



## FLOWTITE GFK-Rohrsysteme

Für Wasserkraft- und Druckleitungsanwendungen



**AMIANITIT PIPE SYSTEMS**

## Produktionsprozess

Die Ausgangsstoffe für die Herstellung von FLOWTITE Rohren sind Harz, Glasfasern und Quarzsand. Da sich ungesättigtes Polyesterharz bei der Herstellung Trinkwasserleitungen bewährt hat, wird es in der Regel auch für die Produktion von Wasserkraft- und Druckleitungen verwendet.

FLOWTITE Rohre werden kontinuierlich auf einem sich ständig nach vorn schiebenden Stahlkern produziert. Dieser Prozess ist aktueller Stand der Technik. Das Herstellungsverfahren erlaubt den Einsatz von durchgehenden Glasfasern in Umfangsrichtung. Bei Druckrohren oder erdverlegten Leitungen treten die größten Beanspruchungen in dieser Richtung auf. Die Einbringung von Glasfasern in Umfangsrichtung ermöglicht die Produktion eines leistungsstärkeren Rohres bei geringeren Kosten. Durch den Einsatz dieser, von Spezialisten entwickelten Technologie, wird ein sehr kompakter Verbundwerkstoff geschaffen, der die Eigenschaften seiner drei Ausgangsstoffe in sich vereint. Geschnittene und durchgehende Glasfasern sorgen im Verbund dafür, dass hohe Ringsteifigkeiten und auch eine große axiale Festigkeit erreicht werden. Zur weiteren Erhöhung der Steifigkeit wird eine Quarzsandverstärkung zur Vergrößerung der Wandstärke nahe der neutralen Achse im Kern eingebracht.



## Produktvorteile

FLOWTITE Rohre und Zubehör bieten viele Vorteile für die Nutzung in Wasserkraft- und Druckleitungsanwendungen:

- Korrosionsbeständiges Material – keine Auskleidungen, Beschichtungen, kathodischer Korrosionsschutz oder sonstige Maßnahmen des Korrosionsschutzes erforderlich.
- Hydraulische Eigenschaften über eine längere Nutzungsdauer nahezu konstant.
- Einzigartige und konstante Produkteigenschaften in extrem heißem und kaltem Klima.
- Geringe Reibungsverluste durch glatte Innenfläche.
- Der Druck eines Wasserschlages ist bei gleichen Bedingungen, verglichen mit Stahl- oder Guß-Rohren, etwa um 50% geringer.
- Einfache Installation und Handhabung auch bei schwierigem Gelände durch geringes Volumengewicht (etwa viermal weniger als Sphäroguss, zehnmal weniger als Beton) und vorinstallierte Kupplungen.
- UV beständig.
- Präzise Kupplungen mit flexiblen Dichtungen für einfachen Einbau und zur Vermeidung von Infiltration und Exfiltration.
- Geringe Betriebskosten.
- Keine Korrosionsprüfung erforderlich.
- Geringe Wartungskosten.
- Lange Lebensdauer.
- Erfahrener Außendienst vor Ort.
- Weltweit hohe und gleich bleibende Qualität in der Rohrherstellung.



# Produktpalette

## Rohrprogramm

Das FLOWTITE Rohrprogramm bietet eine umfassende Palette von Rohrdurchmessern, die von einem herausragenden Angebot an Formstücken und Zubehör ergänzt wird.

Unsere Palette von Standarddurchmessern in mm:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500
600 · 700 · 800 · 900 · 1000 · 1200 · 1400
1600 · 1800 · 2000 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

Andere Durchmesser bis zu 4000 mm auf Anfrage.

FLOWTITE-Rohre werden in den Standardsteifigkeitsklassen SN 2500 N/m<sup>2</sup>, SN 5000 N/m<sup>2</sup> und SN 10000 N/m<sup>2</sup> hergestellt. Andere Steifigkeitsklassen sind auf Wunsch erhältlich.

Je nach Durchmesser sind die FLOWTITE Rohre in Nenndruckklassen zwischen 1 bar und 32 bar lieferbar. Wir produzieren nach hohen Qualitätsnormen und prüfen aus diesem Grund jedes Rohr mit einer Druckklasse > PN1 mit einem Druck, der dem Zweifachen seines Nenndrucks entspricht.

Standarddruckklasse PN in bar
1 (Freispiegelleitung)
6
10
16
20
25
32

Unsere Rohre werden in Standardlängen bis zu 12 m geliefert. Andere Längen sind auf Anfrage lieferbar.

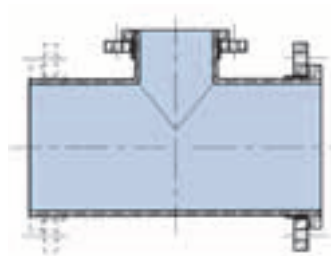


## Formstücke und Zubehör

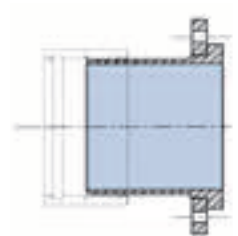
Zusätzlich zum Rohrprogramm bieten wir eine breite Palette an GFK-Formstücken und Zubehör an. Dazu gehören Bögen, T-Stücke, Abzweige, Flansche, Reduzierstücke, Schächte und vorgefertigte, kundenspezifische Baugruppen. Durch die Vielseitigkeit des Materials ist es möglich, Formstücke maßgeschneidert, exakt nach Kundenwunsch herzustellen.



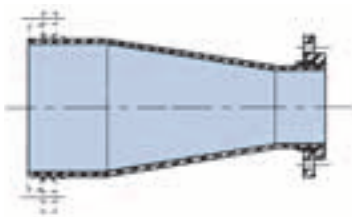
Bogen 5-90°



T-Stück 90°



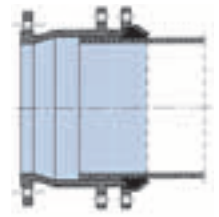
Losflansche/ Festflansche



Reduzierstück



Abzweig 60°



Anschlüsse an andere Materialien



# Produktspezifikationen

FLOWTITE Rohrsysteme erfüllen höchste Ansprüche in Bezug auf Korrosions- und Hochdruckbeständigkeit. Unsere GFK-Rohre zeichnen sich durch hochfeste Glasfasern und hohen Korrosionswiderstand aufgrund des verwendeten Harzes aus. Diese Kombination mechanischer und chemischer Eigenschaften macht das FLOWTITE Rohrsystem zur idealen Wahl für Wasserkraft- und Druckleitungsanwendungen.

Korrosionsbeständigkeit	++
UV Beständigkeit	+
Wärmeausdehnung	+
Chemische Beständigkeit	+
Wärmeisolierung	+
Verhältnis kg/m	++
Durchflussgeschwindigkeit / hydraulische Eigenschaften	++

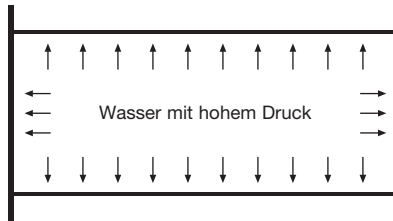
Für die Herstellung des FLOWTITE Rohrsystemes sind gleich bleibende hohe Qualitätsstandards ein entscheidenden Faktor. Alle Fertigungsstandorte werden regelmäßig durch externe Prüfinstitute zertifiziert und besitzen offizielle Produktzulassungen wie ISO 9001 und andere.

Je nach Land sind die Rohrsysteme gemäß AWWA, CEN, ASTM, DIN, BSI, ISO und vielen anderen internationalen oder lokalen Normen und Zertifizierungen zugelassen.

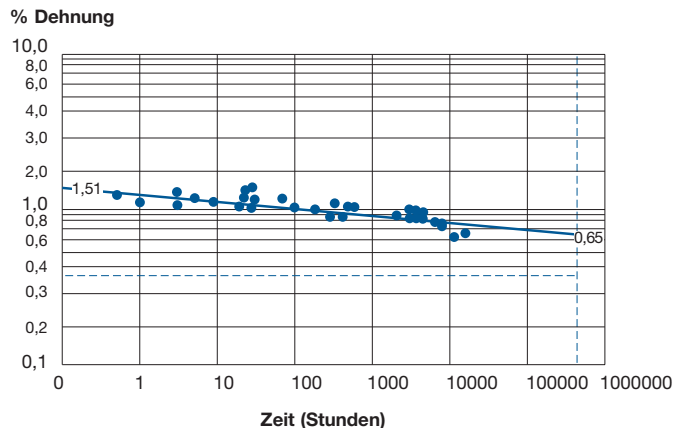


## Hydrostatische Auslegungsgrundlagen (HDB – Hydrostatic Design Basis)

Eine wichtige Qualifikationsprüfung für den Gebrauch der Rohre in Wasserkraftanwendungen ist die Festlegung der Hydrostatic-Design-Basis (HDB, hydrostatische Konstruktionsgrundlage). Diese Prüfung unterzieht eine definierte Zahl von Rohren stichprobenartig einem Drucktest auf Leckage. Dabei werden verschiedene, sehr hohe Drücke angelegt. Die Ergebnisse werden auf einer doppellogarithmischen Koordinatensystem für Druck (oder radiale Zugspannungen) gegenüber Zeit bis zum Ausfall dargestellt und anschließend auf 50 Jahre extrapoliert. Der extrapolierte Ausfalldruck (Dehnung) auf 50 Jahre - Hydrostatic-Design-Basis (Beanspruchung) oder HDB genannt - muss größer als die Druckklasse (Beanspruchung bei Nenndruck) gemäß dem Sicherheitsfaktor sein. Auf Grund kombinierter Belastungsbetrachtungen - definiert als die Interaktion internen Drucks und externer Bodenlasten - ist der tatsächliche, langfristige Faktor für Sicherheit gegenüber Druckausfall allein höher als dieser Sicherheitsfaktor. Diese Qualifikationsprüfung gewährleistet einen langfristigen Einsatz des Rohres bei Druckanwendungen. Der auf 50 Jahre vorhergesagte HDB-Dehnungswert beträgt, wie von FLOWTITE veröffentlicht, 0,65 %.



### Nach Außen wirkende Endlast (analog Widerlager)



### Die Auswirkungen langfristigen Druckes auf die Rohrlebensdauer

#### Poisson-Verhältnis und Wärmeoeffizient

Für FLOWTITE Rohre liegt das Verhältnis zwischen Ringlasten (Umfanglasten) und dem Axialwiderstand zwischen 0,22 und 0,29. Für Axiallasten und dem Umfangwiderstand wird das Poisson-Verhältnis etwas niedriger. Der Wärmeoeffizient für die Axialausdehnung und -kontraktion beträgt bei FLOWTITE GFK-Rohren 24 bis 30 x 10<sup>-6</sup>cm/cm/°C.

## Durchflusskoeffizient, Durchflussgeschwindigkeiten und Druckabfall

Auf der Grundlage von Prüfungen, die an FLOWTITE-Rohren in vorhandenen Rohrleitungen durchgeführt wurden, kann der Colebrook-White-Koeffizient als 0,029 mm vor Ort angenommen werden. Dies entspricht einem Hazen-Williams-Durchflusskoeffizienten von circa C=150. Der Manning-Koeffizient beträgt  $n = 0.009$ . Im Gegensatz zu anderen, korrodierenden Materialien ändert sich die Oberflächenrauigkeit der FLOWTITE-Rohre im Verlauf der Zeit nicht, da GFK-Rohre keine Korrosion aufweisen.

Wenn das Wasser sauber ist und keine abrasiven Stoffe enthält, sind Durchflussgeschwindigkeiten von bis zu 4 m/s möglich. Eine Referenzliste von Projekten, in denen Geschwindigkeiten von über 4 m/s auftraten, steht zur Verfügung.

Unsere lokalen Service-Teams können Sie bei der Berechnung des Druckabfalls unterstützen, und für ihr Projekt die korrekten Rohrmaterialien und -abmessungen festlegen. Durch die richtige Auswahl können Einsparungen realisiert und damit zusätzliche Gelder für andere Investitionen frei gemacht werden.



Rohrmaterial	Oberflächenrauigkeit (mm)	Druckabfall (m)	Energieverlust (kWh)	Differenz in kWh
GFK (Labor)	0,01	9,45	389,183	
GFK (vor Ort)	0,029	10,04	411,324	+22,141
Guss, innen Zement	0,1 (neu, Labormessung)	11,53	468,876	+79,693
Guss, innen Zement	1 (vor Ort nach einiger Zeit)	18,1	730,139	+340,956

### Druckabfall\* – Materialvergleich

\* Druckleitung DN800, l=1500 m, Durchfluss 1,5 m³/s, 100 % Produktion = 5375 h/Jahr

### Wasserschlag

Wasserschlag oder Druckstoß wird der plötzliche Druckanstieg oder -abfall genannt, der infolge einer abrupten Änderung der Strömungsgeschwindigkeit im Rohrsystem entsteht. Häufig ist die Ursache dafür das schnelle Schließen oder Öffnen von Ventilen oder der plötzliche Start oder Stopp von Pumpen, z.B. bei einem Stromausfall. Die wichtigsten Faktoren, die den Wasserschlag in einem Rohrsystem beeinflussen, sind die Änderung der Geschwindigkeit der Flüssigkeit, die Änderungsrate der Geschwindigkeit (Ventil-Schließzeit), die Verdichtung der Flüssigkeit, die Steifigkeit des Rohrs in Umfangsrichtung und die bauliche Gestaltung des Rohrsystems.

Der für FLOWTITE-Rohrsysteme erwartete Druckstoß beträgt etwa die Hälfte dessen, was unter gleichen Bedingungen von einem Stahl- oder duktilen Gussrohres erwartet wird. Unsere GFK-Rohre erlauben einen Druckstoß bis zu 40 % des Nenndrucks. Ein ungefähres Verhältnis für die maximale Druckschwankung an einem gegebenen Punkt in einem geraden Rohrverlauf mit vernachlässigbarem Reibungsverlust kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\Delta H = (w\Delta v)/g$$

Wobei:  $\Delta H$  = Druckänderung (m)

$w$  = Druckwellengeschwindigkeit im Rohr (m/s)

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

$g$  = Erdbeschleunigung (m/s²)

Unsere Verkaufsteams überall auf der Welt bieten umfangreiche Unterstützung für eine exakte Berechnung.



SN	PN	DN 300-400	DN 450-800	DN 900-2500
2500	6	365	350	340
	10	435	420	405
	16	500	490	480
5000	6	405	380	370
	10	435	420	410
	16	505	495	480
	25	575	570	560
10000	6	420	415	410
	10	435	425	415
	16	500	495	485
	25	580	570	560
	32	620	615	615

\*Einige Zahlen sind gerundet.  
Exakte Werte bedürfen einer Schwingungsanalyse.  
Bitte wenden Sie sich an Ihren lokalen FLOWTITE Lieferanten.

**Wellengeschwindigkeit\* für FLOWTITE Rohre in m/s**

**UV Beständigkeit**

Es gibt keine Hinweise darauf, dass UV-Strahlung die Betriebsdauer von FLOWTITE-Rohren beeinflusst. Unser Unternehmen verfügt beim Einsatz oberirdisch verlegter Rohrleitungen über umfangreiche, langjährige Erfahrungen sowohl bei Feuchtklima und Wüstenbedingungen im Mittleren Osten als auch bei wechselhaften dunklen und kalten Winterklima in Skandinavien. Es wurden über einen Zeitraum von mehr als 30 Jahren keine Anzeichen für eine strukturelle Auswirkung der UV-Strahlung auf FLOWTITE GFK-Rohre festgestellt. Lediglich die äußerste Oberflächenschicht kann sich verfärben. Auf Wunsch kann die Außenoberfläche mit einem Anstrich versehen werden, der jedoch weiterer Instandhaltung bedarf.



# Verlegung

Druckleitungen für Wasserkraftanwendungen werden verlegt in:

- unterirdisch in Gräben und
- oberirdisch.

Mit FLOWTITE-Rohren sind beide Verlegearten möglich. Die endgültige Entscheidung hängt von technischen Parametern ab. Es wird dringend empfohlen, Gefälle von über 15° durch eine geotechnische Untersuchung überprüfen zu lassen, da das Risiko instabiler Auflager je nach Bodenqualität ansteigt.



Die oberirdische Verlegung bei steilem Gefälle hat viele Vorteile:

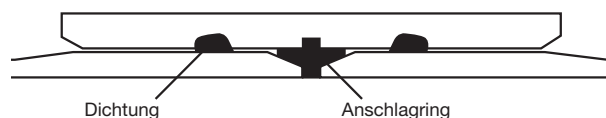
- Die Last auf das Rohrsystem ist wesentlich geringer. Dies ist für die Verankerung wichtig.
- Betonaufleger lassen sich einfacher berechnen als Strukturen im Erdreich.
- Die Qualität der Installation lässt sich einfach überwachen.
- Das Setzen oder Rutschen von Auflagern läßt sich einfacher feststellen und die daraus resultierenden Probleme können schneller gelöst werden.
- Ausfälle an Rohrsystemen lassen sich leichter reparieren.

FLOWTITE GFK Rohrsysteme wurden bereits ohne spezielle Verankerung in Grabenbauweise bei Gefällen von bis zu 30° Grad und oberirdisch bis zu 46° Grad verlegt.

## Verbindungen

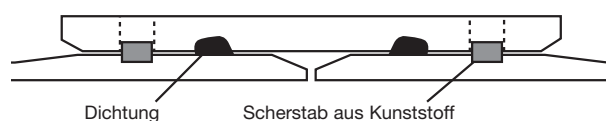
Alle FLOWTITE GFK-Rohrsysteme besitzen ein bewährtes Verbindungssystem, das die Funktion des Systems während seiner gesamten geschätzten Lebensdauer sicherstellt. Das System bietet auch Lösungen für Übergänge zu anderen Materialien sowie Anschlüsse für Armaturen und anderes Zubehör.

Die Rohre werden üblicherweise unter Verwendung von FLOWTITE Kupplungen verbunden, die auf dem REKA-System basieren. Rohre und Kupplungen können getrennt geliefert werden oder die Rohre werden mit aufgezogener Kupplung geliefert, die auf einem der Spitzenden sitzt. Die FLOWTITE Kupplung besitzt zur Abdichtung einen Elastomerdichtring (REKA-System). Die Dichtung sitzt in einer präzisionsgefästen Nut an beiden Seiten der Kupplung und dichtet gegen das Spitzende des Rohres ab.

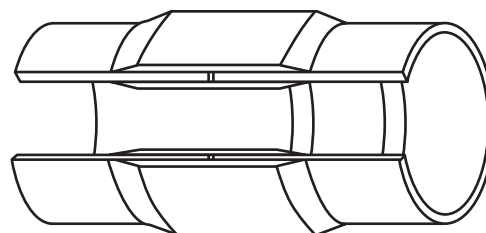


Das Dichtungssystem schließt auch einen Anschlagring in der Mitte der Muffe ein. Das REKA-System hat sich seit 75 Jahren im Einsatz bewährt. Druckleitungssysteme mit asymmetrischen und axialen Schubkräften benötigen Widerlager oder erfordern längskraftschlüssige, biaxiale Verbindungssysteme. Für Standardrohrsysteme werden Widerlager zur Übertragung der Kräfte ins Erdreich eingebaut.

Eine andere Methode stellt die Verwendung biaxialer Rohre und/oder Scherstab-Verbindungssysteme dar. Dies ersetzt häufig die Installation von Betonblöcken und macht die Investition zeit- und kosteneffektiver.



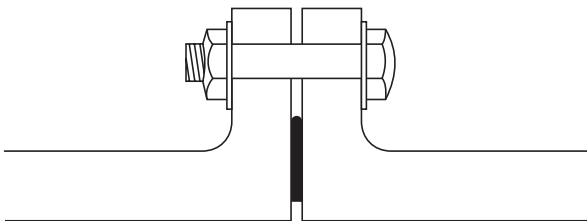
Stoß-Laminatverbindungen oder laminierte Verbindungen übertragen ebenfalls diese zusätzlichen Kräfte. Sie sind permanente Verbindungen, die aus einem Laminat aus Glasfasermatten und -gewebe mit Harz bestehen. Diese Art der Verbindung wird meist direkt auf der Baustelle ausgeführt und gewährleistet eine sichere und lang haltende Verbindung, die alle axialen Kräfte aufnimmt.



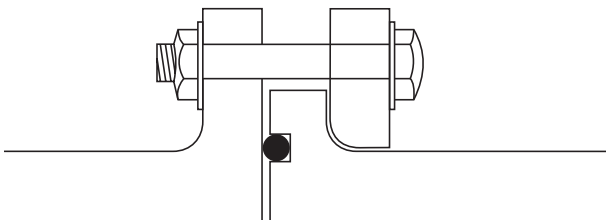
**Laminatverbindung**



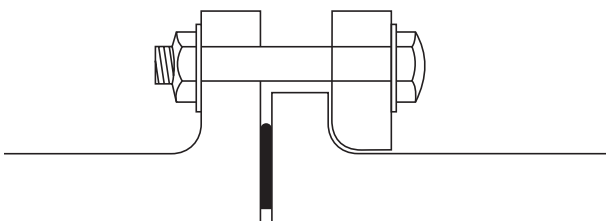
Flanschverbindungen bieten die gleiche Sicherheit und erlauben die Demontage der Installation zu einem späteren Zeitpunkt. Flansche sind auch eine gute Lösung für Verbindungen mit anderen Rohrmaterialien, Armaturen und Zubehör. Sie sind als feste und lose Flansche erhältlich.



**Flanschverbindung**



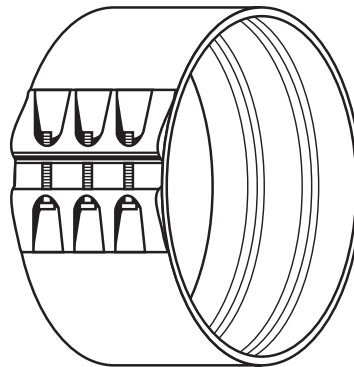
**Losringflansch mit O-Ring Dichtung**



**Losringflansch mit Stahlringdichtung**

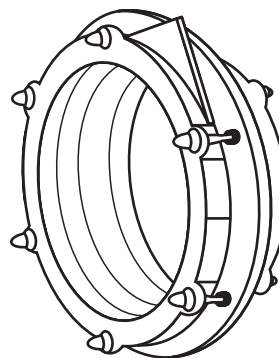


Für die Verbindung von FLOWTITE-Rohren mit Rohren aus einem anderem Material, die zudem unterschiedliche Außendurchmesser aufweisen, sind flexible Stahlkupplungen, zum Beispiel von Straub, TeeKay oder Arpol, die bevorzugte Verbindungsmethode. Diese Kupplungen bestehen aus einem Stahlmantel mit einer innen liegenden Gummidichtungsmanschette. Sie können auch zur Verbindung von FLOWTITE-Rohrabschnitten benutzt werden, z.B. bei Reparaturarbeiten oder als Verschluss.



**Flexible Stahlkupplung**

Mechanische Kupplungen, wie z.B. die von Viking Johnson oder Helden, können ebenfalls für die Verbindung von Rohren unterschiedlicher Materialien und Durchmesser und zur Anpassung an Flansche eingesetzt werden. Es gibt vielfältige Ausführungen dieser Kupplungen. Insbesondere unterscheiden sie sich in Bolzengröße, Bolzenanzahl und Dichtungsdesign. Große Unterschiede gibt es auch bei der Durchmessertoleranz anderer Materialien. Dies führt häufig zu einem höheren Bolzenanziehdrehmoment als es für die Dichtigkeit der FLOWTITE Seite erforderlich ist.



**Mechanische Kupplung**

## Service

Unsere Fachleute im Außendienst und in den Verkaufsbüros bieten Ihnen weltweit eine breite Palette an Produkten und ihre Unterstützung an.

Sie helfen bei:

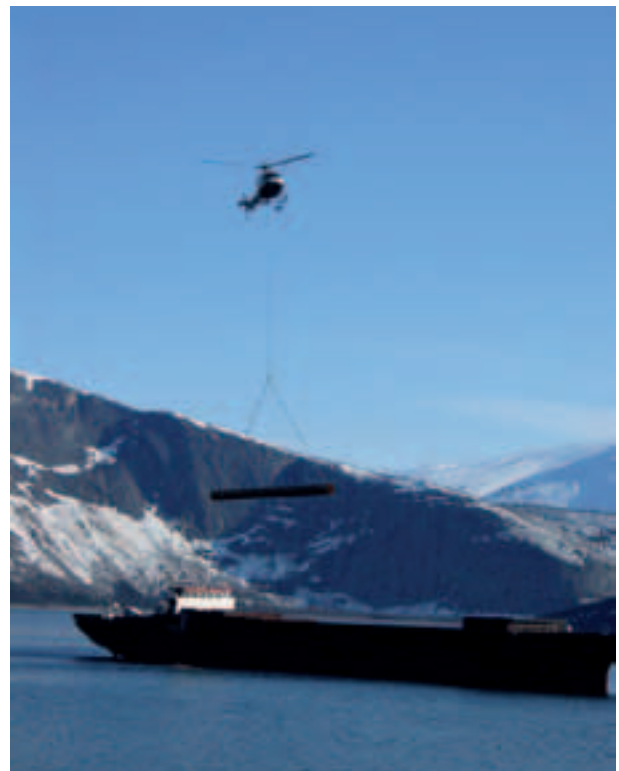
- Projektstudien und der Auswahl optimaler Materialien entsprechend den Korrosions-, Temperatur- und Druckbedingungen.
- Planung der Installation und Berechnung von Auflagern und Verankerungen.
- Hydraulischen Berechnungen.
- Spannungsanalyse für unter- und oberirdische Installationen.
- Vormontage von Baugruppen im Werk.
- Baustellenüberwachung.



## Referenzen

Die Amiantit-Gruppe hat Druckleitungen überall auf der Welt gebaut. Die nachfolgende Liste stellt nur einen kleinen Auszug der verfügbaren Referenzen dar. So wurden z.B. allein in Norwegen seit 1975 über 200 Druckleitungen mit FLOWTITE Rohren installiert.

Für weitere Information besuchen Sie bitte unsere Referenzseite auf [www.amiantit.com](http://www.amiantit.com)!



Projekt	Land	Durchmesser (mm)	Druck (bar)	Länge (m)	Anmerkung
Al Bayadh Al Kharj	Saudi Arabien	400	16	10740	
Arskog	Norwegen	600	6-25	720	Helikoptertransport
Bang Pakong	Thailand	600	6	400	
Camserney	UK	600	6-20	1400	
Canalete	Costa Rica	2600-2900	6-16	2400	
Djupfjord	Norwegen	1200	6	300	Verlegt als gebogener Rohrstrang
Glenowen	Irland	600	10	560	
Hillsborough, New Hampshire	USA	2100	3,5	730	
Kelchsau	Österreich	1200/1300	16	3500	
La Esperanza	Honduras	600-1400	1-32	5600	
Langfjorden	Norwegen	1200	32	284	In einem Tunnel verlegt
Majdan	Bosnien	700	6-32	2500	
Malangkap	Malaysia	600-1000	6	2700	
Matanzas	Guatemala	1300-1700	6-28	2000	
Montechristo	Guatemala	2400-2600	6-16	2100	
Mularvikjun	Island	1400	6-10	1540	
Paliori	Griechenland	1700-1900	6-16	1300	
Songyuan	China	400	10	14000	
Storfors	Schweden	2200	6	250	
Twimberg	Österreich	1800	6-10	4300	
Vangpollen	Norwegen	700-800	6-32	700	Max. Gefälle 47°



Der Inhalt dieser Broschüre wurde mit der größtmöglichen Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen weder Amiantit noch ihre Tochtergesellschaften eine Haftung für Probleme jeglicher Art, die sich aus Irrtümern in der vorliegenden Publikation ergeben können. Auftraggeber sollten sich beim zuständigen Zulieferer des Produktes informieren und sich vor der Verwendung von der Eignung aller durch Amiantit und / oder deren Tochtergesellschaften gelieferten oder hergestellten Produkte überzeugen.



■  
**ETERTEC GmbH & Co KG**  
A-3033 Klausen-Leopoldsdorf  
Hochstrass 592  
Austria  
Tel: +43 2773 42 700  
Fax: +43 2773 42 700 20  
office@etertec.at  
www.etertec.at

■  
**Flowtite Technology AS**  
P.O. Box 2059  
3202 Sandefjord  
Norwegen  
Tel.: + 47 971 003 00  
Fax: + 47 334 626 17  
info@amiantit.com  
www.flowtite.com  
www.amiantit.com

Vertrieb durch: ■