalen und internationalen Standards entsprechen. Die Ergebnisse dieser Tests sind Grundparameter zur Qualitätsbestimmung des Endproduktes.

## 6.4 Kriterien langfristiger Parameter

Eine allgemeine Forderung aller Normen sind die Kriterien für die minimalen Forderungen zu bekommen. In den Glasfaserrohrsystemen stellen die langfristigen Eigenschaften das wesentliche Qualitätskriterium nach den kurzfristigen oder primären Eigenschaften dar. Alle Faratec-Qualitätskriterien werden einschließlich der langfristigen Eigenschaften entworfen. Die Produktkonstruktion basiert gewöhnlich auf projektierten Festigkeitswerten des Materials für einen Zeitraum von 50 Jahre. Im Laufe der Jahre wurden viele auf ASTM-Prüfungsmethoden basierende Ergebnisse gesammelt. Bei einer Analyse dieser Daten wurde festgestellt, dass die normalisierten Methoden konservativ darstellten, die Sicherheitsgrenzen sich höher als erwartet zeigen. Es kann eine Extrapolation bis zu 150 Jahre erzielet werden. Die wichtigsten Prüfungen stehen unten.

- » Langfristige Rundfestigkeit
- » Langfristige Rundfestigkeit unter Spannung
- » Basis der hydrostatischen Konstruktion (HDB)
- » Korrosionsprüfung unter Spannung

Neben dieser Grundkriterien wird bei Faratec-Laminatrohren folgendes getestet:

- » UV-Strahlungsfestigkeit
- » Abreibungsfestigkeit
- » Durchflussgeschwindigkeit
- » Festigkeit bei verschiedenen Betriebstemperaturen
- » Prüfungen bei verschiedenen Betriebsbedingungen

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
<b>7</b>	<b>Produktinformation</b>
<b>7.1</b>	<b>Dimensionsklassen</b>
7.2	Druckklassen
7.3	Festigkeitsklassen
7.4	Rohrlängen
7.5	Durchflussparameter
7.6	Poissonzahl
7.7	UV-Strahlungsfestigkeit
7.8	Belastung, Festigkeitswerte
7.9	Temperatureinflüsse
7.10	Wärmedehnbarkeit
7.11	Durchflusskoeffizient
7.12	Hydraulische Eigenschaften
7.13	Abreibungsfestigkeit
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 7 Produktinformation

### 7.1. Dimensionsklassen

Die Toralit-Glasfaserrohre können in Größen von 100 bis 4000 mm hergestellt werden.

Die Standarddurchmesser finden Sie in folgender Tabelle:

Multispindelsystem				Sukzessiver Wickelsystem					
100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
				700	800	900	1000	1100	1200
				1400	1600	1800	2000	2200	2400
				2600	2800	3000	3200	3400	3600
				3800	4000				

Nach Wunsch des Kunden können auch Durchmesser von 100 bis 4000mm gefertigt werden.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
<b>7</b>	<b>Produktinformation</b>
7.1	Dimensionsklassen
<b>7.2</b>	<b>Druckklassen</b>
7.3	Festigkeitsklassen
7.4	Rohrlängen
7.5	Durchflussparameter
7.6	Poissonzahl
7.7	UV-Strahlungsfestigkeit
7.8	Belastung, Festigkeitswerte
7.9	Temperatureinflüsse
7.10	Wärmedehnbarkeit
7.11	Durchflusskoeffizient
7.12	Hydraulische Eigenschaften
7.13	Abreibungsfestigkeit
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 7.2 Druckklassen

Die Glasfaserrohre Toralit haben folgende Standarddruckklassen – siehe Tabelle. Bei Bedarf können auch Rohre mit einer anderen Druckklasse gefertigt werden.

Druckklasse (bar)	32	25	20	16	15	12	10	9	6
Max. Durchmesser (mm)	1400	1400	1400	3000	3000	3000	4000	4000	4000

Die Druckklassen der Glasfaserrohre wurden im Einklang mit dem Entwurf des Standards AWWA M45 Fiberglass Pipe Design Manual bestimmt. Die Rohre sind für den maximalen Betriebsdruck und auch für die Anwendung bis zur maximalen empfohlenen Tiefe entwickelt.

Das sichert eine lange Lebensdauer, für die unsere Rohre entwickelt wurden. Folgende Parameter sollten registriert und im Betrieb überwacht werden.

#### 7.2.1. Hydrostatische Druckprüfung

Die Druckklassen der Glasfaserrohre wurden im Einklang mit dem Entwurf des Standards AWWA M45 Fiberglass Pipe Design Manual bestimmt. Die Rohre sind für den maximalen Betriebsdruck und auch für die Anwendung bis zur maximalen empfohlenen Tiefe entwickelt.

Das sichert eine lange Lebensdauer, für die unsere Rohre entwickelt wurden. Folgende Parameter sollten registriert und im Betrieb überwacht werden.

Maximale Druckprüfung in der Produktion (AWWA C950, ASTM D 3571)	(AWWA C950, ASTM D 3571 2,0 x PN (Nenndruck))
Maximale Druckprüfung auf dem Bau	1,5 x PN (Nenndruck)

Für das Testen auf dem Baustelle müssen alle Bestandteile des Prüfsystems so entworfen werden, um einem höheren Druck als PN zu bestehen.

#### 7.2.2. Druckstoße

Maximaler Druck	1,4 x PN (Nenndruck)
-----------------	----------------------

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation**
- 7.1 Dimensionsklassen
- 7.2 Druckklassen
- 7.3 Festigkeitsklassen**
- 7.4 Rohrlängen
- 7.5 Durchflussparameter
- 7.6 Poissonzahl
- 7.7 UV-Strahlungsfestigkeit
- 7.8 Belastung, Festigkeitswerte
- 7.9 Temperatureinflüsse
- 7.10 Wärmedehnbarkeit
- 7.11 Durchflusskoeffizient
- 7.12 Hydraulische Eigenschaften
- 7.13 Abreibungsfestigkeit
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 7.3 Festigkeitsklassen

Die Definition der Glasfaserrohr- Festigkeitsklassen befindet sich in ISO- und AWWA-Normen, die auf dem gleichen Prinzip mit unterschiedlichen Koeffizienten basieren. Die am meisten genutzte Definition ist die „primäre spezifische Rundfestigkeit“, die in der ISO-Norm als Formel  $EI/D3, v N/m^2(Pa)$  einbezogen ist.

Die Festigkeitsklasse wird aufgrund zweier Parameter gewählt: (1) die Bedingungen für die Legung, zu denen Bodenart, Typ der Umschüttung und Höhe der Verschüttung gehören und (2) der negative Druck. Die Bodencharakteristiken werden gemäß ASTM 1586 Standardpenetrationstest beurteilt.

Die GFK-Rohre Toralit werden in folgenden Standardfestigkeitsklassen hergestellt:

Standard	Einheit	Nennfestigkeit des Rohrs (SN)			
ISO	Pa	1250	2500	5000	10000
AWWA	kPa	62	124	248	496

Nach Wunsch des Kunden können Rohre auch mit einer höheren Festigkeit als 10 000Pa oder einer Festigkeit zwischen den Tabellenwerten gefertigt werden.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation**
- 7.1 Dimensionsklassen
- 7.2 Druckklassen
- 7.3 Festigkeitsklassen
- 7.4 Rohrlängen**
- 7.5 Durchflussparameter
- 7.6 Poissonzahl
- 7.7 UV-Strahlungsfestigkeit
- 7.8 Belastung, Festigkeitswerte
- 7.9 Temperatureinflüsse
- 7.10 Wärmedehnbarkeit
- 7.11 Durchflusskoeffizient
- 7.12 Hydraulische Eigenschaften
- 7.13 Abreibungsfestigkeit
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 7.4 Rohrlängen

Die Standardlänge der Rohre ist 12 m für Durchmesser über 300 mm. Kleinere Durchmesser werden in der Standardlänge von 6 m gefertigt. Die Glasfaserrohre können für die Durchmesser über 300 mm in Längen  $0,30 \pm 18$  m gefertigt werden.

### 7.5 Durchflussparameter

Der maximale empfohlene Durchfluss ist 3,0 m/s. Die Rohre können aber auch für eine Geschwindigkeit bis zu 5,0 m/s genutzt werden, wenn das Wasser klar ist und kein abrasives Material beinhaltet.

### 7.6 Poissonzahl

Die Poissonzahl beeinflusst die Rohrkonstruktion. Für die Glasfaserrohre von Toralit entspricht der Randbelastung die axiale Verlängerung im Umfang von 0,22 bis 0,29. Für die axiale Belastung ist die Randverlängerung, Poissonzahl, etwas kleiner.

### 7.7 UV-Strahlungsfestigkeit

Die Prüfungen und Forschungen des technologischen Zentrum Faratec zeigen, dass die UV-Strahlungsdegradierung keinen wesentlichen Einfluss auf die langfristige Lebensdauer der von Faratec hergestellten GFK-Rohre hat. Die Basis der Rohrtechnologie Faratec kann den Kunden auch ein Produkt für hohe Sicherheitsfaktoren anbieten.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation**
- 7.1 Dimensionsklassen
- 7.2 Druckklassen
- 7.3 Festigkeitsklassen
- 7.4 Rohrlängen
- 7.5 Durchflussparameter
- 7.6 Poissonzahl
- 7.7 UV-Strahlungsfestigkeit
- 7.8 Belastung, Festigkeitswerte**
- 7.9 Temperatureinflüsse
- 7.10 Wärmedehnbarkeit
- 7.11 Durchflusskoeffizient
- 7.12 Hydraulische Eigenschaften
- 7.13 Abreibungsfestigkeit
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 7.8 Belastung, Festigkeitswerte

Folgende Werte der Zugfestigkeit können angewendet werden.

Randzugfestigkeit in N/mm											
DN	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32		DN	PN6	PN10	PN16
300	749	875	1207	1431	1730	2085		1700	2396	3752	5745
350	771	987	1372	1643	1942	2410		1800	3532	3954	6060
400	787	1048	1485	1823	2111	2603		1900	2679	4165	6413
450	809	1148	1643	1980	2351	2899		2000	2809	4399	6734
500	833	1260	1800	2169	3220	3228		2100	2945	4607	7068
600	914	1426	2130	2595	3099	3807		2200	3081	4821	7395
700	1049	1584	2458	2981	3590	4432		2300	3217	5047	7703
800	1185	1796	2812	3407	4095	5037		2400	3353	5273	8037
900	1316	2024	3113	3793	4567	5669		2500	3506	5468	8358
1000	1439	2255	3465	4218	5072	6254		2600	3645	5670	8640
1100	1562	2451	3767	4606	5564	6872		2700	3735	5895	9000
1200	1711	2677	4101	5029	6042	7478		2800	3915	6120	9360
1300	1841	2878	4455	5415	6554	8103		2900	4050	6300	9720
1400	1983	3092	4757	5801	7032	8701		3000	4185	6525	9900
1500	2143	3330	5078								
1600	2268	3520	5418								

Längliche (axiale) Zugfestigkeit in N/mm											
DN	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32		DN	PN6	PN10	PN16
300	156	163	187	207	228	262		1700	461	527	652
350	165	176	203	224	251	293		1800	483	553	685
400	171	185	215	236	267	311		1900	506	580	718
450	180	198	238	255	290	338		2000	528	605	753
500	189	211	258	274	313	368		2100	551	631	758
600	210	237	283	312	362	424		2200	573	667	820
700	232	263	318	350	408	482		2300	596	683	854
800	256	292	350	390	454	539		2400	618	711	887
900	278	317	384	428	502	599		2500	642	735	921
1000	300	343	418	466	546	653		2600	666	765	945
1100	322	369	451	504	593	712		2700	684	788	990
1200	345	396	484	543	641	769		2800	711	810	1017
1300	368	422	518	581	688	826		2900	729	842	1053
1400	382	448	619	619	734	883		3000	756	855	1080
1500	414	475	585								
1600	437	500	618								

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation**
- 7.1 Dimensionsklassen
- 7.2 Druckklassen
- 7.3 Festigkeitsklassen
- 7.4 Rohrlängen
- 7.5 Durchflussparameter
- 7.6 Poissonzahl
- 7.7 UV-Strahlungsfestigkeit
- 7.8 Belastung, Festigkeitswerte**
- 7.9 Temperatureinflüsse**
- 7.10 Wärmedehnbarkeit**
- 7.11 Durchflusskoeffizient
- 7.12 Hydraulische Eigenschaften
- 7.13 Abreibungsfestigkeit
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 7.9 Temperatureinflüsse

Die maximal empfohlene Betriebstemperatur ohne Einfluss auf den Betriebsdruck beträgt 45 °C. Das Technologische Zentrum Faratec empfiehlt bei Betriebstemperaturen im Intervall von 46 °C - 60 °C eine um eine Klasse niedrigere Nenndruckklasse (z.B. Rohrsysteme mit einer Druckklasse PN 16 könnte für die genannten Temperaturintervalle nur als Rohr der Druckklasse PN 10 benutzt werden). Die Wärmebeständigkeit der GFK-Rohre kann mit geeigneten Harztypen bis zu 100 °C eingesetzt werden.

## 7.10 Wärmedehnbarkeit

Der Wärmeausdehnungskoeffizient der axialen Dehnbarkeit und Schwindung der Glasfaserrohre gemäß Faratec-Design beträgt  $24 - 30 \cdot 10^{-6} 1/K$ .



1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
<b>7</b>	<b>Produktinformation</b>
7.1	Dimensionsklassen
7.2	Druckklassen
7.3	Festigkeitsklassen
7.4	Rohrlängen
7.5	Durchflussparameter
7.6	Poissonzahl
7.7	UV-Strahlungsfestigkeit
7.8	Belastung, Festigkeitswerte
7.9	Temperatureinflüsse
7.10	Wärmedehnbarkeit
<b>7.11</b>	<b>Durchflusskoeffizient</b>
<b>7.12</b>	<b>Hydraulische Eigenschaften</b>
7.13	Abreibungsfestigkeit
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 7.11 Durchflusskoeffizienten

Die drei Jahre durchgeführten Tests derin der Farareag Technologie hergestellten GFK-Rohre besitzen eine hydraulische Rauheitskoeffizient laut Colebrook-White von 0,029.

Das entspricht dem Durchfluss-koeffizient laut Hazen-Williams C=150-165, dem Rauheitskoeffizient laut Maning n=0,009 und der Oberflächenrauheit laut Darcy-Weisbach-Gleichung 0,00518.

Durch die Faratec-Technologie werden im Folgenden Druckverlust-Schätzungen der Glasfaserrohre durch Diagramme dargestellt.

Bei der Nutzung dieser Diagramme zur Druckverlust-Schätzung für die Rohrdurchmesser, die im Diagramm nicht angegeben sind (wegen des kleinen Unterschied im Innendurchmesser), ist der Verlust kleiner als 7 % für die Durchflussgeschwindigkeit 1-3 m/s.

Für mehr Informationen kontaktieren Sie bitte die Abteilung des Produktengineerings von Faratec.

### 7.12 Hydraulische Eigenschaften

Aus Grund der speziellen Durchflusskoeffizienten haben die Glasfaserrohre einige spezifische Eigenschaften.

Die extrem glatte Innenoberfläche der GFK-Rohre senkt den Durchflusswiderstand, wodurch sich Energie- und die Pumpenkosten senken.

Aus Grund der Rostbeständigkeit der Glasfaserrohre senkt sich ihre Qualität im Laufe der Zeit nicht. Im Unterschied zu Beton- oder Stahlrohrsysteme ändern sich die Durchflusskoeffizienten während ihrer Lebensdauer nicht.

Für einen konkreten Durchfluss kann ein kleinerer Rohrdurchmesser im Vergleich zu anderen Rohrtypen benutzt werden.

Beispiel: Hier sehen sie, dass für die gleiche Flüssigkeitsmenge mit dem gleichen Druckverlust statt Stahlrohre mit Durchmesser 2000 mm Glasfaserrohre mit Durchmesser 1800 mm benutzt werden können.

$$\text{Hazen Williams-Gleichung: } HF = \frac{10.68 \times Q^{1.852} \times L}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

HF – Druckverlust in Meter	HF (Stahl)=HF(GFK)	
Q – Durchfluss in m3	Q (Stahl)=Q(GFK)	
L – Rohrlänge	L (Stahl)=L(GFK)	
C – Rauigkeitskoeffizient	C (Stahl)=110	C (GFK)=150
D – Rohrdurchmesser in Meter	D (Stahl)= 2000 mm	

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
<b>7</b>	<b>Produktinformation</b>
7.1	Dimensionsklassen
7.2	Druckklassen
7.3	Festigkeitsklassen
7.4	Rohrlängen
7.5	Durchflussparameter
7.6	Poissonzahl
7.7	UV-Strahlungsfestigkeit
7.8	Belastung, Festigkeitswerte
7.9	Temperatureinflüsse
7.10	Wärmedehnbarkeit
7.11	Durchflusskoeffizient
<b>7.12</b>	<b>Hydraulische Eigenschaften</b>
<b>7.13</b>	<b>Abreibungsfestigkeit</b>
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 7.13 Abriebfestigkeit

Die Abriebfestigkeit ist mit einem Wirkungseffekt von Sand oder anderen körnigen Materialien die mit der Innenrohroberfläche in Kontakt kommen können, verbunden. Obwohl keine Standard- prüfungs- oder Klassifikationsmethoden zur Verfügung stehen, wurden die durch die Faratec-Technologie gefertigten Glasfaserrohre mit Hilfe vom Darmstadt-Rocker-Test (Abrasionsbeständigkeit), dem bekanntesten in diesem Zweig, bewertet.

Der durch Kies verursachte Abriebverlust war bei den durch Faratec-Technologie gefertigten Glasfaserrohre 0,34mm / 100 000 Zyklen. Die Testergebnisse können in Abhängigkeit vom Typ des benutzten Materials abweichend sein.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen**
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen

Die Verbindungen mittels Verbindungsstücke wurden gemäß ASTM D4161 und ISO 8639 umfassend überprüft. Die maximale Winkelauslenkung für jede Verbindung, also Lageänderung in der Richtung von der Rohrmittelachse, darf nicht größer als die angegebenen Werte in der unteren Tabelle sein.

Die Rohre müssen zuerst in der direkten Richtung verbunden werden, jedoch nicht bis zum Anschlag zur Markierung für eine komplette Einschiebung, danach kann das Rohr nach Bedarf geschwenkt werden.

Nenn-durchmesser (mm)	Winkel-auslenkung (Deg)	Achsauslenkung (mm)			Bogenradius (m)		
		Rohrlänge			Rohrlänge		
		3(m)	6(m)	12(m)	3(m)	6(m)	12(m)
DN≤500	3	157	314	628	57	115	229
500<DN≤900	2	107	209	419	86	172	344
900<DN<1800	1	52	105	209	172	344	688
DN<1800	0,5	26	52	78	344	688	1376

Normaler Durchmesser	Auslenkungswinkel (Deg)		
	20 bar	25 bar	32 bar
DN≤500	2,5	2,0	1,5
500<DN≤900	1,5	1,3	1,0
900<DN<1800	0,8	0,5	0,5

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation**
- 9.1 Definition der Festigkeitsklassen**
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 9 Rohrklassifikation

Die Toralit-Rohrsysteme sind aufgrund von Festigkeits- und Druckklassen eingeteilt.

### 9.1 Definition der Festigkeitsklassen

Die Festigkeit der Rohrsysteme Toralit kann aus drei Festigkeitsklassen gewählt werden – siehe unten. Die Festigkeitsklasse formuliert die minimale primäre Rohrfestigkeit entsprechend:  $EI/D^3 \geq N/m^2$ .

	ISO	ASTM
SN	N/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
2500	2500	124
5000	5000	248
10000	10000	496



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation**
- 9.1 Definition der Festigkeitsklassen**
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

Die Festigkeitsklasse wird aufgrund zweier Parameter bestimmt: (1) die Bedingungen bei der Legung bezogen auf die Bodenart, Typ der Umschüttung und Höhe der Verschüttung und (2) der negative Druck, soweit vorhanden. Die Bodenartcharakteristiken werden gemäß ASTM 1586, Standard Penetration Test, beurteilt. Manche typischen Schlagzahlen (blow count) erstrecken sich auf folgende Bodenarten und Lagerungsdichten – siehe Tabelle unten.

Boden- gruppe	Schlag anzahl	E Wert (MPa)	Nichtbindiger Boden		Bindiger Boden	
			Beschreibung	Reibwinkel (Grad)	Beschreibung	Druckfestigkeit (kPa)
1	>15	34,5	Kompakt	33	Sehr bindig	>200
2	8 – 15	20,7	Leicht kompakt	30	Bindig	100-200
3	4 – 8	10,3	Rollig	29	Mittelbindig	50-100
4	2 – 4	4,8	Sehr rollig	28	Fein	25-50
5	1 – 2	1,4	Sehr sehr rollig	24	Sehr fein	13-25
6	0 – 1	0,34	Sehr sehr rollig	26	Sehr sehr fein	0-12

In der Tabelle, die die günstigste Anwendungsmöglichkeit bei jeder Legung bietet, ist eine breite Skala der Typen der Umschüttung zur vorausgesetzt. In vielen Fällen kann der ausgehobene Boden als Umschüttung für die Zone der Rohre benutzt werden. Die folgende Tabelle zeigt die maximal möglichen Tiefen bei der Legung von verschiedenen Festigkeitsklassen in sechs Bodengruppen unter der Voraussetzung einer üblichen Grabenkonstruktion und einer langfristigen Deformation 5 % (DN 300 – 4000mm), 4 % (DN 100 – 250 mm) unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung.

Bodengruppen	SN 2500						SN 5000						SN 10000					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Modul des Bodens für die Umschüttung (MPa)																		
20,7	23,0	18,0	11,0	7,0	-	-	23,0	18,0	12,0	7,0	3,0	-	23,0	18,0	11,0	7,0	-	-
13,8	18,0	15,0	10,0	6,0	-	-	18,0	15,0	10,0	6,5	2,4	-	18,0	15,0	10,0	6,0	-	-
10,3	15,0	13,0	9,0	5,5	-	-	15,0	13,0	9,0	6,0	2,4	-	15,0	13,0	9,0	5,5	-	-
6,9	11,0	10,0	7,5	5,0	-	-	11,0	10,0	8,0	5,0	-	-	11,0	10,0	7,5	5,0	-	-
4,8	8,5	7,5	6,0	4,0	-	-	8,5	7,5	6,5	4,5	-	-	8,5	7,5	6,0	4,0	-	-
3,4	6,0	5,5	5,0	3,5	-	-	6,0	6,0	5,0	4,0	-	-	6,0	5,5	5,0	3,5	-	-
2,1	3,5	3,5	3,5	-	-	-	4,0	4,0	3,5	3,2	-	-	3,5	3,5	3,5	-	-	-
1,4	-	-	-	-	-	-	2,4	2,4	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation**
- 9.1 Definition der Festigkeitsklassen**
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

Der zweite Parameter für die Festigkeitsklasse ist der Unterdruck. Falls vorhanden, zeigen folgende Tabellen, welche Festigkeit für welchen Unterdruck und welche Tiefe der Verlegung für den mittel gewachsenen Boden und den Boden zur Umschüttung zu wählen ist.

Die gewählte Festigkeit sollte kleiner als der festgestellte Werte sein, damit sie dem Unterdruck und den Bedingungen der Umschüttung entspricht.

Bodengruppe 3 (E=10,3MPa) Umschüttung Typ C na 90% SPD (E=14MPa) Wasser unter dem Rohr, Standardgraben				Für getränkten Boden			
Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0,25	10	10,0	11,0	-0,25	5,5	5,5	6,0
-0,50	8,5	10,0	11,0	-0,5	1,4	5,5	6,0
-0,75	6,5	10,0	11,0	-0,75	1,8	5,5	6,0
-1,00	4,0	10,0	11,0	-1,0	-	4,0	6,0



1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Gräben</b>
<b>10.1</b>	<b>Methoden der Verlegung</b>
10.2	Gräben
10.3	Filterschicht
10.4	Material zur Umschüttung
10.5	Standardgraben-Detail
10.6	Kontrolle der gelegten Rohre
10.7	Deformation der gelegten Rohre
10.8	Verkehrsbelastung
10.9	Hochdruckverlegung
10.10	Untergrundwasser
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 10 Rohrlegung in den Gräben

Ein störungsfreier Betrieb und eine lange Lebensdauer der Toralit-Rohrsysteme können nur durch eine sachgerechte Handhabung und Verlegung der Rohrsysteme gesichert werden. Für Besitzer, Ingenieure und Bauträger ist es notwendig zu verstehen, dass die GFK-Rohre ihre ausgezeichneten Gebrauchseigenschaften nur dann erreichen können, wenn die Verlegung der Rohre mit einem geeigneten Material für die Filterschicht und für die Umschüttung realisiert wird. Aufgrund erworbener Erfahrungen wissen die Ingenieure, welche Körnung der Materialien für die Umschüttung der GFK-Rohre geeignet ist. Das Material der Filterschicht und der Umschüttung bildet zusammen mit dem Rohr ein kompaktes System „Rohr-Boden“. Komplette Informationen finden Sie in den Toralit-Verlegungsanweisungen.

### 10.1 Methoden der Verlegung

Folgende zwei Methoden der Verlegung stellen übliche Methoden für Verlegung der GFK-Rohre dar.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Gräben</b>
<b>10.1</b>	<b>Methoden der Verlegung</b>
10.2	Gräben
10.3	Filterschicht
10.4	Material zur Umschüttung
10.5	Standardgraben-Detail
10.6	Kontrolle der gelegten Rohre
10.7	Deformation der gelegten Rohre
10.8	Verkehrsbelastung
10.9	Hochdruckverlegung
10.10	Untergrundwasser
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

#### 10.1.1 Verlegung Typ 1

- » sorgfältige Verlegung
- » Verschüttung des Rohrbereichs 3000 mm über dem Rohrfirst mit verdichtetem Material bis zum verlangten relativen Verdichtungsniveau.

Anm.: bei der drucklosen Anwendung ist es nicht notwendig, das Material über dem Rohrfirst bis zu 300 mm zu verdichten.

#### 10.1.2 Verlegung Typ 2

- » die Umschüttung und Verdichtung des Schüttmaterials bis zum Niveau 60 % des Rohrdurchmessers mit dem verlangten relativen Verdichtungsniveau.
- » die Umschüttung über dem Niveau 60 % des Durchmessers bis zu 300 mm über dem Rohrfirst und die Verdichtung des Materials auf den Wert der relativen Verdichtung mit dem

Anm.1: Die Verlegung Typ 2 ist für kleine Durchmesser nicht geeignet.

Anm.2: Die Verlegung Typ 2 ist für eine hohe Verkehrsbelastung nicht geeignet.

Für alternative Verlegungen und spezifische Bedingungen auf dem Bau, inklusive breiteren Gräben, Spundbohle, Bodenstabilisierung, Geotextilie usw., benötigen Sie Zusatzinformationen von CPS Distribution.

Die Toralit-Rohrsysteme können verschieden verlegt werden, inklusive oberirdischer Verlegung, Unterwasserlegung, Verlegung ohne Graben und schräger Verlegung. Diese Verlegungsmethoden können mehr Anfangsplanung und Sorgfalt als eine Standardverlegung verlangen.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Graben</b>
10.1	Methoden der Verlegung
<b>10.2</b>	<b>Graben</b>
<b>10.3</b>	<b>Filterschicht</b>
10.4	Material zur Umschüttung
10.5	Standardgraben-Detail
10.6	Kontrolle der gelegten Rohre
10.7	Deformation der gelegten Rohre
10.8	Verkehrsbelastung
10.9	Hochdruckverlegung
10.10	Untergrundwasser
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 10.2 Graben

Details der Standardverlegung in den Graben befinden sich auf der vorigen Seite.

Der Graben muss genügend breit sein, damit eine Verlegung und Verdichtung des Rohrbereichs mit Schüttmaterial ermöglicht wird. Hierdurch wird eine Stützfunktion für das Rohr gewährleistet. Die Höhen der in diesem Material angegebenen Deckschichten basieren auf der Grundlage, dass die Breite des Grabes um das 1,75-fache des Nenndruckmessers des Rohres. Engere Gräben, bis zu dem 1,5-fachen des Nenndurchmessers sind realisierbar, werden jedoch von der Tiefe des Grabens beeinflusst.

## 10.3 Filterschicht

Die Filterschicht soll ein geeignetes Material bilden, damit sie eine einheitliche und dauerhafte Stütze für die Rohrleitung bietet.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Graben</b>
10.1	Methoden der Verlegung
10.2	Graben
10.3	Filterschicht
<b>10.4</b>	<b>Material zur Umschüttung</b>
<b>10.5</b>	<b>Standardgraben-Detail</b>
10.6	Kontrolle der gelegten Rohre
10.7	Deformation der gelegten Rohre
10.8	Verkehrsbelastung
10.9	Hochdruckverlegung
10.10	Untergrundwasser
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 10.4 Schüttmaterial

Es ist notwendig, ein geeignetes Schüttmaterial zu benutzen, damit ein entsprechendes System „Rohr-Boden“ gesichert werden kann. Die meisten grobkörnigen Materialien (außer grobkörniger Kies), können laut einheitlicher Bodenklassifikation für die Filterschicht als auch für die Umschüttung benutzt werden. Falls es die Anweisungen erlauben, kann der gewachsene Boden vom Graben genutzt werden, um natürliche Rohstoffe zu sparen. Die folgende Tabelle zeigt alle Bodenarten

Bodengruppen	Fraktion	Zeichen	Kerngröße (mm)
sehr grobkörnig	großer Klumpen	LBo	> 630
	Klumpen	Bo	> 200 ≤ 630
	Geröll	Co	> 63 ≤ 200
grobkörnig	Kies	Gr	> 2,0 ≤ 63
	grobkörnig	CGr	> 20 ≤ 63
	mittelkörnig	MGr	> 6,3 ≤ 20
	feinkörnig	FGr	> 2,0 ≤ 6,3
	Sand	Sa	> 0,063 ≤ 2,0
	grobkörnig	CSa	> 0,63 ≤ 2,0
	mittelkörnig	MSa	> 0,2 ≤ 0,63
feinkörnig	feinkörnig	FSa	> 0,063 ≤ 0,2
	Pulver	Si	> 0,002 ≤ 0,063
	grobkörnig	CSi	> 0,02 ≤ 0,063
	mittelkörnig	MSi	> 0,0063 ≤ 0,02
	feinkörnig	FSi	> 0,002 ≤ 0,0063
	Lehm	Cl	< 0,002

## 10.5 Standardgraben-Detail

Das Detail eines typischen Grabens für die GFK-Rohrsysteme sollten folgende Parameter besitzen: Das Ausmaß A ist mindestens  $0,75 \times (DN/2)$  Dort, wo sich am Grabengrund ein Felsen, ein hartes Becken, ein weicher, freier oder stark dehnbarer Boden befindet, kann eine größere Filterschicht zur Sicherung der adäquaten länglichen Stütze notwendig sein.

Der Abstand A muss einen genügenden Arbeitsraum für die Verdichtungsmaschine leisten und Bedingungen für eine ordentliche Verdichtung der Umschüttung in der unteren Rohrhälfte sichern. Dafür wird wahrscheinlich ein breiterer Graben als der normale spezifizierte Graben (vor allem für kleinere Durchmesser) notwendig sein.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Gräben</b>
10.1	Methoden der Verlegung
10.2	Gräben
10.3	Filterschicht
10.4	Material zur Umschüttung
10.5	Standardgraben-Detail
<b>10.6</b>	<b>Kontrolle der gelegten Rohre</b>
<b>10.7</b>	<b>Deformation der gelegten Rohre</b>
10.8	Verkehrsbelastung
10.9	Hochdruckverlegung
10.10	Untergrundwasser
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 10.6. Kontrolle der gelegten Rohre

Nach der Verlegung jedes Rohres muss eine Kontrolle der maximalen vertikalen und horizontalen Deformation durchgeführt werden. Diese Messung ist bei den Toralit-Rohren sehr einfach.

### 10.7 Primäre Runddeformation

In der Tabelle ist die zulässige maximale primäre Deformation (typisch vertikal) angegeben:

Maximale primäre Deformation	
DN ≤ 250	DN ≥ 300
2,5 %	3 %

Die maximale zulässige langfristige Deformation kann bei den Durchmessern 300 mm > 5 % sein, für kleinere Durchmesser > 4 % sein. Diese Werte gelten für alle Festigkeitsklassen. Beulen, flache Stellen oder andere Änderungen in der Rohrwandwölbung sind unzulässig. Außerhalb dieser Beschränkung verlegte Rohre können die geplante Festigkeit nicht erfüllen.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
<b>10</b>	<b>Rohrlegung in den Gräben</b>
10.1	Methoden der Verlegung
10.2	Gräben
10.3	Filterschicht
10.4	Material zur Umschüttung
10.5	Standardgraben-Detail
10.6	Kontrolle der gelegten Rohre
10.7	Deformation der gelegten Rohre
<b>10.8</b>	<b>Verkehrsbelastung</b>
<b>10.9</b>	<b>Hochdruckverlegung</b>
<b>10.10</b>	<b>Untergrundwasser</b>
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 10.8 Verkehrsbelastung

Alle Umschüttungen müssen bei einer kontinuierlichen Verkehrsbelastung maximal verdichtet werden. Die zulässige Mindesthöhe der Umschüttung kann bei einer speziellen Verlegung wie Umbetonierung, Betondeckplatte, Verdeckung usw. niedriger sein.

Umschüttung Mindesthöhe	Stärke (lbs)	Stärke(kN)	Belastungstyp
1,0	16 000	72	AASHTO H20(C)
1,5	20 000	90	BS 153HA(C)
1,0	9 000	40	ATV LKW12(C)
1,0	11 000	50	ATV SLW(C)
1,5	22 000	100	ATV SLW 60(C)
3,0	railroad	-	Cooper E80

Aufgrund des minimalen Elastizitätsmodul 6,9MPa für die Umschüttung im Rohrbereich.

### 10.9 Hochdruckverlegung

Für eine Hochdruckrohrleitung mit einem Betriebsdruck mehr als 16 bar werden tiefere Gräben als Vorbeugung einer Rohranhebung oder Bewegung empfohlen. Die Rohre mit Durchmesser DN 300 und mehr sollten mindestens 1,2 m Umschüttung haben. Kleinere Durchmesser mindestens 0,8 m.

### 10.10 Untergrundwasser

Es wird eine Sicherung der leeren Rohrleitung vor ihrem Schwimmen auf mindestens 75% der Erdoberfläche (minimale trockene Boden-Wichte 1900 kg/m<sup>3</sup>) empfohlen. Die Verlegung kann alternativ durch eine Rohrverankerung fortsetzen. Falls eine Verankerung durchgeführt wird, müssen die Bänder zur Verankerung flach und mindestens 25 mm breit und der maximale Abstand zwischen diesen Verankerungen 4 m sein. Wegen Details der Verankerung und einer minimalen Umschüttung mit den Ankern kontaktieren Sie, bitte, CPS Distribution.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)**
  - 11.1 Physikalische Eigenschaften
  - 11.2 Materialspannung**
  - 11.3 Stützen**
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung der Rohre)

### 11.1 Physikalische Eigenschaften

Die Rohstoffe, das Fertigungsverfahren und die Eigenschaften der biaxialen Rohrsysteme unterscheiden sich von den Standardrohren wegen ihrer Anwendung. Biaxiale Rohrsysteme sind so hergestellt, damit sie der axialen und Randbeanspruchung standhalten können. Sie sind deshalb fester als Standardrohre. Einige physikalische Eigenschaften dieser Rohrsysteme sind unten angegeben.

Die biaxialen Rohrsysteme können mittels Klebstoffverbindungen, Schlossverbindungen oder laminierten Verbindungen verbunden werden. Die biaxialen Rohrsysteme dienen allgemein für die überirdische Anwendung.

Rand	axial	Laminierte Verbindung		Mechanische Eigenschaften GFK-Rohre Toralit
		Rand	axial	
20,0	13,1	-	10,3	Dehnungsmaß, $E_T$ , (GPa)
18,6	12	-	10,3	Dehnungsmodul, $E_F$ , (GPa)
380	158	-	138	Zugfestigkeit, $\sigma$ , (MPa)
0,2	0,25	-	0,3	Poissonzahl, $\mu$
9,0	12,6	-	27	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient ( $\times 10^{-6} 1/K$ )
3,3	3,3	-	3,1	Gleitmaß, $G$ , (GPa)
46,9	19,6	-	138	Schubfließgrenze, $T$ , (MPa)
62,0	26,4	23	23	Zulässige Zugfestigkeit (MPa)
62,0	26,4	23	23	Zulässige Biegezugfestigkeit (MPa)
7,8	7,8	5,7	5,7	Zulässige Gleitfestigkeit (MPa)

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)**
  - 11.1 Physikalische Eigenschaften
  - 11.2 Materialspannung**
  - 11.3 Stützen**
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 11.2 Materialspannung

Bei den meisten überirdischen Anwendungen von biaxialen Rohrsystemen werden laminierte Rohrverbindungen aufgrund der Spannungseliminierung in jedem Rohr, die durch den Innendruck verursacht ist, hergestellt. In diesem Fall hat die Wärmebelastung einen höheren Einfluss als das Rohrgewicht und die Druckbelastung. Der Wärmeausdehnungskoeffizient der GFK-Rohrsysteme ist fast zweimal größer als bei Stahlrohren, wodurch der Wärmebelastungseinfluss gemildert wird. Zur Kompensierung der Wärmeausdehnung werden Dehnungsverbindungen oder Dehnungsschleifen benutzt.

### 11.3 Stützen

Die im Boden gelegten biaxialen Rohrsysteme haben spezielle Stützen. Der Abstand zwischen einzelnen Stützen kann mittels Flexibilitätsanalyse berechnet werden. Hier ist ein typisches Beispiel einer Stütze abgebildet.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre**
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 12 Dimensionsreihen der Rohre

In der Tabelle ist das Produktionssortiment der GFK-Rohrsysteme Toralit angegeben.



SN 5 000															
DN	DE max	e (mm)					m kg/m	DN	DE max	e (mm)					m kg/m
		PN6	PN10	PN16	PN20	PN25				PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	
300	311	5,1	5,1	4,8	4,7	4,7	9,9	1600	1637	24,3	22,7	20,7	-	-	270
350	362	5,9	5,8	5,4	5,4	5,4	14,4	1700	1739	25,8	24,1	22	-	-	305
400	413	6,6	6,2	5,8	5,8	5,8	17,3	1800	1841	27,3	25,4	23,2	-	-	341
450	4464	7,3	6,9	6,5	6,4	6,4	22,1	1900	1943	28,7	26,8	24,4	-	-	374
500	515	8,1	7,6	7,1	7	7	27,5	2000	2045	30,1	28,2	25,6	-	-	420
600	617	9,6	8,9	8,4	8,2	8,2	39,5	2100	2147	31,6	29,5	26,9	-	-	462
700	719	11,1	10,3	9,6	9,3	9,3	53	2200	2249	33,1	32,3	28,1	-	-	507
800	820	12,5	11,6	10,9	10,5	10,5	69	2300	2351	34,5	32,9	29,3	-	-	553
900	923	14	13,2	12,1	11,8	11,8	87	2400	2453	36	33,7	30,6	-	-	602
1000	1025	15,4	14,5	13,3	12,9	12,9	106	2500	2555	37,5	35	31,8	-	-	654
1100	1127	16,9	15,9	14,6	14,2	14,2	129	2600	2657	-	36,5	33	-	-	700
1200	1229	18,3	17,3	15,8	15,3	15,3	152	2700	2759	-	38	34,5	-	-	765
1300	1331	19,9	18,6	17	16,5	16,5	179	2800	2861	-	39	35,5	-	-	830
1400	1433	21,4	20	18,3	17,8	17,8	207	2900	2963	-	40,5	37	-	-	870
1500	1535	22,9	21,3	19,5	-	-	238	3000	3065	-	42	,8	-	-	940

SN 2 500													
DN	DE max	e (mm)				m kg/m	DN	DE max	e (mm)				m kg/m
		PN6	PN10	PN16	PN20				PN6	PN10	PN19	PN20	
300	311	4,1	3,9	3,8	3,8	8	1600	1637	19,4	17,3	16,3	-	216
350	362	4,7	4,6	4,4	4,4	11	1700	1739	20,8	18,3	17,2	-	245
400	413	5,1	4,9	4,7	4,8	14	1800	1841	21,9	19,3	18,2	-	274
450	4464	5,8	5,4	5,3	5,2	17	1900	1943	23,0	20,3	19,1	-	304
500	515	6,4	5,9	5,8	5,7	22	2000	2045	24,2	21,4	20,1	-	337
600	617	7,8	7	6,7	6,7	31	2100	2147	25,4	22,4	21	-	271
700	719	8,9	8	7,7	7,6	42	2200	2249	26,5	23,4	22	-	407
800	820	10,1	9,1	8,6	8,6	55	2300	2351	27,7	24,4	22,9	-	444
900	923	11,3	10,1	9,6	9,5	66	2400	2453	28,9	25,4	23,9	-	483
1000	1025	12,5	11,1	10,5	10,5	86	2500	2555	30,0	26,5	24,9	-	523
1100	1127	13,7	12,2	11,5	11,4	104	2600	2657	31,2	27,5	25,9	-	565
1200	1229	14,8	13,3	12,5	12,3	122	2700	2759	32,5	28,5	26,8	-	610
1300	1331	16	14,2	13,4	13,3	144	2800	2861	33,7	29,5	27,6	-	660
1400	1433	17,1	15,2	14,4	14,2	166	2900	2963	35	30,5	28,6	-	700
1500	1535	18,2	16,2	15,3	-	190	3000	3065	36	31,7	29,7	-	750

SN 10 000																	
DN	DE max	e (mm)						m kg/m	DN	DE max	e (mm)						m kg/m
		PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32				PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	
300	311	6,2	6,2	6	5,8	5,7	5,7	12	1600	1637	30,3	30,3	27	-	-	-	337
350	362	7,2	7,2	6,8	6,7	6,6	6,5	17,5	1700	1739	32,1	32,1	28,6	-	-	-	379
400	413	7,8	7,8	7,4	7,2	7,1	7	21	1800	1841	34	34	30,3	-	-	-	425
450	4464	8,8	8,8	8,2	8	7,9	7,8	27	1900	1943	35,8	35,8	31,9	-	-	-	473
500	515	9,8	9,8	9	8,8	8,6	8,5	33	2000	2045	37,6	37,6	33,5	-	-	-	523
600	617	11,7	11,7	10,7	10,4	10	10	48	2100	2147	39,5	39,5	35,1	-	-	-	577
700	719	13,7	13,7	12,3	11,9	11,7	11,5	66	2200	2249	42,7	42,7	38	-	-	-	630
800	820	15,5	15,5	14	13,5	13,2	13	85,5	2300	2351	44,6	44,6	39,7	-	-	-	688
900	923	17,3	17,3	15,6	15,1	14,7	14,5	108	2400	2453	46,5	46,5	41,4	-	-	-	748
1000	1025	19,2	19,2	17,2	16,6	16,2	16	133	2500	2555	48,4	48,4	43,1	-	-	-	812
1100	1127	21,2	21,2	18,9	18,2	17,7	17,5	161	2600	2657	48,8	49	43,5	-	-	-	890
1200	1229	23	23	20,5	19,7	19,3	19	191	2700	2759	50,5	50,5	45	-	-	-	950
1300	1331	24,8	24,8	22,1	21,3	21,8	20,4	224	2800	2861	52,5	52,5	46,5	-	-	-	1050
1400	1433	26,7	26,7	23,7	22,9	22,3	21,9	259	2900	2963	54	54	48	-	-	-	1100
1500	1535	28,4	28,4	25,4	-	-	-	296	3000	3065	56	56	50	-	-	-	1200

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre

**13 Rohrverbindung**

**13.1 GRP-Verbindungsstücke**

13.2 GRP-Klebstoffverbindungsstücke

13.3 GRP-Flansche

13.4 Laminierte Verbindungen

13.5 Spezielle Verbindungsstücke

14 Formstücke

15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 13 Rohrverbindung

### 13.1. GFK-Verbindungsstücke

Die GFK-Rohrsysteme werden üblich mittels GFK-Verbindungsstücke mit Doppeldichtung verbunden. Die Rohrsysteme werden standardmäßig mit einem einseitig angebauten Verbindungsstück auf die Baustelle geliefert, sie können aber auch separat geliefert werden. Als Dichtungsstücke werden Elastomerdichtungen benutzt. Die Dichtungen werden in zwei präzise maschinell gefräste Rillen auf beiden Seiten des Verbindungsstückes gelegt. Bei diesen Dichtungen beträgt die garantierte Lebensdauer 75 Jahre.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre

**13 Rohrverbindung**

**13.1 GRP-Verbindungsstücke**

13.2 GRP-Klebstoffverbindungsstücke

13.3 GRP-Flansche

13.4 Laminierte Verbindungen

13.5 Spezielle Verbindungsstücke

14 Formstücke

15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

DN	DE Max (mm)	Coupling ID min. (mm)	DEC (mm)						CL (mm)
			PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	
100	107,2	107,6	127,6	127,6	129,6	134,7	134,9	140,1	150
150	157,8	157,7	178,2	178,2	180,2	185,5	185,7	191,3	150
200	210	211,4	241,8	241,8	245,4	249,9	253,1	258,7	175
250	262,2	263,6	294	294	297,6	303,1	306,3	312,1	175
300	311	312,5	367,1	368,7	370,3	372,4	376,7	383,5	270
350	362	363,5	420,3	421,9	423,7	424,6	429,7	464,9	270
400	413	414,5	454,1	456,1	458,1	462,4	463,7	468,7	270
450	446,4	465,5	504,9	506,5	508,7	513,0	513,9	519,3	270
500	515	516,5	555,7	557,7	559,3	563,4	564,3	571,1	270
600	617	618,5	664,1	665,9	668,1	673,2	675,9	683,7	330
700	719	720,5	765,9	768,3	772,5	778,2	781,1	792,1	330
800	820	822,5	867,7	871,6	876,7	882,8	883,7	896,9	330
900	923	924,5	970,7	975,1	980,9	984,8	988,7	1001,7	330
1000	1025	1026,5	1073,5	1078,5	1084,7	1089,2	1098,1	1106,5	330
1100	1127	1128,5	1176,3	1181,5	1188,3	1193,4	1208	1211,7	330
1200	1229	1230,5	1278,9	1284,5	1289,9	1299,4	1315,3	1316,7	330
1300	1331	1332,5	1381,3	1378,3	1393,3	1407,4	1421,1	1422,1	330
1400	1433	1434,5	1483,9	1490,1	1497,5	1515,6	1527,1	1527,1	330
1500	1535	1536,5	1586,3	1592,9	1602,5	1621,2	-	-	330
1600	1637	1638,5	1688,7	1695,5	1707,3	-	-	-	330
1700	1739	1740,5	1791,1	1798,3	1743,7	-	-	-	330
1800	1841	1842,5	1893,5	1900,9	1845,7	-	-	-	330
1900	1943	1944,5	1995,9	2003,3	1947,7	-	-	-	330
2000	2045	2046,5	2098,3	2105,9	2049,7	-	-	-	330
2100	2147	2148,5	2200,5	2208,9	2151,7	-	-	-	330
2200	2249	2250,5	2302,9	2311,9	2253,7	-	-	-	330
2300	2351	2352,5	2405,3	2417,7	2355,7	-	-	-	330
2400	2453	2454,5	2507,5	2517,9	2457,7	-	-	-	330
2500	2555	2556,5	2559,7	2259,7	2559,7	-	-	-	330
2600	2657	2658,5	2690	2695	2701	-	-	-	360
2700	2759	2760,5	2792,5	2797,8	2803,2	-	-	-	360
2800	2861	2862,5	2895	2900	2906,5	-	-	-	360
2900	2963	2964,5	2997,5	3002,2	3009,3	-	-	-	360
3000	3065	3066,5	3099,5	3104,4	3111,2	-	-	-	360

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
<b>13</b>	<b>Rohrverbindung</b>
13.1	GRP-Verbindungsstücke
<b>13.2</b>	<b>GRP-Klebstoffverbindungsstücke</b>
<b>13.3</b>	<b>GRP-Flansche</b>
<b>13.4</b>	<b>Laminierte Verbindungen</b>
13.5	Spezielle Verbindungsstücke
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 13.2. GFK-Klebstoffverbindungsstücke

Die zum Rohr fixierten GFK-Verbindungsstücke werden für die Rohrverbindung dort benutzt, wo es notwendig ist, einen Einfluss der axialen Kräfte zu eliminieren. Bei diesen Typen der Verbindungsstücke wird die Dichtung durch zwei Gummiringe und Epoxid-Klebstoff auf beiden Rohrseiten durchgeführt. Bei einer geklebten Oberfläche wird der Raum zwischen dem Rohr und dem Verbindungsstück mittels Epoxid- Klebstoff gefüllt und sichert eine starke Verbindung, die gegen axiale Zugkräfte beständig ist.

### 13.3 GFK-Flansche

In Ausnahmefällen können die Rohre durch GFK-Flansche verbunden werden. Die Flanschverbindung der Rohre kann bei Durchmessern von DN 150 bis DN 2400, bei einem Nenndruck von PN1 bis PN 16 durchgeführt werden. Dieser Typ der Rohrverbindung wird beim Aufbau von Verschlussventilen, Schiebern, Kontrollöffnungen, Abzweigrohren und Verschlussstopfen usw. benutzt. Die Dichtheit der Verbindung zwischen Flanschen sichert eine flache Dichtung mit einem Dichtungsring. Bohren?? der Flansche gemäß DIN-Norm resp. ASA.

### 13.4 Laminierte Verbindungen

Die Verbindungen werden aus einem glasfaserverstärkten Polyesterharz durchgeführt. Diese Verbindungen werden gewöhnlich dann benutzt werden, wenn sich auf die Rohrverbindungen eine große axiale Belastung aufgrund des Innenüberdrucks überträgt oder bei Reparaturen. Die Dicke und die Kraft des Zusatzlaminats hängen vom Durchmesser und Innenüberdruck ab. Dieser Typ der Verbindung erfordert Sauberkeit, kontrollierte Bedingungen bei der Laminiierung und einen erfahrenen und geschulten Personal, den Bedarf CPS Distribution anbieten kann.

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Gräben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
<b>13</b>	<b>Rohrverbindung</b>
13.1	GRP-Verbindungsstücke
13.2	GRP-Klebstoffverbindungsstücke
13.3	GRP-Flansche
13.4	Laminierte Verbindungen
<b>13.5</b>	<b>Spezielle Verbindungsstücke</b>
14	Formstücke
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 13.5 Spezielle Verbindungsstücke

Spezielle Verbindungsstücke werden dann benutzt, wenn es nicht möglich ist, standardmäßige Verbindungsstücke zu benutzen, und zwar vor allem bei Reparaturen der Rohrleitung, der Verbindung von Rohren mit verschiedenen Außendurchmessern, aus verschiedenen Materialien, die durch Laminiierung nicht verbunden werden können.

### Mechanische Metall-Verbindungsstücke

Sie werden zur Verbindung der Rohre aus verschiedenen Materialien mit einem Nenndruck von PN 1 bis PN 32 benutzt. Die Verbindungsstücke sind für die Verbindung der Rohre mit Durchmessern von DN 100 bis DN 4000 und mit dem maximalen Rohrdurchmesser-Unterschied von 9 mm bestimmt.

### Ärmelverbindungsstücke

Es handelt sich dabei um ein Elastomer-Ärmel, der mit nichtrostenden Stahlpressringen umklammert wird. Es ist eine kostengünstigere Variante der Verbindung von verschiedenen Rohren bis zum maximalen Druck von 2bar. Mittels dieser Verbindungsstücke können auch Rohre mit einem größeren Durchmesser-Unterschied verbunden werden.

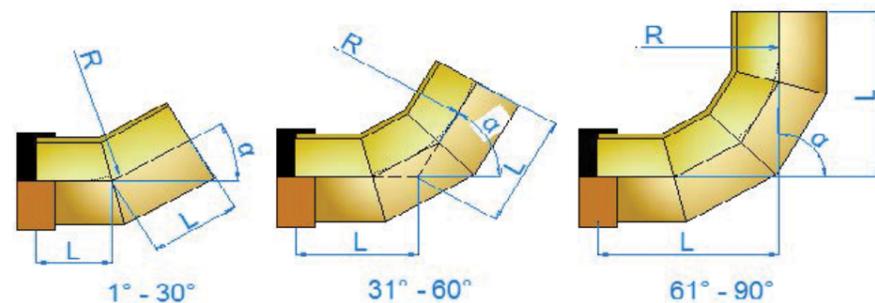
1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Graben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
<b>14</b>	<b>Formstücke</b>
14.1	PN 1
14.2	PN 6, PN 10
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

## 14 Formstücke

CPS Distribution benutzt für die Produktion der GFK-Formstücke-standardsierte Methoden, die der Faratec – Technologie Produktionsmethode der GFK-Rohre ähnlich sind. Die Produkttechnologie für CPS Distribution-Formstücke ermöglicht ein breites Sortiment, nicht nur für Standardformstücke, sondern auch für Formstücke nach Wunsch der Kunden.

### 14.1 PN 1

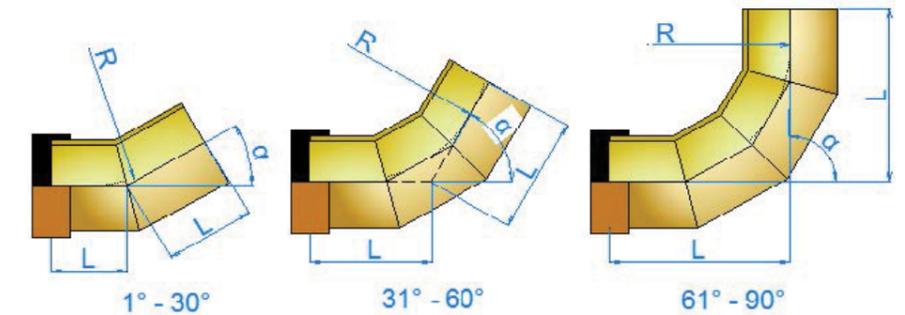
#### Bögen DN100 – DN1400



DN	R (mm)	Winkel $\alpha$							
		11,25°	15°	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
		Segmentanzahl / Länge L (mm)							
		2	2	2	2	3	3	4	4
100	150	300	300	300	300	350	400	525	525
150	225	300	300	300	300	350	400	525	525
200	300	300	300	300	300	350	400	525	525
250	375	300	300	300	300	375	425	575	575
300	450	300	300	300	300	400	450	650	650
350	525	325	325	325	325	425	500	700	700
400	600	375	375	375	375	475	550	750	750
450	675	375	375	375	375	500	575	850	850
500	750	400	400	400	400	525	625	950	950
600	900	450	450	450	450	600	700	1075	1075
700	1050	475	475	475	475	650	775	1200	1200
800	1200	525	525	525	525	700	850	1350	1350
900	1350	550	550	550	550	725	785	1400	1400
1000	1270	575	575	575	575	750	925	1450	1450
1100	1320	600	600	600	600	825	1025	1600	1600
1200	1370	600	600	600	600	825	1025	1600	1600
1300	1450	650	650	650	650	850	1050	1650	1650
1400	1550	675	675	675	675	900	1100	1700	1700

1	GFK Rohre
2	Anwendung der GFK Rohre
3	Produkteigenschaften&Vorteile
4	Fertigungsverfahren
5	Angewendete Standards
6	Qualitätskriterien
7	Produktinformation
8	Auslenkungswinkel der Verbindungen
9	Rohrklassifikation
10	Rohrlegung in den Graben
11	Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
12	Dimensionsreihen der Rohre
13	Rohrverbindung
<b>14</b>	<b>Formstücke</b>
14.1	PN 1
14.2	PN 6, PN 10
15	Druckwelle und hydraulischer Stoß

#### Bögen DN 1500 - 4000

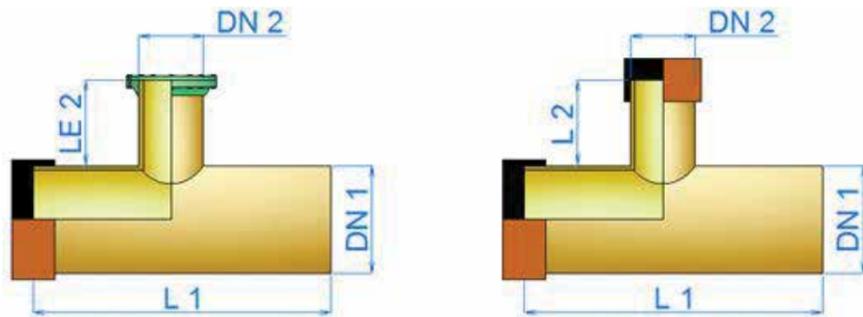


DN	R (mm)	Winkel $\alpha$							
		11,25°	15°	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
		Segmentanzahl / Länge L (mm)							
		2	2	2	2	3	3	4	4
1500	1650	800	800	800	800	1100	1300	2000	2000
1600	1700	800	800	800	800	1100	1300	2000	2000
1700	1800	800	800	800	800	1200	1400	2200	2200
1800	1950	850	850	850	850	1200	1400	2200	2200
1900	2000	850	850	850	850	1300	1500	2300	2300
2000	2100	900	900	900	900	1300	1500	2400	2400
2100	2170	900	900	900	900	1300	1500	2400	2400
2200	2280	950	950	950	950	1400	1600	2600	2600
2300	2210	950	950	950	950	1500	1700	2600	2600
2400	2470	950	950	950	950	1500	1700	2600	2600
2500	2600	1000	1000	1000	1000	1500	1700	2600	2600
2600	2700	1000	1000	1000	1000	1500	1700	2600	2600
2700	2850	1000	1000	1000	1000	1600	1800	2800	2800
2800	2800	1000	1000	1000	1000	1600	1800	2800	2800
2900	2900	1000	1000	1000	1000	1700	1900	3000	3000
3000	3000	1000	1000	1000	1000	1800	2000	3000	3000
3200	3300	1000	1000	1000	1000	1800	2000	3000	3000
3400	3400	1000	1000	1000	1000	1800	2100	3300	3300
3600	3600	1100	1100	1100	1100	1900	2200	3700	3700
3800	3800	1200	1200	1200	1200	2100	2800	4000	4000
4000	4000	1400	1400	1400	1400	2200	3000	4200	4200

In der Tabelle befinden sich die standardmäßige Ausmaße der Bögen. Nach Wunsch des Kunden können auch Bögen mit anderen Ausmaßen hergestellt werden. Diese Bögen können mit standardmäßigen Verbindungsstücken oder Flanschen angebaut werden. Die genannten Angaben haben nur einen informativen Charakter, es ist notwendig, die Parameter des gelieferten Stückes für jede Lieferung beim Produzenten zu überprüfen. Weitere Dimensionen der Bögen sind auf Verlangen erreichbar. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner Bögen kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

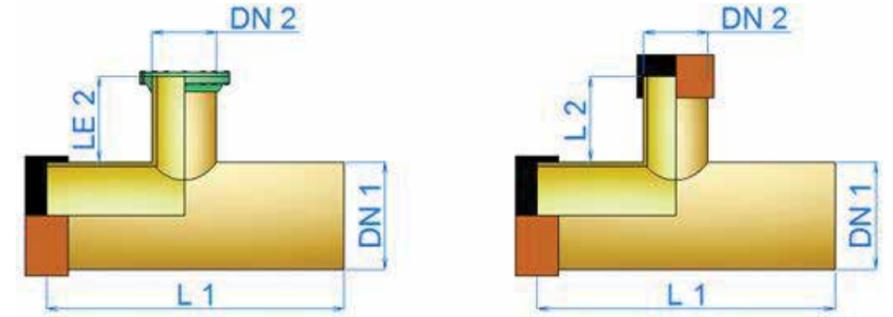
**T-Stücke DN 100/100 – DN 3000/600**



DN 2	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
L 2	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
DN 1	L 1 (mm)									
100	500									
150	500	750								
200	500	750	1000							
250	500	750	1000	1000						
300	500	750	1000	1000	1000					
350	500	750	1000	1000	1000	1000				
400	500	750	1000	1000	1000	1000	1500			
450	750	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500		
500	750	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	
600	750	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
700	750	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
800	750	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
900	750	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500
1000	750	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500
1100	750	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500
1200	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1300	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1400	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1500	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1600	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1700	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1800	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1900	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2100	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2200	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2300	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2400	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2500	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2600	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2700	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2800	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
2900	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
3000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

**T-Stücke DN 700/700- DN 4000/2000**

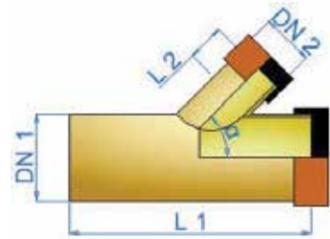


DN 2	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000
L 2	350	350	350	350	400	400	400	400	400	500	500	500
DN 1	L 1 (mm)											
700	1500											
800	1500	1500										
900	1500	1500	2000									
1000	1500	2000	2000	2000								
1100	1500	2000	2000	2000	2000							
1200	1500	2000	2000	2500	2500	3000						
1300	1500	2000	2500	2500	2500	3000	3000					
1400	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000				
1500	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000			
1600	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000		
1700	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000		
1800	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	
1900	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	
2000	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
2100	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
2200	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
2400	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
2600	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
2800	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
3000	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
3200	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
3400	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
3600	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
3800	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
4000	2000	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

In der Tabelle sind Standardausmaßer Hauptreihe und auch der Abweig-T-Stückedargestellt. Nach Wunsch des Kunden können auch T-Stücke mit anderen Ausmaßen hergestellt werden. Die Abweigstücke können mit standardmäßigen Verbindungsstücken oder Flanschen angebaut werden. Weitere Ausmaße der Abweigstücke sind auf Verlangen erreichbar. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann es zu einer Anpassung der Dimension einzelner Stücke kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

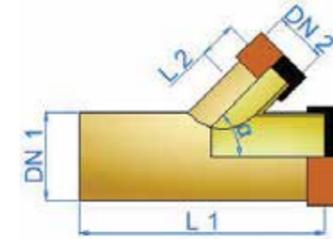
### Y- Stücke DN 100/100 – 4000/800



DN 2	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
L 2	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	350	350
DN 1	L 1 (mm)											
100	750											
150	750	750										
200	750	750	1000									
250	750	750	1000	1000								
300	750	750	1000	1000	1000							
350	750	750	1000	1000	1000	1000						
400	750	750	1000	1000	1000	1000	1200					
450	750	750	1000	1000	1000	1000	1200	1200				
500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1200	1200	1500			
600	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1200	1200	1500	1500		
700	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1200	1200	1500	1500	1500	
800	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1200	1200	1500	1500	1500	2000
900	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1100	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1300	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1600	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1700	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1800	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1900	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
2000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
2200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
2400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
2600	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
2800	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
3000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
3200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
3400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
3600	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
3800	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
4000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Y- Stücke DN 900/900 – 4000/2400



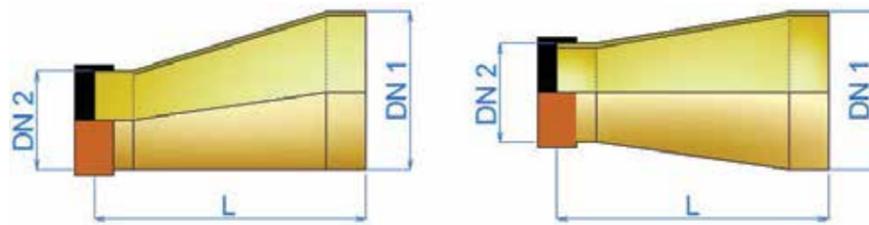
DN 2	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400
L 2	350	350	400	400	400	400	400	450	450	500	500	500
DN 1	L 1 (mm)											
900	2000											
1000	2000	2000										
1100	2000	2000	2000									
1200	2000	2000	2000	3000								
1300	2500	2500	2500	3000	3000							
1400	2500	2500	2500	3000	3000	3000						
1500	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000					
1600	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500				
1700	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500				
1800	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500			
1900	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500			
2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000		
2100	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000		
2200	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	
2300	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2400	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2500	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2600	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2700	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2800	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
2900	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
3000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
3200	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
3400	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
3600	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
3800	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500
4000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4500	4500

Die Abzweigstücke werden üblicherweise in der Ausführung  $\alpha = 45^\circ$  oder  $90^\circ$  hergestellt, möglich sind alle Ausmaße von  $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ . Die Abzweigstücke können in der Ausführung als GFK, Steingut- oder PVC-Rohre hergestellt werden. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner Stücke kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

Reduktionen mit anderen Parametern auf Verlangen. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner

### Reduktionen

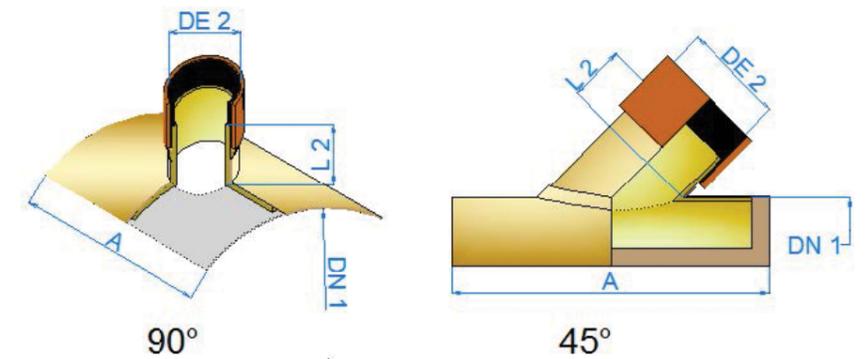


DN 1	DN 2	L(mm)						
150	100	750						
200	150	750	100	750				
250	200	750	150	750	100			
300	250	750	200	750	150	1000	100	1200
350	300	750	250	750	200	1000	150	1200
400	350	1000	300	1000	250	1000	200	1200
450	400	1000	350	1000	300	1000	250	1200
500	450	1000	400	1000	350	1000	300	1200
600	500	1000	450	1000	400	1200	350	1500
700	600	1000	500	1000	450	1200	400	1500
800	700	1100	600	1000	500	1200	450	1500
900	800	1100	700	1000	600	1200	500	1500
1000	900	1100	800	1200	700	1500	600	1750
1100	1000	1100	900	1200	800	1500	700	1750
1200	1100	1100	1000	1200	900	1500	800	1750
1300	1200	1200	1100	1200	1000	1750	900	2000
1400	1300	1200	1200	1200	1100	1750	1000	2000
1500	1400	1200	1300	1200	1200	1750	1100	2000
1600	1500	1200	1400	1200	1300	1750	1200	2000
1700	1600	1500	1500	1200	1400	1750	1300	2000
1800	1700	1500	1600	1500	1500	1750	1400	2000
1900	1800	1500	1700	1500	1600	1750	1500	2000
2000	1900	1500	1800	1500	1700	1750	1600	2000
2200	2100	1500	2000	1500	1900	1750	1800	2000
2400	2300	1500	2200	1500	2100	1750	2000	2000
2600	2500	1500	2400	1500	2300	1750	2200	2000
2800	2700	1500	2600	1500	2500	2000	2400	2500
3000	2800	1500	2600	1500	2400	2000	2200	3000
3200	3000	1500	2800	1500	2600	2000	2400	3000
3400	3200	1500	3000	1500	2800	2000	2600	3000
3600	3400	1500	3200	1500	3000	2000	2800	3000
3800	3600	1500	3400	1500	3200	2000	3000	3000
4000	3800	1500	3600	1500	3400	2000	3200	3000

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

Reduktionen mit anderen Parametern auf Verlangen. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner

### Aufklebeabzweigstücke



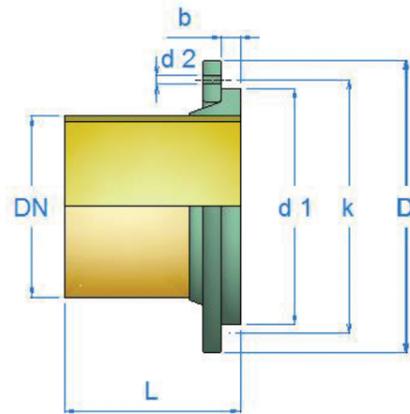
Hauptreihe DN 1	Abzweig DN 2	L 2 ≈ 250mm			Abzweig A (mm)	
		GRP	PVC	Steingut	45°	90°
200	150	158	160	186	400	400
250	150	158	160	186	400	400
	200	210	200	242	500	400
300	150	158	160	186	400	400
	200	210	200	242	500	400
	250	262	250	299	600	450
400	150	158	160	186	400	400
	200	210	200	242	500	400
	250	262	250	299	600	450
	300	327	315	355	650	500
500	150	158	160	186	400	400
	200	210	200	242	500	400
	250	262	250	299	600	450
	300	327	315	355	650	500
	400	413	400	486	850	650
600 ÷ 2000	150	158	160	186	400	400
	200	210	200	242	500	400
	250	262	250	299	600	450
	300	327	315	355	650	500
	400	413	400	486	850	650
	500	515	500	609	1050	750

Eine Kombination anderer Durchmesser und andere Winkel zum Anschluss des Abzweigstückes auf Verlangen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

## Flansch-Verbindungen

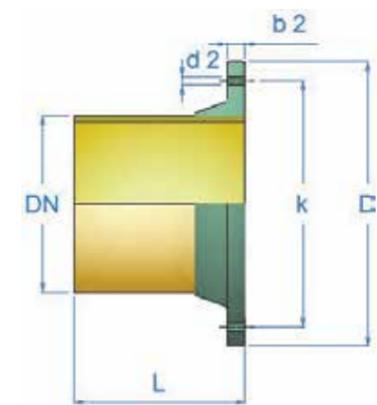
### Verbindungsstücke mit einem schwenkbaren Flansch



DN	L (mm)	D (mm)	k (mm)	d 1 (mm)	d 2 (mm)	b (mm)	šrouby
150	400	285	240	214	22	23	8xM20
200	400	340	295	268	22	25	8xM20
250	400	395	350	320	22	28	12xM20
300	400	460	400	376	22	32	12xM20
350	400	520	460	436	22	36	16xM20
400	400	585	515	487	26	40	16xM24
450	400	640	565	535	26	44	20xM24
500	400	715	620	592	26	28	20xM24
600	400	840	725	693	30	34	20xM27
700	400	910	840	808	30	36	20xM27
800	500	1025	950	915	33	38	24xM30
900	500	1125	1050	1015	33	40	28xM30
1000	500	1255	1160	1122	36	45	28xM33
1200	500	1484	1380	1339	39	45	32xM36
1400	500	1685	1590	1535	42	60	36xM40

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1**
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Verbindungsstücke mit einem festen Flansch



DN	L (mm)	D (mm)	k (mm)	d 2 (mm)	b (mm)	Schrauben
150	400	285	240	22	23	8xM20
200	400	340	295	22	25	8xM20
250	400	395	350	22	28	12xM20
300	400	460	400	22	32	12xM20
350	400	520	460	22	36	16xM20
400	400	585	515	26	40	16xM24
450	400	640	565	26	44	20xM24
500	400	715	620	26	28	20xM24
600	400	840	725	30	34	20xM27
700	400	910	840	30	36	24xM27
800	500	1025	950	33	38	24xM30
900	500	1125	1050	33	40	28xM30
1000	500	1255	1160	36	45	28xM33
1200	500	1484	1380	39	55	32xM36
1400	500	1685	1590	42	60	36xM40
1600	500	1930	1820	48	70	40xM45
1800	500	2130	2020	48	75	44xM45
2000	500	2345	2230	48	80	48xM45
2200	500	2555	2440	56	90	52xM52
2400	500	2760	2650	56	95	56xM52

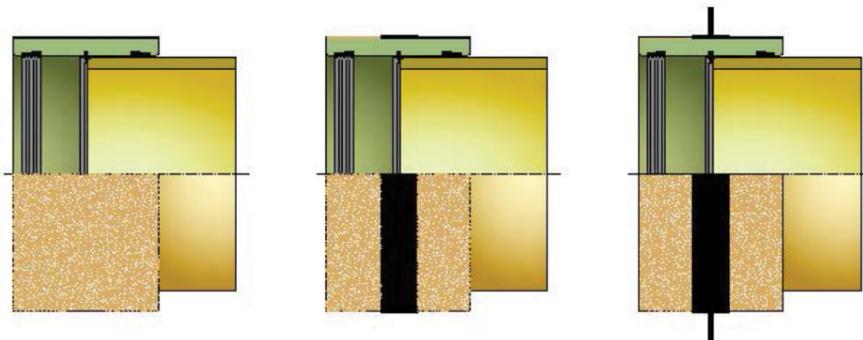
Alle Flanschverbindungen werden durch Laminierung der Muffe auf die Außenoberfläche des Rohrs durchgeführt. Die schwenkbaren Flansche können mit Bohrungen gemäß PN 6, 10 oder 16 in Abhängigkeit von DN geliefert werden. Als Material kann nichtrostender Stahl, verzinkter Stahl oder GFK benutzt werden. Die festen Flansche werden nur aus GFK hergestellt. Auf Wunsch kann auch ein Blindflansch dazu geliefert werden.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Sonstige Formstücke

#### Wandpasstücke, Verbindungsstücke

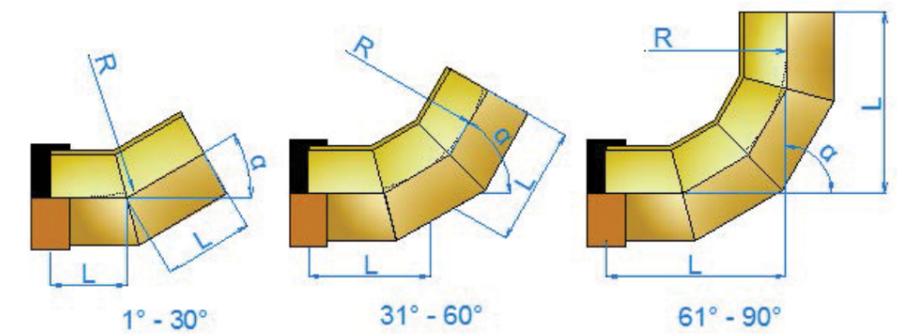
Es handelt sich um sandgestrahlte Verbindungsstücke allein oder mit einem Rohrstück gemäß Breite der Betonwand oder Schacht. Die Oberfläche der Wandpasstücke ist nur grob sandbestrahlt, oder in der Ausführung mit einem Pappband oder Kragen zur besseren Wasserabdichtung möglich.



- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### 14.2 PN 6, PN 10

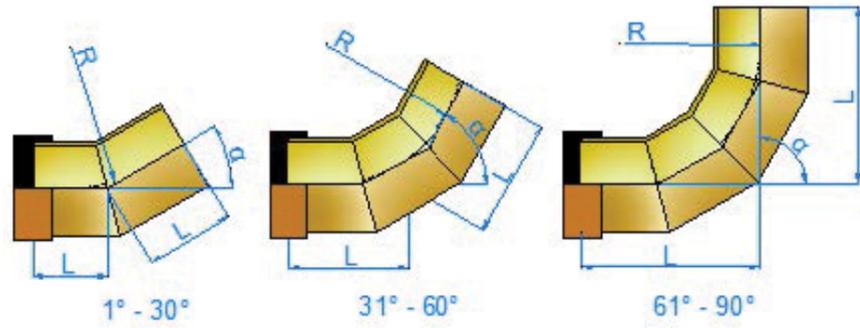
#### Bögen DN 100 – DN 1400 / PN 6



DN	R (mm)	Winkel $\alpha$							
		11,25°	15°	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
		Segmentanzahl / Länge L (mm)							
		2	2	2	2	3	3	4	4
100	150	300	300	300	300	350	400	525	525
150	225	300	300	300	300	350	400	525	525
200	300	300	300	300	300	350	400	525	525
250	375	300	300	300	300	375	425	575	575
300	450	300	300	300	300	400	450	650	650
350	525	325	325	325	325	425	500	700	700
400	600	375	375	375	375	475	550	750	750
450	675	375	375	375	375	500	575	850	850
500	750	400	400	400	400	525	625	950	950
600	900	450	450	450	450	600	700	1075	1075
700	1050	475	475	475	475	650	775	1200	1200
800	1200	525	525	525	525	700	850	1350	1350
900	1350	550	550	550	550	725	785	1400	1400
1000	1270	575	575	575	575	750	925	1450	1450
1100	1320	600	600	600	600	825	1025	1600	1600
1200	1370	600	600	600	600	825	1025	1600	1600
1300	1450	650	650	650	650	850	1050	1650	1650
1400	1550	675	675	675	675	900	1100	1700	1700

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
  - 14.1 PN 1
  - 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Bögen DN 1500 – DN 4000 / PN 6

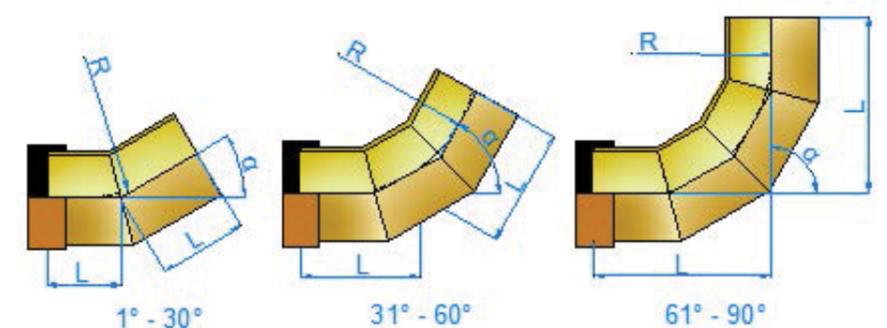


DN	R (mm)	Winkel $\alpha$							
		11,25°	15°	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
		Segmentanzahl / Länge L (mm)							
		2	2	2	2	3	3	4	4
1500	1650	800	800	800	800	1100	1300	2000	2000
1600	1700	800	800	800	800	1100	1300	2000	2000
1700	1800	800	800	800	800	1200	1400	2200	2200
1800	1950	850	850	850	850	1200	1400	2200	2200
1900	2000	850	850	850	850	1300	1500	2300	2300
2000	2100	900	900	900	900	1300	1500	2400	2400
2100	2170	900	900	900	900	1300	1500	2400	2400
2200	2280	950	950	950	950	1400	1600	2600	2600
2300	2210	950	950	950	950	1500	1700	2600	2600
2400	2470	950	950	950	950	1500	1700	2600	2600
2500	2600	1000	1000	1000	1000	1500	1700	2600	2600
2600	2700	1000	1000	1000	1000	1500	1700	2600	2600
2700	2850	1000	1000	1000	1000	1600	1800	2800	2800
2800	2800	1000	1000	1000	1000	1600	1800	2800	2800
2900	2900	1000	1000	1000	1000	1700	1900	3000	3000
3000	3000	1000	1000	1000	1000	1800	2000	3000	3000
3200	3300	1000	1000	1000	1000	1800	2000	3000	3000
3400	3400	1000	1000	1000	1000	1800	2100	3300	3300
3600	3600	1100	1100	1100	1100	1900	2200	3700	3700
3800	3800	1200	1200	1200	1200	2100	2800	4000	4000
4000	4000	1400	1400	1400	1400	2200	3000	4200	4200

Bögen mit anderen Winkeln und Armlängen auf Verlangen. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner Stücke kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
  - 14.1 PN 1
  - 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

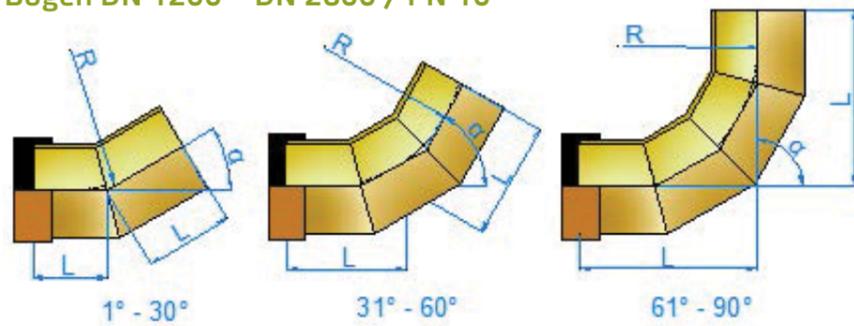
### Bögen DN 100 – DN 1100 / PN 10



DN	R (mm)	Winkel $\alpha$							
		11,25°	15°	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
		Segmentanzahl / Länge L (mm)							
		2	2	2	2	3	3	4	4
100	150	300	300	300	300	350	400	525	525
150	225	300	300	300	300	350	400	525	525
200	300	300	300	300	300	350	400	525	525
250	375	300	300	300	300	375	425	575	575
300	450	300	300	300	300	400	450	650	650
350	525	325	325	325	325	425	500	700	700
400	600	375	375	375	375	475	550	750	750
450	675	375	375	375	375	500	575	850	850
500	750	400	400	400	400	525	625	950	950
600	900	450	450	450	450	600	700	1075	1075
700	1050	475	475	475	475	650	775	1200	1200
800	1200	525	525	525	525	700	850	1350	1350
900	1350	550	550	550	550	725	785	1400	1400
1000	1270	575	575	575	575	750	925	1450	1450
1100	1320	600	600	600	600	825	1025	1600	1600

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Bögen DN 1200 – DN 2600 / PN 10



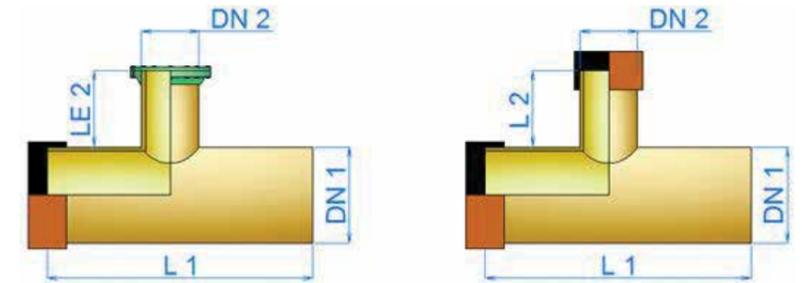
$\alpha$	11,25°		15°		22,5°		30°	
DN	Segmentanzahl							
	2		2		2		2	
	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)
1200	1370	600	1370	600	1370	600	1370	600
1300	1450	650	1450	650	1450	650	1450	650
1400	1550	675	1550	675	1550	675	1550	675
1500	1650	800	1650	800	1650	800	1650	800
1600	1700	800	1700	800	1700	800	1700	800
1700	1800	800	1800	800	1800	800	1800	800
1800	1950	850	1950	850	1950	850	1950	850
2000	2100	900	2100	900	2100	900	2100	900
2100	2170	900	2170	900	2170	900	2170	900
2200	2280	950	2280	950	2280	950	2280	950
2300	2400	1000	2400	1000	2400	1000	2400	1000
2400	2470	1000	2470	1000	2470	1000	2470	1000
2500	2600	1000	2600	1000	2600	1000	2600	1000
2600	2700	1000	2700	1000	2700	1000	2700	1000
2800	2900	1000	2900	1000	2900	1000	2900	1000
3000	3100	1000	3100	1000	3100	1000	3100	1000

$\alpha$	45°		60°		75°		90°	
DN	Segmentanzahl							
	2		2		2		2	
	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)	R (mm)	L (mm)
1200	1640	900	1400	1025	1500	1650	1500	1650
1300	1850	1000	1600	1050	1700	1800	1700	1800
1400	1900	1000	1700	1200	1800	2000	1800	2000
1500	2100	1100	1800	1300	1900	2100	1900	2100
1600	2200	1100	2000	1300	2000	2200	2000	2200
1700	2200	1200	2100	1500	2200	2300	2200	2300
1800	2200	1200	2200	1600	2300	2500	2300	2500
2000	2300	1200	2400	1800	2500	2700	2500	2700

Bögen mit anderen Winkeln und Armlängen oder PN >10 auf Verlangen. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner Stücke kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

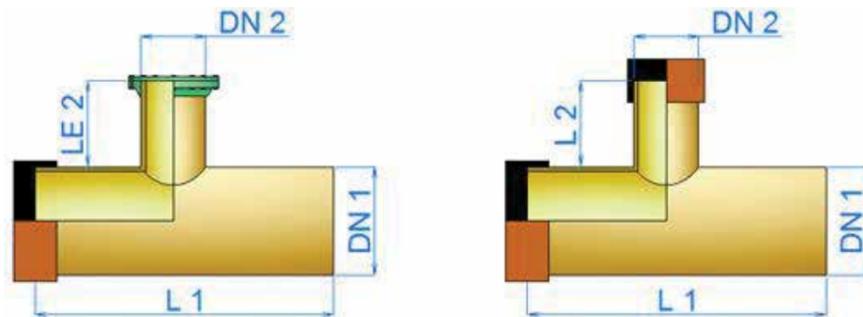
### T - Stücke DN 100/100 – DN 3000/600- PN 6, 10



DN 2	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
L 2	4000	400	400	400	400	400	400	450	500	600
DN 1	L 1 (mm)									
100	1000									
150	1000	1000								
200	1000	1000	1000							
250	1000	1000	1000	1000						
300	1000	1000	1000	1000	1000					
350	1000	1000	1000	1000	1000	1500				
400	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500			
450	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500		
500	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	
600	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
700	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	2000
800	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
900	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000
1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1100	1500	1500	1500	1000	1000	1500	1500	2000	2000	2000
1200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
1300	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	1500
1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000
1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000
1600	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000
1700	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000
1800	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000	2000
1900	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000	2500
2000	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2500
2100	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2500
2200	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2300	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	1500	2500
2400	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2600	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2700	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2800	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
2900	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	2500
3000	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2500	2500	3000

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### T - Stücke DN700/700 – DN 4000/600- PN 6, 10

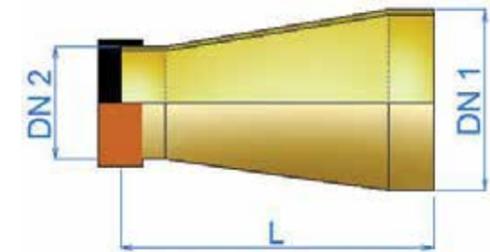


DN 2	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
L 2	600	700	800	900	900	1000	1100	1100	1200	1300
DN 1	L 1 (mm)									
700	2000									
800	2000	2000								
900	2000	2000	2500							
1000	2000	2000	2500	2500						
1100	2000	2000	2500	2500	2500					
1200	2000	2500	2500	2500	2500	3000				
1300	2000	2500	2500	2500	2500	3000	3000			
1400	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500		
1500	2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	
1600	2500	2500	2500	2500	3000	3000	3500	3500	3500	3500
1700	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	3500	3500
1800	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	3500	3500
1900	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	3500	3500
2000	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	3500	4000
2200	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3500	3500	4000	4000
2400	2500	2500	3000	3000	3000	3500	3500	3500	4000	4000
2600	3000	3000	3000	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000
2800	3000	3000	3000	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000
3000	3000	3000	3000	3500	3500	3500	3500	4000	4000	4000
3200	3000	3000	3000	3500	3500	3500	3500	4000	4000	4000
3400	3000	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000	4000	4000
3600	3000	3500	3500	3500	3500	4000	4000	4000	4000	4500
3800	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000	4000	4500	4500
4000	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000	4500	4500	5000

In der Tabelle sind T-Stücke mit standardmäßigen Ausmaßen für PN 6 und PN 10. Andere Ausmaße auf Verlangen. Die T-Stücke können mit einem Standardverbindungsstück oder mit einem Flanschverbindungsstück angebaut werden. Mit Rücksicht auf die Transportanforderungen kann zu einer Anpassung der Dimension einzelner T-Stücke kommen.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Reduktionen PN 6, 10

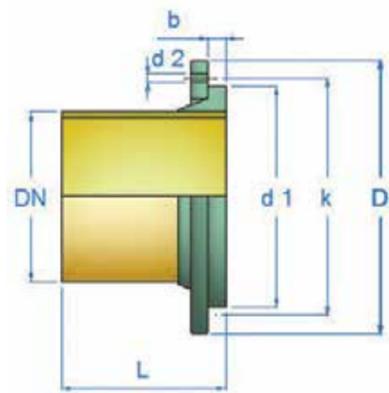


DN 1	DN 2	L(mm)						
150	100	750						
200	150	750	100	900				
250	200	750	150	900	100			
300	250	750	200	900	150	1000	100	1200
350	300	750	250	900	200	1000	150	1200
400	350	750	300	900	250	1000	200	1200
450	400	750	350	900	300	1000	250	1200
500	450	750	400	1000	350	1000	300	1200
600	500	750	450	1000	400	1000	350	1500
700	600	1000	500	1000	450	1500	400	1500
800	700	1000	600	1000	500	1500	450	1500
900	800	1000	700	1000	600	1500	500	1500
1000	900	1000	800	1500	700	1500	600	1750
1100	1000	1000	900	1500	800	1500	700	1750
1200	1100	1200	1000	1500	900	1500	800	1750
1300	1200	1200	1100	1500	1000	1750	900	2000
1400	1300	1200	1200	1500	1100	1750	1000	2000
1500	1400	1200	1300	1500	1200	1750	1100	2000
1600	1500	1200	1400	1500	1300	1750	1200	2000
1700	1600	1200	1500	1500	1400	1750	1300	2000
1800	1700	1200	1600	1500	1500	1750	1400	2000
1900	1800	1200	1700	1500	1600	1750	1500	2000
2000	1900	1200	1800	1500	1700	1750	1600	2000
2200	2100	1500	2000	1500	1900	2000	1800	2300
2400	2300	1500	2200	1800	2100	2000	2000	2300
2600	2500	1500	2400	1800	2300	2000	2200	2400
2800	2700	1800	2600	1800	2500	2200	2400	2500
3000	2800	1800	2600	2000	2400	2400	2200	3000

Weitere Ausmaße auf Verlangen

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

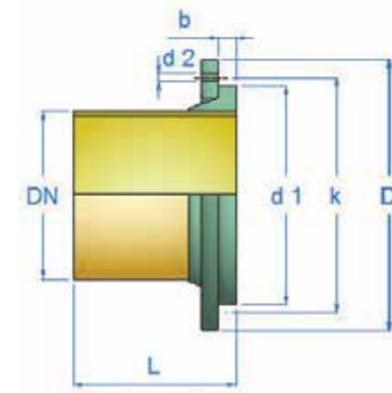
### Verbindungsstücke mit einem schwenkbaren Flansch - PN 6, 10



DN	L (mm)	D (mm)	k (mm)	d 1 (mm)	d 2 (mm)	b (mm)	Schrauben
150	400	285	240	214	22	23	8xM20
200	400	340	295	268	22	25	8xM20
250	400	395	350	320	22	28	12xM20
300	400	460	400	376	22	32	12xM20
350	400	520	460	436	22	36	16xM20
400	400	585	515	487	26	40	16xM24
450	400	640	565	535	26	44	20xM24
500	400	715	620	592	26	48	20xM24
600	400	840	725	693	30	54	20xM27
700	400	910	840	808	30	61	20xM27
800	500	1025	950	915	33	68	24xM30
900	500	1125	1050	1015	33	85	28xM30
1000	500	1255	1160	1122	36	90	28xM33
1200	500	1484	1380	1339	39	90	32xM36
1400	500	1685	1590	1535	42	115	36xM40

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Graben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke**
- 14.1 PN 1
- 14.2 PN 6, PN 10**
- 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

### Verbindungsstücke mit einem festen Flansch - PN 6, 10



DN	L (mm)	D (mm)	k (mm)	d 2 (mm)	b (mm)	Schrauben
150	400	285	240	22	23	8xM20
200	400	340	295	22	25	12xM20
250	400	395	355	26	28	12xM24
300	400	460	410	26	32	12xM24
350	400	520	470	26	36	16xM24
400	400	585	525	30	40	16xM27
450	400	640	585	30	44	20xM27
500	400	715	650	33	53	20xM30
600	500	840	770	36	62	20xM33
700	500	910	840	36	61	24xM33
800	500	1025	950	39	68	24xM36
900	500	1125	1050	39	60	29xM36
1000	500	1255	1160	42	90	28xM39
1200	750	1484	1380	48	95	23xM45
1400	750	1685	1590	48	80	36xM45
1600	750	1930	1820	56	90	40xM52
1800	750	2130	2020	56	100	44xM52
2000	750	2555	2230	62	110	48xM60
2200	750	2555	2440	62	120	52xM60

Alle Flanschverbindungen werden durch Laminierung der Muffe auf die Außenoberfläche des Rohrs durchgeführt. Die schwenkbaren Flansche können mit Bohrungen gemäß PN 6, 10 oder 16 in Abhängigkeit von DN geliefert werden und als Material kann nichtrostender Stahl, verzinkter Stahl oder GFK benutzt werden. Die festen Flansche werden nur aus GFK hergestellt. Flansche bis zum Druck PN stehen bis zu DN 1200 zur Verfügung. Auf Wunsch kann auch ein Blindflansch dazu geliefert werden.

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke

**15 Druckwelle und hydraulischer Stoß**

## 15 Druckwelle und hydraulischer Stoß

Die Druckwelle oder der hydraulische Stoß ist eine plötzliche Drucksteigerung oder –Senkung infolge eines plötzlichen Wandels der Flüssigkeitsgeschwindigkeit im Rohrsystem. Die übliche Ursache dieser Strömungsänderungen ist eine schnelle Öffnung oder ein schneller Verschluss des Ventils oder eine schnelle Einschaltung oder Ausschaltung der Pumpen, z.B. bei einer Netzunterbrechung. Die bedeutendsten Faktoren, die den Druck des hydraulischen Stoßes im Rohrsystem beeinflussen, sind Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit, der Geschwindigkeit (Einschließzeit der Klappe), die Kompressibilität der Flüssigkeit, die Rohrfestigkeit in der Randrichtung und die physische Verlegung des Rohrsystems.

Unter gleichen Bedingungen für GFK-, Stahl- und Gussrohre ist der angenommene Druck des hydraulischen Stoßes bei den GFK-Rohren ungefähr um 50% niedriger als bei sonstigen Materialien. Toralit-Rohre haben den zulässigen hydraulischen Stoß in der Höhe von 40% des Nenndrucks. Das entsprechende Verhältnis für die maximale Druckänderung im gegebenen Punkt in einer geraden Rohrleitung mit einem geringen Reibungsverlust kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\Delta H = (W \cdot \Delta V) / g$$

$\Delta H$  = Druckänderung (in Meter)

$W$  = Geschwindigkeit der Druckwelle (m/s)

$\Delta V$  = Änderung der Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit (m/s)

$g$  = Schwerkraftbeschleunigung (m/s<sup>2</sup>)

- 1 GFK Rohre
- 2 Anwendung der GFK Rohre
- 3 Produkteigenschaften&Vorteile
- 4 Fertigungsverfahren
- 5 Angewendete Standards
- 6 Qualitätskriterien
- 7 Produktinformation
- 8 Auslenkungswinkel der Verbindungen
- 9 Rohrklassifikation
- 10 Rohrlegung in den Gräben
- 11 Biaxiale Rohre (spezielle Anwendung)
- 12 Dimensionsreihen der Rohre
- 13 Rohrverbindung
- 14 Formstücke

**15 Druckwelle und hydraulischer Stoß**

Geschwindigkeit der Druckwelle für die GRP-Rohre Toralit				
DN	300-400	450-800	900-2500	2600-3000
<b>SN 2500</b>				
PN 6	365	350	340	330
PN 10	435	420	405	390
PN 16	500	490	480	470
<b>SN 5000</b>				
PN 6	405	380	370	360
PN 10	435	420	410	
PN 16	505	495	485	
PN 25	575	570	560	
<b>SN 10000</b>				
PN 6	420	415	410	400
PN 10	435	425	415	
PN 16	500	495	485	
PN 25	580	570	560	
PN 32	620	615	615	

DN	100	125	150	200	250
<b>SN 10000</b>					
PN 6	580	560	540	520	500
PN 10	590	570	560	540	520
PN 16	640	620	610	600	590

Die Gesellschaft CPS Distribution hält sich ein Änderungsrecht aller Angaben in diesem Katalog vor.



CPS distribution K.F.T.  
Kelemen L. utca 1  
2900 Komarom, Hungary

[info@cpsdistribution.eu](mailto:info@cpsdistribution.eu)  
[www.cpsdistribution.eu](http://www.cpsdistribution.eu)

