

Verarbeitungsanleitung für GFK Rohrsysteme zum Kleben und Laminieren

Verarbeitungsanleitung

Inhaltsverzeichnis

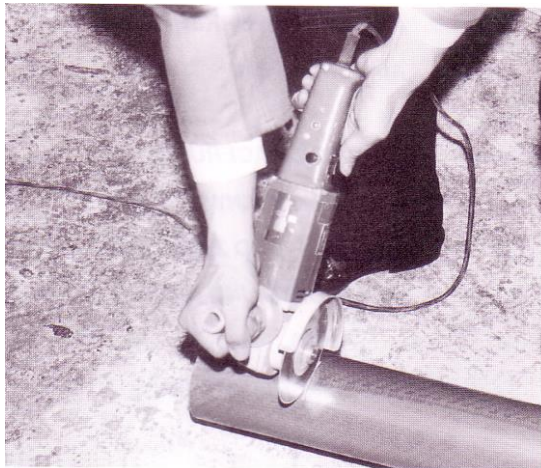
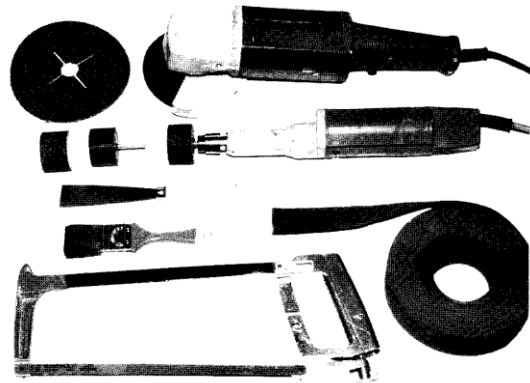
1.	Klebertechnik	Seite
1.1	Arbeitsablauf	3
1.2	Verarbeiten des Klebstoffes	5
1.3	Zusammenfügen von Rohren und Formstücken	8
1.4.	Heißhärtung bzw. Nachhärtung	9
1.5	Besondere Hinweise zu Umwelteinflüssen	11
2.	Laminiertechnik	
2.1	Arbeitsablauf	13
2.2	Mischen des Harzes	17
2.3	Aushärtevorgang	19
2.4	Umwelteinflüsse	20
2.5	Sicherheitsmaßnahmen	20
2.6	Laminataufbau	21
3.	Transport und Lagerung	
3.1	Allgemeine Hinweise	28
3.2	Eingangs- und Zwischenkontrollen	28
3.3	Transport und Handhabung	29
3.4	Lagerung	31
3.5	Schadensbeurteilung	32
4.	Allgemein Verarbeitungs- und Installationsangaben	
4.1	Richtzeiten für die Verarbeitung von Fiberpipe Rohrsystemen	33
4.2	Schraubenanzugsmomente für Flanschverbindungen	34

1. Klebtechnik

1.1. Arbeitsablauf

Vorbereitung

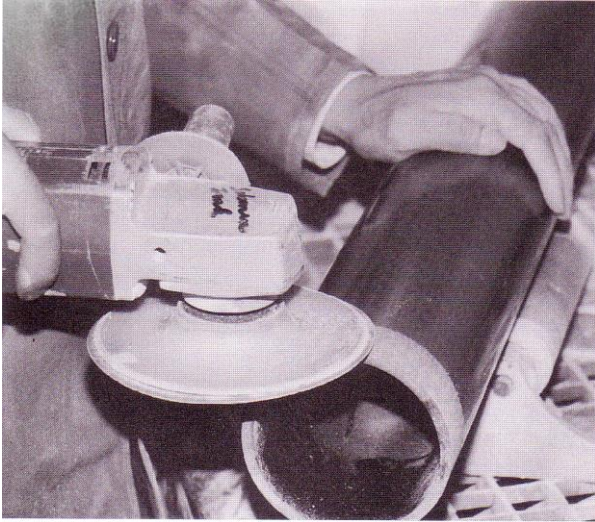
Eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung vor Beginn der Klebearbeiten soll dafür sorgen, dass ein reibungsloser Ablauf gewährleistet ist. Hierzu gehören das Bereitstellen der benötigten Rohre und Formstücke sowie der erforderlichen Menge Klebstoff.



Trennen der Rohre

Das Ablängen der Rohre kann von Hand mit einer Eisensäge geschehen. Der Schnitt ist rechtwinklig zur Rohrachse durchzuführen. Beim Freihandtrennen ist es hilfreich, die Schnittlinie vorher anzuzeichnen. Das Rohr ganz durchschneiden, evtl. das Rohr an den freien Enden unterstützen, damit ein Abbrechen kurz vor dem Schnittende verhindert wird.

Anschleifen



Nach dem Anschleifen dürfen keine glänzenden Stellen auf der Klebefläche erkennbar sein, sie muss vollständig angeschliffen sein. Die Klebeflächen am Rohr und Formstück müssen mit Schmirgelleinen bzw. Schleifmop (Körnung 40-60) gleichmäßig, gründlich und trocken angeraut werden. Die angeschliffene Oberfläche muss gleichmäßig und ohne größere Unebenheiten sein. Die Formstückmuffe muss leicht auf das Rohr aufzustecken sein (zwischen Rohr und Formstückmuffe muss ein kleiner Spalt sein). Zum Anschleifen von rotationssymmetrischen Teilen sollten Rollenböcke genutzt werden. Diese ermöglichen ein gleichmäßiges Anschleifen der Oberfläche und führen zu einer Zeitersparnis.

Konische Verklebung



Wickelrohre werden werkseitig mit konischer Glockenmuffe und Spitzende hergestellt.

Die Verklebung auf der Baustelle sollte wie folgt vorbereitet werden:

Beseitigung aller Verunreinigungen auf den Klebeflächen durch Anschleifen von Hand.

Kontrolle und gegebenenfalls Aufbereitung der Klebeflächen wie oben beschrieben.

Anschleifarbeiten an den konischen Flächen dürfen nur von Hand ausgeführt werden.

Die vorsichtige Anwendung von Schleifmaschinen ist möglich, wenn die Rohre auf Rollenböcken drehbar gelagert sind.

Staub gründlich mit einem trockenen Pinsel entfernen.

Vorbereitete Klebefläche vor Schmutz, Feuchtigkeit etc. schützen. Fett, Öl, Schweiß wirken als Trennmittel und verhindern eine Haftung.

Keine Lösungsmittel zum Reinigen der Klebeflächen verwenden. Die Vorbereitung der Klebeflächen sollte unmittelbar vor der Verklebung erfolgen.

1.2. Verarbeitung des Klebstoffs

Klebstoff XW 1038/1015-2

(Epoxidharz)

Menge:	560 g
Harz XW1038	380 g
Härter XW1015-2	180 g

Aufgedruckte Lagerfähigkeit beachten, maximal 1 Jahr.

Beim Klebstoff XW 1038/ XW 1015-2 wird stets die ganze Menge des jeweiligen Gebindes angemischt. Andere Mischungsverhältnisse sind nicht erlaubt.

Der Härter dem Harz hinzugeben und beide Komponenten gründlich in der Dose vermischen. Der Klebstoff ist gebrauchsfertig, sobald die Mischung eine einheitliche Konsistenz aufweist.

Es dürfen keine Streifen und Schlieren mehr sichtbar sein.

Bei niedrigen Umgebungstemperaturen (unter 15°C) muss das Harz (Teil A) leicht angewärmt werden, da es sonst zu zäh ist. Bei Umgebungstemperaturen unter 10°C sollten Verklebungen ohne Wärmezufuhr (z.B. Heizbänder oder Heizfön) nicht mehr ausgeführt werden.

Achtung!

Auf eine gute Durchmischung am Boden und in den Ecken der Dose achten. Der Klebstoff muss trocken gelagert werden. Beim Mischen und Verarbeiten sind die Sicherheitshinweise zu beachten (siehe Klebstoffdose bzw. DIN-Sicherheits-Datenblatt).

Klebstoff VE

(Vinylesterharz)

Menge je Gebinde:	282.4 g
Harz (Teil A):	275 g
Härter (Teil B):	7.4 g

Die Lagertemperatur bestimmt die Haltbarkeit des Klebstoffs. Bei 10°C beträgt die Haltbarkeit mindestens 3 Monate (siehe Verfallsdatum auf der Verpackung).

Der Härter ist dosiert für die gesamte Klebstoffmenge. Im Normalfall wird die ganze Menge des jeweiligen Gebindes in der Dose vermischt. Bei erhöhter Umgebungstemperatur kann mit reduzierter Härterzugabe gearbeitet werden. Die Topfzeit des Klebstoffs wird dadurch verlängert. Empfehlung zur Härterdosierung:

- bis 30° C 100 %
- über 30° C 50 %

Nach der Zugabe des Härters wird der Klebstoff gründlich gemischt. Er ist gebrauchsfertig, sobald die Mischung eine einheitliche Färbung aufweist. Es dürfen keine Streifen und Schlieren sichtbar sein.

Bei niedrigen Umgebungstemperaturen (unter 15°C) muss das Harz (Teil A) leicht angewärmt werden, da es sonst zu zäh ist. Bei Temperaturen unter 10°C sollten Verklebungen ohne Wärmezufuhr (z.B. Heizbänder oder Heizfön) nicht mehr ausgeführt werden.

Achtung!

Auf eine gute Durchmischung am Boden und in den Ecken der Dose achten. Der Klebstoff muss trocken gelagert werden. Beim Mischen und Verarbeiten sind die Sicherheitshinweise zu beachten (siehe Klebstoffdose bzw. DIN-Sicherheits-Datenblatt).

Anzahl der Klebeverbindungen pro Gebinde

Nennweite		XW 1038/XW 1015-2
DN 25	1"	5
DN 40	1 1/2"	5
DN 50	2"	5
DN 65	2 1/2"	5
DN 80	3"	5
DN 100	4"	4
DN 150	6"	2
DN 200	8"	1
DN 250	10"	1
DN 300	12"	1

Gebrauchsdauer (Topfzeit)

Die Zeit, in der der Klebstoff verarbeitet werden kann (Topfzeit), und die Aushärtezeit des angemischten Klebstoffes sind abhängig von der Temperatur.

Beim Überschreiten der Gebrauchsdauer (Topfzeit) wird der Klebstoff sehr zäh und klumpig. Eine Haftung zum zu klebenden Teil ist dann nicht mehr gewährleistet. Es ist daher darauf zu achten, dass der Klebstoff nur innerhalb der zulässigen Topfzeit verarbeitet wird. Geklebte Teile dürfen nur innerhalb der Topfzeit ausgerichtet werden.

Temperatur [°C]	Topfzeit [min]		Härtezeit [h]	
	XW 1038 / XW1015-2	VE	XW 1038 / XW 1015-2	VE
5	60	60	60	60*
21	50	45	45	45*
27	25	25	20	2
32	20	15	10	1
38	10	10	5	2/3

*Bei diesen Umgebungstemperaturen ist eine vollkommene Aushärtung nicht mehr möglich. Die bestmöglichen Festigkeits- und Korrosionseigenschaften werden nicht erreicht. Eine Heißhärtung oder eine heiße Nachhärtung ist erforderlich (s.o.).

Auftragen des Klebstoffes



Auf die angeschliffenen Flächen von Rohr und Formstück wird die Klebstoffmischung aufgetragen. Zunächst wird eine dünne Schicht Klebstoff mit Druck einmassiert. Anschließend wird eine dickere Schicht aufgebracht. Die Dicke der Klebstoffschicht auf dem Rohrende muss so stark sein, dass der Klebspalt zwischen Rohr und Formstück aufgefüllt wird. Hierfür ist je nach Nennweite eine Stärke von 2 bis 4 mm ausreichend.

Die Schnittkanten des Rohres müssen mit einer dünnen Schicht Klebstoff versiegelt werden. In die Muffe des Formstückes wird ebenfalls eine dünne Schicht Klebstoff mit Druck einmassiert. Danach wird eine ca. 1 mm dicke Klebstoffschicht gleichmäßig aufgetragen.

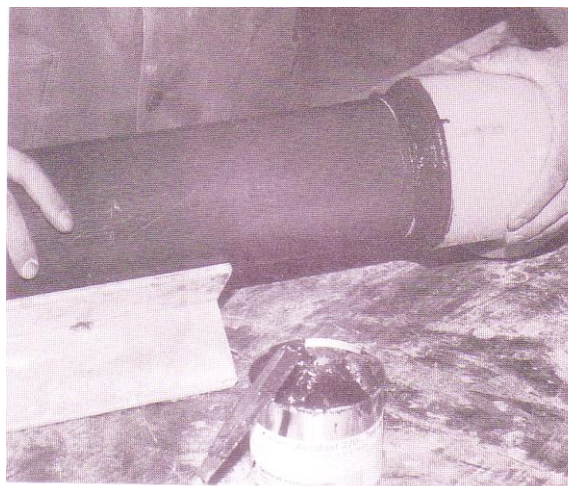
Wird zu viel Klebstoff in der Muffe des Formstückes aufgetragen, so wird dieser beim zusammensetzen nach innen geschoben und führt zu einer Querschnittsverengung im Rohr. Die Wulst aus überschüssigen Klebstoff sollte so gering wie möglich gehalten werden.

1.3. Zusammenfügen von Rohr und Formstück

Zylindrische Verklebung

Das Formstück wird mit einer leichten Drehung bis zum Anschlag auf das mit Klebstoff vorbereitete Rohr aufgeschoben. Anschließend wird an der Außenkante zwischen Formstückmuffe und Rohr der überschüssige Klebstoff entfernt, so dass eine kehlnahtartige Verfüllung übrig bleibt. Dieser Kehlnaht dient als Eckverstärkung.

Wenn erforderlich, wird der überschüssige Klebstoff im Inneren des Formstücks entfernt. An gut zugänglichen Stellen kann dies mittels einer Spachtel oder sonstigen Hilfsmitteln erfolgen. Nach dem Ausrichten des Formstücks sind alle Teile so zu fixieren, dass während der Aushärtung kein Verschieben möglich ist.

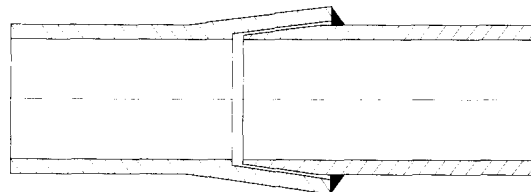


Konische Verklebung

Die konische Verklebung wird zusätzlich mit einer Spannvorrichtung festgezogen. Dies ergibt einen kleinstmöglichen Klebespalt. Außerdem wird verhindert, dass sich die Verklebung beim Arbeiten am anderen Rohrende löst. Auf diese Art werden konische Verklebungen schnell und sicher ausgeführt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Spannvorrichtung die Verbindung für die Zeitdauer der Aushärtung sicher zusammenhält.

Das Formstück sollte sich leicht auf das Rohr schieben lassen. Es darf beim Aufschieben nicht verkanten, da sonst der Klebstoff einseitig weggeschoben wird.

Ein Ausrichten der geklebten Teile kann nur innerhalb der Gebrauchsdauer (Topfzeit) erfolgen. Danach dürfen die geklebten Teile nicht mehr bewegt werden. Konische Spitzenden eines Rohres dürfen nicht in ein Formstück mit zylindrischer Klebmuffe eingeklebt werden.



1.4. Heißhärtung bzw. Nachhärtung

Die chemischen und mechanischen Eigenschaften sind abhängig vom Aushärtegrad der Verklebungen. Der Aushärtegrad kann durch eine nachträgliche Heißhärtung weiter gesteigert werden. Deswegen ist es sinnvoll, die Härtung der Klebeverbindung durch höhere Temperatur zu erzielen. FIBERPIPE Heizbänder erfüllen diese Bedingungen und sind in ihrer Leistung durch Temperaturregelung auf die Härtungstemperaturen abgestimmt. Nachfolgende Tabelle zeigt die empfohlene Temperatur und Dauer einer Heiß-, bzw. Nachhärtung.

Zur Wärmezufuhr können auch elektrische Heizstrahler oder Warmluftgebläse benutzt werden. Sie sollte zur Vermeidung von Überhitzungen in angemessen Abstand (je nach Heizleistung) der Verklebung aufgestellt werden.

Anleitung zur Benutzung von Flachelement-Heizbändern

Elektrische Flachelement-Heizbänder der FIBERPIPE werden benutzt, um die Verklebungen mit XW 1038 / XW 1015-2 oder VE schneller und optimal auszuhärten.

Bei der Anwendung sind folgende Hinweise zu beachten:

1. Flüssige Kleberreste auf der Rohr- und Formstückoberfläche sind weitgehend zu entfernen.
2. Eine Trennfolie um den Verklebungsbereich wickeln (z.B. Aluminium- oder Kupferfolie bzw. Cellophanstreifen).
3. Auswahl der richtigen Heizbandgrößen und Heizzeiten.

Heizbandgrößen

Nennweite	Typ	Leistung	Spannung
25 bis 80	B	135 W	220 V
100 bis 200	C	400 W	220 V
250 bis 350	D	760 W	220 V

Heizzeiten

Klebstoff	Härtungstemperatur	Härtungsdauer
VE	70-80° C	30 min
XW 1038 / XW 1015 - 2	70-80° C	60 min

Anwendung von Flachelement-Heizbändern

Das Flachelement-Heizband um das zu härtende Rohrteil wickeln, indem die Thermostateite des Heizbandes zuerst aufgelegt wird (mit dem Thermoelement nach außen zeigend). Das restliche Heizband wird nun sorgfältig um das zu härtende Rohrteil herumgewickelt, so dass das Thermostatelement vollständig bedeckt wird.

Anschließend wird das Heizband durch das VELCRO-Band oder Weichdraht- bzw. Metallband in seiner Position fixiert.

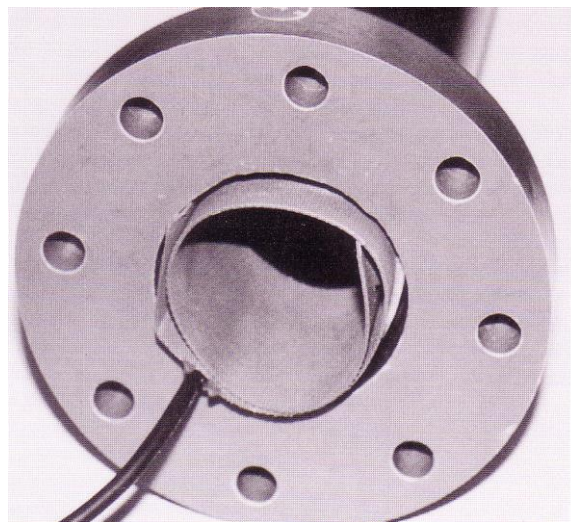
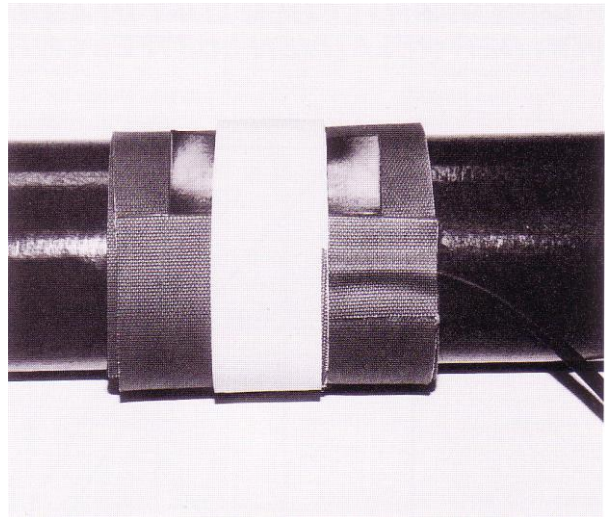
Bei der Verklebung von Bundens und Festflanschen kann das Flachelement-Heizband zusammengerollt werden und zum Heizen in das Rohrende geschoben werden.

Dabei ist darauf zu achten, dass beim Zusammenrollen mit dem Thermoelement entgegengesetzten Bandende begonnen wird.

Bei kleineren Rohrdurchmessern fixiert sich das Heizband selbst, bei größeren Rohrdurchmessern oder zu großer Weichheit empfiehlt sich der Einschub eines Stützteils (z.B. ein GFK-Rohrstück kleineren Durchmessers).

Die Heizzeiten in der o.g. Tabelle berücksichtigen die Aufheizphase der kalten Rohrverbindung.

Abstrahlungsverluste sind durch bauseitige äußere Wärmeisolierung der Heizbandwicklung zu verhindern (z.B. Wellpappe o.ä.).



Achtung!

- Die Flachelement-Heizbänder dürfen weder in kaltem noch in erwärmtem Zustand geknickt werden.
- Zur Reinigung dürfen keine Lösungsmittel, Fette o.ä. verwendet werden, da diese den Silikon-Kautschuk angreifen.
- Das Ziehen oder Reißen an dem Anschlusskabel ist zu vermeiden, damit das Thermoelement nicht beschädigt wird.
- Eine falsche Heizbandgröße oder eine ungeeignete Anwendung kann zur Zerstörung des Heizbandes bzw. Überhitzung des Verbindungsteils führen.
- Bei Verwendung unter feuchten Bedingungen (z.B. Regen) bzw. bei Vorhandensein von Rissen oder Löchern im Heizband ist die Anwendung untersagt.

1.5. Besondere Hinweise zu Umwelteinflüssen

Einfluss von Feuchtigkeit

An die zu verklebenden Teile darf während der Vorbereitung und der Durchführung (bis zur fertigen Aushärtung) der Verklebung keine Feuchtigkeit (Regen, Nebel, Tau, Schnee) gelangen. Diese Wettereinflüsse müssen durch den sachgemäßen Einsatz von Zelten, Planen etc. ausgeschlossen werden.

Auch wenn direkte Feuchtigkeit wie Regen oder Nebel nicht beobachtet wird, kann sich je nach Umgebungsklima auf dem zu verklebenden Teil durch Kondensation ein Feuchtigkeitsfilm bilden. Dieser entsteht durch Taupunktunterschreitung.

Mit Hilfe des nachfolgenden Diagramms kann überprüft werden, ob bei gegebenem Umgebungsklima eine Taupunktunterschreitung möglich ist oder nicht.

Gemessen werden die Umgebungsbedingungen.

Ausgangswerte sind:

Umgebungstemperatur T, relative Luftfeuchte PHI, Werkstücktemperatur T2

Auf Basis der Ausgangsdaten T, und PHI wird mit Hilfe des Diagramms die Taupunkttemperatur Tt, ermittelt. Die ermittelten Werte erlauben folgende Situationsanalyse:

T2 > Tt: Kondensation ist nicht möglich

T2 < Tt: Kondensatbildung ist möglich.

Das Werkstück muss auf min. 5 - 10°C über T, erwärmt werden.

Es ist generell darauf zu achten, dass bei der Verarbeitung ein ausreichender Sicherheitsabstand zur Taupunkttemperatur eingehalten wird. Wird ein Werkstück erwärmt, so ist zu beachten, dass durch eine Abkühlung bei der Verarbeitung die Taupunkttemperatur nicht erneut unterschritten wird.

Einfluss der Umgebungstemperatur

Der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Topfzeit und Härtezeit wurde bereits ausführlich beschrieben. Auch die Viskosität des Klebers wird direkt von der Temperatur beeinflusst. Bei Temperaturen unter 15° C sollten Sie die folgenden Ratschläge beachten.

XW 1038 / XW 1015 - 2

Bei Temperaturen unter 15° C ist es sinnvoll den Kleber vorzuwärmen, da sonst keine homogene Mischung mehr hergestellt werden kann. Außerdem lässt sich der Klebstoff nur schlecht oder unzureichend in die Oberfläche einmassieren.

Es ist darauf zu achten, dass auch die Rohrtemperatur einen Einfluss auf die Klebstoffviskosität hat. Wird zum Beispiel bei Temperaturen unter 15° C vorgewärmter Klebstoff auf das Rohr aufgetragen, so kühlt die Klebstoffschicht sehr schnell aus, was zu einer hohen Viskosität führt. Abhilfe schafft hier ein Vorwärmen der Rohrenden. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die erhöhte Rohrtemperatur die Topfzeit des aufgetragenen Klebstoffes beeinflusst.

Bei Umgebungstemperaturen unter 10° C empfehlen wir, in beheizten Zelten oder Räumen zu arbeiten. Ein Anwärmen von Rohrenden, Formstückmuffen und Klebstoff ist möglich, aber nicht immer empfehlenswert.

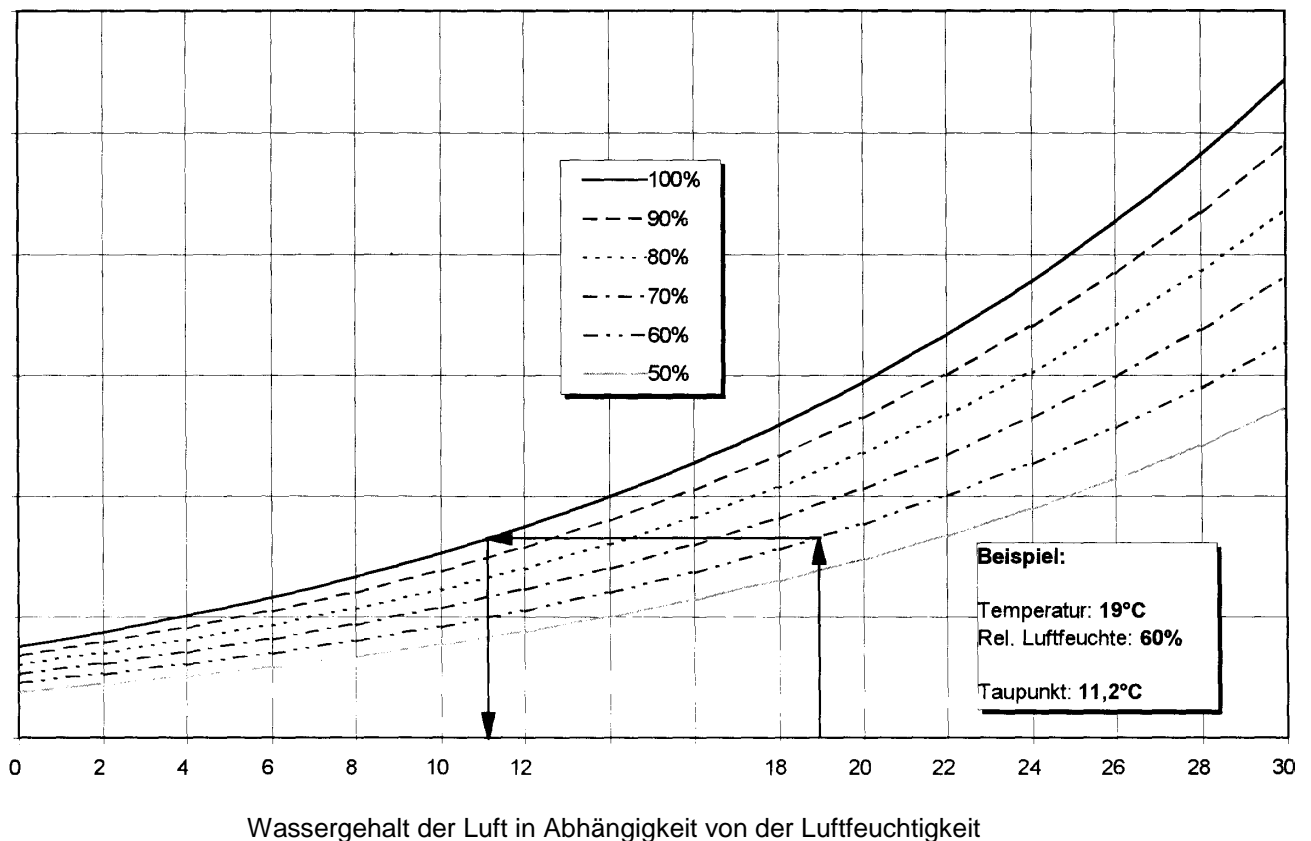
VE

Bei Temperaturen unter 15° C ist es sinnvoll, das Harz vor Verwendung leicht (auf max. 20°C) zu erwärmen. Grund ist die temperaturabhängige Viskositätsänderung, wie schon oben beschrieben. Bei Temperaturen unter 10° C ist eine Verklebung ohne zusätzliche Wärmezufuhr nicht sinnvoll. Das Arbeiten in beheizten Räumen wird empfohlen.

Steigt die Umgebungstemperatur über 30° C, so ist es beim Klebstoff VE möglich, durch Reduzierung der Härtermenge eine Verlängerung der Topfzeit zu erreichen. Mischungsverhältnis siehe oben.

Die Festigkeit einer Klebeverbindung wird nur durch den Klebstoff und durch die Beschaffenheit der Oberfläche bestimmt. Der Rohwerkstoff (Epoxidharz, Vinylesterharz oder Metall) hat keinen Einfluss.

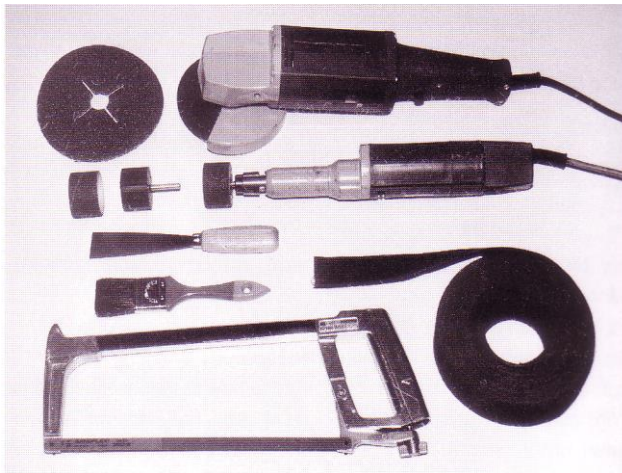
Diese Anleitung wurde erstellt unter Berücksichtigung vielfältiger praktischer Erfahrungen. Je nach Baustelleneinrichtung und Erfahrungsstand des Personals können Fragen auftreten, die in dieser Anleitung nicht angesprochen wurden. In einem solchen Fall wenden Sie sich bitte an unsere Abteilung Technik.



2. Laminiertechnik

2.1 Arbeitsablauf

Eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung vor Beginn der Laminierarbeiten sorgt dafür, dass ein reibungsloser Ablauf gewährleistet ist. Hierzu gehören u.a. das Zuschneiden der benötigten Glasmatten und Glasgewebe und das Bereitstellen der erforderlichen Mengen Harz und Härter.



Vorbereitung der Oberfläche

Die Oberfläche der Rohre und anderen GFK-Teilen, welche über bzw. zusammenlaminiert werden sollen, sind vor dem Auftragen des Laminates anzuschleifen. Die Länge der angeschliffenen Fläche am Rohr muss 2-5 cm größer als die Laminatlänge sein. Nach dem Anschleifen dürfen keine glänzenden Stellen auf der Oberfläche erkennbar sein. Der Staub muss mit einem sauberen Pinsel entfernt werden. Falls Innenlamine gefertigt werden müssen, so sind die Innenflächen auch entsprechend zu behandeln.

Die vorbereitete Fläche vor Schmutz, Feuchtigkeit etc. schützen. Fett, Öl und Schweiß wirken als Trennmittel und verhindern eine Haftung des Laminates. Keine Lösungsmittel zum Reinigen der Laminierstellen verwenden.



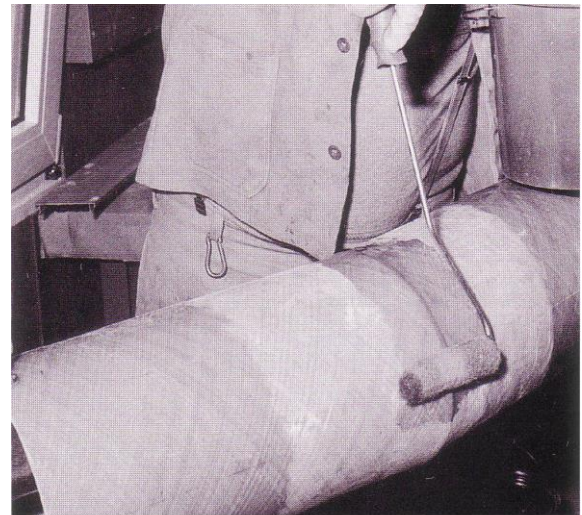
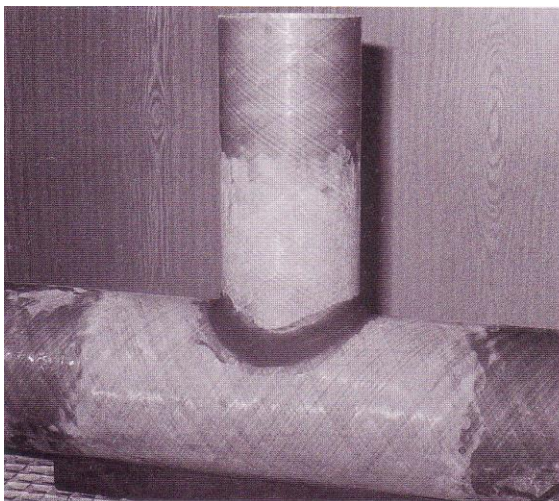
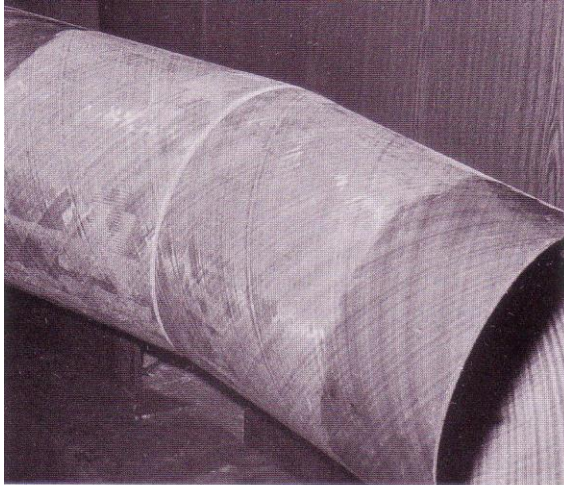
Trennen der Rohre

Das Ablängen der Rohre kann von Hand mit einer Eisensäge geschehen. Der Schnitt ist rechtwinklig zur Rohrachse durchzuführen. Beim Freihandtrennen ist es hilfreich, die Schnittlinie vorher anzuzeichnen.

Das Rohr ganz durchschneiden, evtl. Rohr an den freien Enden unterstützen, damit ein Abbrechen kurz vor dem Schnittende verhindert wird.

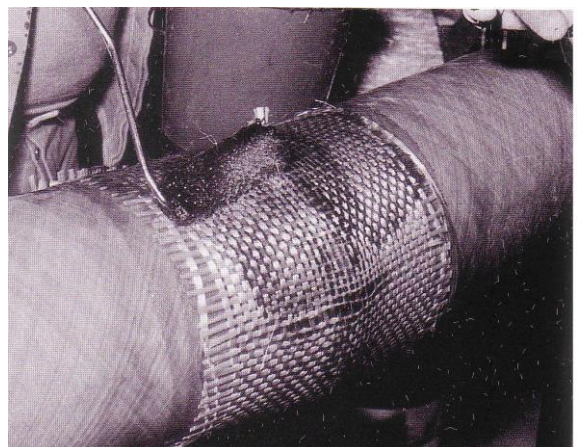
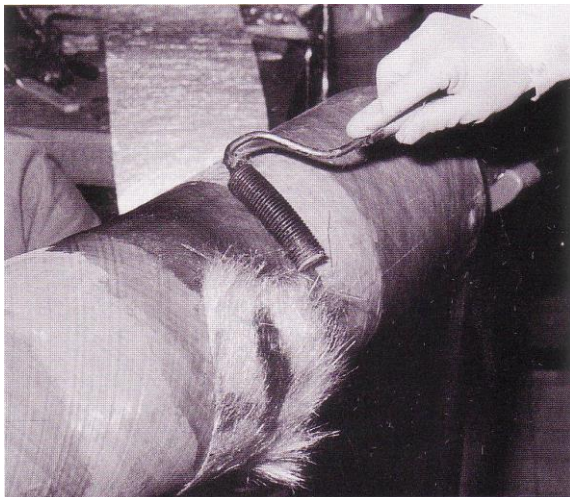
Ausrichten der Bauteile

Die zu verbindenden Rohrteile sind so zu fixieren, dass sie sich während des Laminiervorganges und während der Aushärtung nicht verschieben können. Die Schnittkanten der Rohre und Formstücke werden vor dem Zusammenfügen mit Klebstoff XW 1038 / XW 1015-2 (Epoxidharz) oder VE (Vinylesterharz) bestrichen und sind somit versiegelt. Nach dem Zusammenfügen wird die verbleibende Fuge mit Klebstoff aufgefüllt. Anschließend wird einschichtig ein Heftlaminat aus Matte und Harz aufgebracht. Wenn die Verbindung ausgehärtet ist, werden vor dem Laminieren die Heftlaminare bzw. der Klebstoff wieder angeschliffen



Laminiervorgang

Für das Laminat werden die Glasmatten und Glasgewebe zugeschnitten und die Harzmischung angesetzt. Mit einer Lammfellrolle das Harz auf die vorbereitete Oberfläche auftragen. Danach wird die erste Glasmatte aufgelegt, mit Laminierharz getränkt und angewalzt. Ebenso wird mit der zweiten Lage verfahren. Das Anwalzen erfolgt mit einer Entlüftungswalze, z.B. einer Stahlrillenwalze. Durch Aufwickeln einer Lage aus Glasseidenband auf das Laminat wird dieses zusätzlich verdichtet. Das Glasseidenband muss gleichmäßig und ca. 50% überlappend aufgebracht und gut mit Harz getränkt werden. Die entsprechend dem weiteren Laminataufbau folgenden Lagen werden Modulweise aufgelegt. Dafür wird wieder mit der Lammfellrolle Harz auf das vorhandene Laminat aufgetragen, eine Lage Glasgewebe aufgelegt, mit Harz getränkt, angewalzt und entlüftet. Die Mattenlage wird in gleicher Weise aufgebracht. Mit Glasseidenband werden die neu entstandenen Laminatlagen verdichtet. Auch hier ist darauf zu achten, dass das Glasseidenband ca. 50 % überlappend gewickelt und gut getränkt wird



Achtung!

Glasverstärkung satt mit Laminierharz tränken. Laminatlagen mit einer Lüftungsrolle dicht anrollen. Laminatlagen mit Glasseidenband fest und gleichmäßig umwickeln.

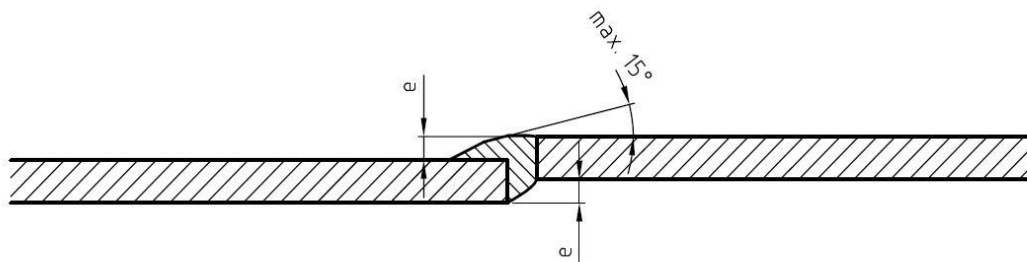
Versatz bei Stoßverbindungen

Sollten Großrohre ungewöhnlich starke Unrundheiten aufweisen, so ist durch eine geeignete Spannvorrichtung dafür zu sorgen, dass (in Abhängigkeit von Nennweite und Wanddicke) der Versatz klein gehalten wird, wie in der folgenden Tabelle angegeben.

Nennweite	350	400	500	600	700	750	800	1000
Versatz (mm)	4,5	5,0	5,5	6,5	7,5	8,0	8,5	6,0

Tabelle 1: Zulässiger Rohrversatz

Der Übergangsbereich ist mit Klebstoff anzugleichen.
Der Neigungswinkel sollte kleiner als 15° sein.



Bei Rohrnennweiten, die ein Arbeiten im Innern erlauben, kann zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit ein Innenlaminat aufgetragen werden

2.2 Mischen des Standardharzes

Für Laminierarbeiten mit Epoxidharz bzw. Vinylesterharz empfehlen wir bei Standardbedingungen nachstehende Harzgemische.

Epoxidharz	Vinylesterharz
1000 Teile Harz EPIKOTE 827 180 Teile Härter Aradur 5003-1	1000 Teile Harz 411-45 30 Teile Härter MEKP-M 60 15 Teile Beschleuniger Kobalt 1 %ig

Die nicht benötigten Mengen Harz, Härter und Beschleuniger sind werkstoffgerecht zu lagern. Unsachgemäße Lagerung verkürzt die Lagerzeit und führt zu chemischen Veränderungen der Grundstoffe. Dadurch ist eine spätere Verarbeitung nicht mehr möglich bzw. die angegebenen Lagerzeiten verkürzen sich.

Lagertemperatur	Epoxidharz	Vinylesterharz
25° C	bis zu 2 Jahren	bis zu 6 Monaten

Achtung!

Härter und Beschleuniger getrennt lagern und immer in getrennten Gefäßen abmessen oder abwägen. Nicht direkt miteinander vermischen.

Weitere wichtige Hinweise zum Umgang mit Harz, Härter und Beschleuniger sind im Merkblatt M023 „Polyester- und Epoxidharze“ der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie zu finden.

Reaktionszeiten der Verarbeitung Verarbeitungszeiten bei Normalbedingungen

Bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20° C und einer Laminatdicke von 8-10 mm sind bei einer Standard-Harzmischung folgende Verarbeitungszeiten zu erwarten:

Vorgang	Epoxidharz	Vinylesterharz
Harz und Härter werden gemischt	0 min	0 min
Harz beginnt zu gelieren	20-30 min	20-30 min
Gelierte Teile beginnen sich zu erwärmen	30-40 min	30-40 min
Exotherme Temperaturspitze	2-3 Stunden	50-70 min
Kalt und fest	3-6 Stunden	70-120 min
Aushärtung bis zur vollen Belastbarkeit	siehe Absatz "Aushärtungsvorgang"	

Arbeiten bei verschiedenen Umgebungstemperaturen und großen Laminatdicken

Für eine Standard-Harzmischung läuft bei höheren Umgebungstemperaturen die Vernetzungsreaktion schneller ab. Dies bedeutet, dass weniger Zeit für die Herstellung einer Laminatverbindung zur Verfügung steht. Da ebenso die exotherme Vernetzungsreaktion Wärme frei setzt, kann es, je nach Umgebungstemperatur und Laminatdicke, zu einer Überhitzung kommen. Dies ist zu vermeiden!

Wird bei Temperaturen oberhalb ca. 25° C oder mit großen Laminatdicken gearbeitet, so müssen Maßnahmen ergriffen werden, die eine Verlängerung der Laminierzeit bewirken und die Aushärtung langsamer ablaufen lassen.

Lamine aus Vinylesterharz

Das Verhältnis Harz/ Härter/ Beschleuniger steuert die Reaktionsgeschwindigkeit und kann je nach Umgebungstemperatur oder Laminatdicke verändert werden. Nachfolgende Tabellen geben Richtwerte für mögliche Mischungsverhältnisse (Gewichtsanteile) bei verschiedenen Temperaturen und Laminatdicken an.

Mischungsverhältnisse für Lamine bis ca. 12 mm

Arbeitstemperatur	Harzanteile	Härteranteile	Beschleunigeranteile
10°C - 15°C	1000	30	15
15°C - 20°C	1000	30	15
20°C - 25°C	1000	30	10
25°C - 30°C	1000	30	5

Mischungsverhältnisse für Lamine ca. 12-20 mm

Arbeitstemperatur	Harzanteile	Härteranteile	Beschleunigeranteile
10° C - 15° C	1000	30	15
15° C - 20° C	1000	30	10
20° C - 25° C	1000	30	5
25° C - 30° C	1000	30	3

Diese Richtwerte können an spezielle Randbedingungen oder an die Laminiererfahrung der ausführenden Person angepasst werden. Der Härter- bzw. Beschleunigeranteil sollte hierbei innerhalb der oben genannten Grenzwerte liegen.

Dickere Lamine können mit Zwischenhärtung gefertigt werden.

Lamine aus Epoxidharz

Bei Epoxidharz ist es nicht erlaubt, das Mischungsverhältnis zu ändern.

Eine optimale Aushärtung setzt ein bestimmtes Mischungsverhältnis voraus. Die Reaktionsgeschwindigkeit kann bei höheren Umgebungstemperaturen nicht durch Änderung des Mischungsverhältnisses verkürzt oder verlängert werden.

Bei erhöhter Umgebungstemperatur oder dickeren Laminen ist es erforderlich, mit Zwischenhärtung zu arbeiten.

2.3 Aushärtevorgang

Normalhärtung

Die Aushärtezeit einer Laminatverbindung ist abhängig von der Umgebungstemperatur bzw. von der Temperatur, welche sich im Laminat während der Aushärtung einstellt. Für ein Laminat von ca. 10 mm Stärke und einem Standard-Harzgemisch sind folgende Härtingszeiten zu erwarten:

Umgebungs- bzw. Härtungstemperatur	Epoxidharz	Vinylesterharz
ca. 20°C	ca. 18 h	ca. 24 h
ca. 50°C	ca. 2 h	ca. 5 h
ca. 80°C	ca. 1 h	ca. 1,5 h

Nachhärtung

Die mechanische Festigkeit und die chemische Korrosionsbeständigkeit eines Laminates sind abhängig vom erreichten Aushärtungsgrad. Je vollkommener die Aushärtung ist, umso höhere Werte werden erreicht. Wird bei Raumtemperatur gehärtet, so ist eine Temperung zur Nachhärtung erforderlich, um eine hochwertige Verbindung zu erhalten. Deswegen ist es sinnvoll, die Härtung der Verbindung gleichmäßig und kontrolliert durch höhere Temperaturen zu erzielen. Fiberpipe Heizbänder erfüllen diese Bedingungen und sind in ihrer Leistung durch Temperaturregelung auf die Härtungstemperaturen abgestimmt.

Wird vor oder während der Gelierphase zu viel Wärme zugeführt, so wird die Viskosität des Harzes verringert. Hierdurch fließt das Harz aus der Verbindung, und die Verstärkungsfasern sind nicht mehr durchtränkt.

Die Wärmezufuhr muss gleichmäßig und kontrolliert erfolgen. Eine Überhitzung des Laminates muss vermieden werden, da überhitzte Lamine eine geringere Festigkeit und eine schlechtere chemische Beständigkeit haben.

Im Normalfall sollte eine Nachhärtung ausgeführt werden bei:

- Epoxidharz: 80° C - 100° C Dauer 60 min
- Vinylesterharz: 80° C - 95° C Dauer 90 min

Maximale Temperaturen bei thermischer Nachhärtung:

- Epoxidharz: 150° C
- Vinylesterharz: 95° C

Aushärtung bei großen Laminatdicken

Während der Aushärtung entsteht Wärme. Je dicker das Laminat ist, desto mehr Wärme wird freigesetzt. Bei zu großer Laminatdicke kann dies dazu führen, dass das Laminat überhitzt. Dies ist aus den oben genannten Gründen zu vermeiden.

In einem solchen Fall kann es notwendig sein, mit Zwischenhärtung zu arbeiten. Hierbei wird zunächst die halbe erforderliche Laminatdicke aufgebaut und ausgehärtet. Danach wird die Oberfläche angeschliffen und das restliche Laminat entsprechend dem vorgegebenen Laminataufbau bis zur endgültigen Wandstärke aufgetragen.

2.4 Umwelteinflüsse

Einfluss von Feuchtigkeit

An die zu laminierenden Teile darf während des Arbeitsablaufes keine Feuchtigkeit (Regen, Nebel, Tau, Kondensat oder Schnee) gelangen.

Vermieden wird dies durch geeignete Montagezelte und Heizvorrichtungen. Kondensatbildung infolge von Temperaturunterschieden zwischen Werkstück und Umgebungstemperatur muss vermieden werden.

Bei Reparaturen an einer bereits mit Flüssigkeit gefüllte Leitung ist diese vorher vollkommen trockenzulegen. An der zu reparierenden Stelle darf keine Flüssigkeit nachsickern. Auch kleinste Mengen sind schädlich für das Laminat.

Einfluss der Umgebungstemperatur

Der Einfluss auf die Verarbeitungs- und Aushärtezeit wurde bereits beschrieben. Zusätzlich ist zu beachten, dass auch die Viskosität des Harzes abhängig ist von der Umgebungstemperatur. Besonders beim Epoxidharz sind die Tränkungeigenschaften für Glasgewebe und Glasmatte abhängig von der Harztemperatur. Daher ist es bei Umgebungstemperaturen unter 15° C sinnvoll, Harz und Härter vor dem Mischen auf etwa 22° C zu erwärmen. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht zu hoch vorgewärmt wird, da sich sonst die Verarbeitungszeit stark verkürzt.

2.5 Sicherheitsmaßnahmen

- Vermeiden Sie die Berührung mit dem Härter. Im Berührungsfall Haut mit Wasser und Seife gründlich waschen!
- Harz, Härter und Lösungsmittel sind feuergefährlich. Daher sind das Rauchen und der Umgang mit offenem Feuer verboten!
- Härter und Beschleuniger dürfen nicht zusammengebracht werden! Explosionsgefahr!
- Weitere Sicherheitsregeln siehe Merkblatt „Polyester- und Epoxid-Harze“

Die Festigkeit einer Laminatverbindung wird nur durch das aufgebrachte Laminat und durch die Beschaffenheit der Oberfläche bestimmt. Der Rohwerkstoff (Epoxidharz, Vinylesterharz oder Metall) hat keinen Einfluss. Diese Anleitung wurde erstellt unter Berücksichtigung vielfältiger praktischer Erfahrungen. Je nach Baustelleneinrichtung und Erfahrungsstand des Personals können Fragen auftreten, die in dieser Anleitung nicht angesprochen wurden. In einem solchen Fall wenden Sie sich bitte an unsere Abteilung Technik.

2.6 Laminataufbau

Laminataufbau - Stoßlaminat

Stoßlaminat PN 6

Außenlaminat analog DIN 16966, Teil 8: $\sigma_{zul} = 150\text{N/mm}^2$ Glasgehalt (45±10)%

DN	S [mm]	Maße der Zuschnitte			Laminataufbau
		B [mm]	L [mm]	Band-Breite* [mm]	
150-300	siehe PN 10 DN 150-300				
350	5,0	170	1200	100	2(MGB) + M'
400	5,0	200	1360	100	2(MGB) + M'
450	7,1	220	1530	100	3(MGB) + M'
500	7,1	240	1700	100	3(MGB) + M'
600	7,1	290	2030	100	3(MGB) + M'
700	9,2	335	2370	100	4(MGB) + M'
800	9,2	370	2700	100	4(MGB) + M'
900	11,3	430	3030	100	5(MGB) + M'
1000	11,3	460	3350	100	5(MGB) + M'
1100	13,4	510	3690	100	6(MGB) + M'

Stoßlaminat PN 10

Außenlaminat analog DIN 16966, Teil 8: $\sigma_{zul} = 150\text{N/mm}^2$ Glasgehalt (45±10)%

DN	S [mm]	Maße der Zuschnitte			Laminataufbau
		B [mm]	L [mm]	Band-Breite* [mm]	
25-125	siehe PN 16 DN 25-125				
150	3,5	130	540	100	MGB + 1 (MB) + M'
200	5,0	165	720	100	2(MGB) + M'
250	5,0	205	870	100	2(MGB) + M'
300	7,1	250	1080	100	3(MGB) + M'
350	7,1	290	1220	100	3(MGB) + M'
400	9,2	300	1400	100	4(MGB) + M'
450	11,3	350	1560	100	5(MGB) + M'
500	11,3	410	1720	100	5(MGB) + M'
600	13,4	460	2060	100	6(MGB) + M'
700	13,4	525	2400	100	6(MGB) + M'
800	15,5	625	2750	100	7(MGB) + M'
900	17,6	700	3080	100	8(MGB) + M'
1000	19,7	750	3400	100	9(MGB) + M'
1100	21,8	850	3900	100	10(MGB) + M'

Stoßlaminat PN 16

Außenlaminat analog DIN 16966, Teil 8: $\sigma_{zul} = 150\text{N/mm}^2$ Glasgehalt (45±10)%

DN	S [mm]	Maße der Zuschnitte			Laminataufbau
		B [mm]	L [mm]	Band-Breite* [mm]	
25	3,5	50	120	100	MGB + 1(MB) +M'
40	3,5	50	180	100	MGB + 1(MB) +M'
50	3,5	75	200	100	MGB + 1(MB) +M'
65	3,5	75	250	100	MGB + 1(MB) +M'
80	3,5	110	310	100	MGB + 1(MB) +M'
100	5,0	140	380	100	2(MGB) + M'
125	5,0	175	470	100	2(MGB) + M'
150	5,0	210	550	100	2(MGB) + M'
200	7,1	250	750	100	3(MGB) + M'
250	7,1	300	900	100	3(MGB) + M'
300	9,2	375	1100	100	4(MGB) + M'
350	11,3	425	1250	100	5(MGB) + M'
400	13,4	500	1450	100	6(MGB) + M'
450	13,4	550	1600	100	6(MGB) + M'
500	15,5	600	1750	100	7(MGB) + M'
600	19,7	745	2100	100	9(MGB) + M'
700	21,8	880	2450	100	10(MGB) + M'
800	23,9	990	2800	100	11(MGB) + M'
900	28,1	1115	3150	100	13(MGB) + M'
1000	30,2	1235	3450	100	14(MGB) + M'

- M: Matte (450 g/m²)
- G: Gewebe (720 g/ m²), 1:1
- B: Glasseidenband 116 (220 g/m²)
- *: 4 Umdrehungen versetzt
- M': Matte gerissen (580 g/m²)

Laminataufbau – Stutzenlaminat

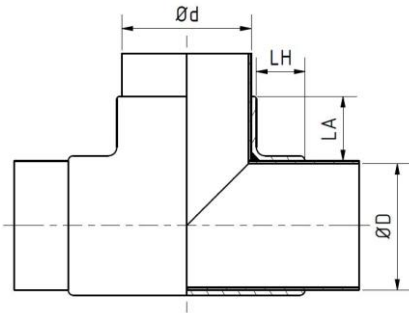


Bild 1: Stutzenlaminat rohrförmig (R)

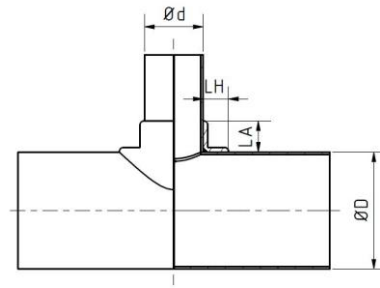


Bild 2: Stutzenlaminat kreisförmig (K)

Auswahl der Laminatform

Nenndruck PN 10
 Rohrförmig $d > 0,4 D$
 Kreisförmig $d \leq 0,4 D$

DN Haupt- rohr	Abzweigrohr																			
	25	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
40	R	R																		
50	R	R	R																	
65	K	R	R	R																
80	K	K	R	R	R															
100	K	K	R	R	R	R														
125	K	K	K	R	R	R	R													
150	K	K	K	R	R	R	R	R												
200	K	K	K	K	K	R	R	R	R											
250	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R										
300	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R									
350	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R								
400	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R							
450	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R						
500	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R					
600	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R				
700	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R			
800	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R		
900	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R	
1000	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R
1100	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R

Tafel 1: Auswahl kreisförmige (K) oder rohrförmige (R) Verstärkung PN 10

Auswahl der Laminatform

Nenndruck PN 16
 Rohrförmig $d > 0,25 D$
 Kreisförmig $d \leq 0,25 D$

DN Haupt- rohr	Abzweigrohr																
	25	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
40	R																
50	R	R															
65	R	R	R														
80	R	R	R	R													
100	K	R	R	R	R												
125	K	R	R	R	R	R											
150	K	R	R	R	R	R	R										
200	K	K	K	R	R	R	R	R									
250	K	K	K	R	R	R	R	R	R								
300	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R							
350	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R						
400	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R					
450	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R				
500	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R			
600	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R		
700	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R	R	R
800	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R	R
900	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R	R
1000	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R	R	R	R

Tafel 2: Auswahl kreisförmige (K) oder rohrförmige (R) Verstärkung PN 16

Grundrohr DN	DN	Abzweigrohr																		
		25	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
350	Laminat- typ	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B								
	LH (mm) LA (mm)	50 50	50 50	50 50	50 50	75 50	75 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75								
400	Laminat- typ	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C								
	LH (mm) LA (mm)	50 50	50 50	75 50	50 50	75 50	75 50	100 50	100 50	100 75	125 75	150 75	150 100							
450	Laminat- typ	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D						
	LH (mm) LA (mm)	75 50	75 50	75 50	75 50	75 50	75 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100						
500	Laminat- typ	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D						
	LH (mm) LA (mm)	75 50	75 50	75 50	75 50	75 50	75 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100						
600	Laminat- typ	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	E	E					
	LH (mm) LA (mm)	75 50	75 50	75 50	75 50	75 50	100 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100	175 125					
700	Laminat- typ	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	E	E	E	G				
	LH (mm) LA (mm)	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100	175 125	225 150				
800	Laminat- typ	C	C	C	C	D	D	D	D	D	E	E	E	G	G	P	P	P		
	LH (mm) LA (mm)	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100	175 125	250 150	250 150	250 150		
900	Laminat- typ	C	C	D	D	D	D	D	E	E	E	G	G	P	P	Q	Q	Q		
	LH (mm) LA (mm)	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100	175 125	250 150	250 150	250 150		
1000	Laminat- typ	C	D	D	D	D	D	E	E	E	G	G	P	P	Q	Q	Q	Q	R	R
	LH (mm) LA (mm)	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	100 50	125 75	150 75	150 100	175 100	175 125	225 150	250 150	250 150	250 150	250 225	250 250

Tafel 3: Laminatabmessungen Stutzenlaminat PN 6

Grundrohr DN	DN	Abzweigrohr																		
		25	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	
40	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50																		
50	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50																	
65	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50																
80	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 50 50															
100	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 75 75														
125	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	B 50 50	B 75 75	C 75 75													
150	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 75 75	B 75 75	B 100 75												
200	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 75 75	B 75 75	B 100 75	B 120 75											
250	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	A 50 50	A 50 50	B 75 75	B 75 75	L 100 75	M 120 75	N 140 100										
300	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	A 50 50	B 50 50	B 50 50	C 75 75	L 75 75	M 100 75	M 120 75	N 140 100	O 180 120									
350	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	A 50 50	B 50 50	B 50 50	C 50 50	L 75 50	M 75 50	M 100 50	M 100 50	N 125 75	O 150 100	O 175 100								
400	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	B 50 50	B 50 50	C 75 50	L 75 50	M 75 50	M 75 50	M 100 50	N 100 50	O 125 75	O 150 100	O 175 100	P 200 125							
450	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	B 75 50	C 75 50	L 75 50	M 75 50	M 75 50	M 75 50	N 100 50	O 100 50	O 125 75	O 150 100	P 175 100	P 200 125	P 225 125						
500	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	C 75 50	C 75 50	M 75 50	M 75 50	M 75 50	N 75 50	N 100 50	O 100 50	O 125 75	P 150 100	P 175 100	P 200 125	Q 225 125						
600	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	C 75 50	M 75 50	M 75 50	M 75 50	N 75 50	N 100 50	O 100 75	O 100 75	P 125 75	P 150 100	P 175 100	Q 200 125	Q 225 125	R 250 150					
700	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	M 100 50	M 100 50	M 100 50	N 100 50	N 100 50	O 100 50	O 100 75	P 100 75	P 125 75	P 150 100	Q 175 100	Q 200 125	R 225 125	R 250 150	S 300 200				
800	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	M 100 50	M 100 50	N 100 50	N 100 50	O 100 50	O 100 50	P 100 75	P 100 75	P 125 75	Q 150 100	Q 175 100	R 200 125	R 225 125	S 250 150	S 350 200	U 350 200			
900	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	M 100 50	N 100 50	N 100 50	O 100 50	O 100 50	P 100 50	P 100 75	P 100 75	Q 125 75	Q 150 100	R 175 100	R 200 125	S 225 125	S 250 150	U 350 200	U 350 200	V 375 225		
1000	Laminattyp LH (mm) LA (mm)	N 100 50	N 100 50	O 100 50	O 100 50	P 100 50	P 100 50	P 100 75	Q 100 75	Q 125 75	R 150 100	R 175 100	S 200 125	S 225 125	U 250 150	U 350 200	V 350 225	V 375 250	W 375 250	

Tafel 4: Laminatabmessungen Stutzenlaminat PN 10

Grundrohr DN	DN	Abzweigrohr										
		25	40	50	65	80	100	125	150	200	250	
40	Laminattyp	A										
	LH (mm)	50										
	LA (mm)	50										
50	Laminattyp	A	A									
	LH (mm)	50	50									
	LA (mm)	50	50									
65	Laminattyp	A	A	A								
	LH (mm)	50	50	50								
	LA (mm)	50	50	50								
80	Laminattyp	A	A	A	A							
	LH (mm)	50	50	50	50							
	LA (mm)	50	50	50	50							
100	Laminattyp	A	A	A	A	A						
	LH (mm)	50	50	50	50	75						
	LA (mm)	50	50	50	50	75						
125	Laminattyp	A	A	A	A	A	A					
	LH (mm)	50	50	50	50	75	75					
	LA (mm)	50	50	50	50	75	75					
150	Laminattyp	A	A	A	A	A	A	B				
	LH (mm)	50	50	50	50	75	75	100				
	LA (mm)	50	50	50	50	75	75	75				
200	Laminattyp	A	A	A	A	A	B	B	B			
	LH (mm)	50	50	50	50	75	75	100	120			
	LA (mm)	50	50	50	50	75	75	75	75			
250	Laminattyp	A	A	A	A	B	B	L	M	N		
	LH (mm)	50	50	50	50	75	75	100	120	140		
	LA (mm)	50	50	50	50	75	75	75	75	100		
300	Laminattyp	A	A	B	B	C	L	M	M	N	O	
	LH (mm)	50	50	50	50	75	75	100	120	140	180	
	LA (mm)	50	50	50	50	75	75	75	75	100	120	

Tafel 5: Laminatabmessungen Stutzenlaminat PN 16

Typ	Aufbau	Dicke (mm)
A	M+2xGM	5,5
B	M+3xGM	7,5
C	M+4xGM	9,5
D	M+5xGM	11,5
E	M+6xGM	13,5
F	M+7xGM	15,5
G	M+8xGM	17,5

Tafel 6: Laminataufbau (M:Matte; 450 g/m²) (G:Gewebe; 580 g/m²)

Typ	Aufbau	Dicke (mm)
L	M+4xGM	9,5
M	M+5xGM	11,5
N	M+6xGM	13,5
O	M+7xGM	15,5
P	M+8xGM	17,5
Q	M+9xGM	19,5
R	M+10xGM	21,5
S	M+11xGM	23,5
T	M+12xGM	25,5
U	M+13xGM	27,5
V	M+14xGM	29,5
W	M+15xGM	31,5

Tafel 7: Laminataufbau (M:Matte; 450 g/m²) (G:Gewebe; 580 g/m²)

3. Transport und Lagerung

3.1 Allgemeine Hinweise

Damit FIBERPIPE Bauteile aus GFK sicher und werkstoffgerecht gehandhabt werden, ist es wichtig, auf eine sachgemäße Behandlung beim Transport, beim Be- und Entladen sowie bei der Lagerung zu achten. Diese Anleitung wurde zusammengestellt auf Basis praktischer Erfahrungen und soll spezielle Hinweise aus der Praxis vermitteln.

Übergeordnete Richtlinien, Unfallverhütungsvorschriften und Vorschriften der Transportsicherung sind vorrangig zu beachten.

3.2 Eingangs- und Zwischenkontrolle

Eingangskontrolle

Bei Eingang von Bauteilen im Werk oder auf der Baustelle sind diese sofort auf Transportschäden zu überprüfen. Beschädigte Teile sind am besten separat zu lagern. Tatbestandsaufnahme und Transportschadensmeldung noch während der Anwesenheit des Spediteurs anfertigen und gegenzeichnen lassen.

Zwischenkontrolle

Die mit der Verarbeitung von FIBERPIPE-Material beauftragten Personen sollten vor Weiterverarbeitung aus eigenem Interesse das Material auf mögliche Lagerschäden prüfen. Dies ist besonders nach längerer Baustellenlagerung, nach internem Transport und beim Übergang von einem Verantwortungsbereich zum anderen sinnvoll. Eine Zwischenkontrolle erfolgt durch kurze Inaugenscheinnahme. Sie stellt sicher, dass nur einwandfreies Material weiterverarbeitet wird.

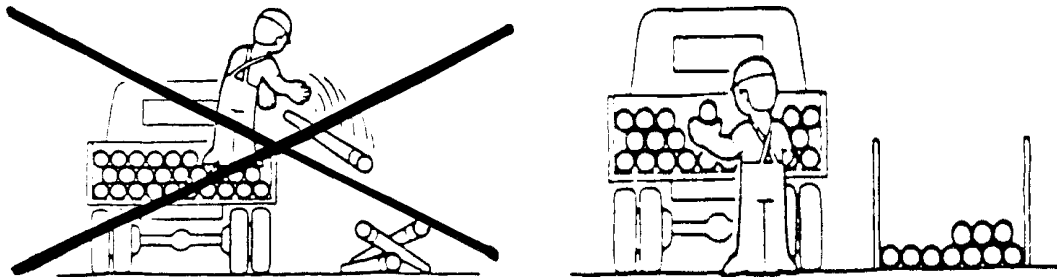
3.3 Transport und Handhabung

Be- und Entladen auf der Baustelle

Das Werfen und Über-den-Boden-Schleifen von Bauteilen aus Kunststoff und kunststoffausgekleideten Apparaten sollte grundsätzlich nicht erfolgen. Beim Be- und Entladen sind geeignete Hebezeuge zu benutzen oder eine ausreichende Anzahl von Arbeitskräften einzusetzen. Wegen des geringen spezifischen Gewichtes kann eine Vielzahl von FIBER-PIPE Bauteilen per Hand abgeladen werden. Bei sperrigen oder großvolumigen Bauteilen sollte man auf Hebegeräte nicht verzichten. Punktbelastungen sollten vermieden werden. Deshalb sind weiche Anschlagmittel wie Kunststoffseile und Gurtbänder zu verwenden. Auf keinen Fall Ketten oder Drahtseile als Anschlagmittel verwenden.

Beim Anlegen der Anschlagmittel ist auf eine gute Kraftverteilung zu achten. Die gegebenenfalls an sperrigen Gütern angebrachten Hebeösen sind unter Verwendung von Traversen zu benutzen. Keinesfalls dürfen Seile um Stützen geschlungen werden. Die allgemeinen Arbeitsschutzrichtlinien beim Heben von Lasten sind zu beachten.

Stoßbelastungen beim Absetzen, Verlagern, Schwenken oder Stapeln vermeiden!

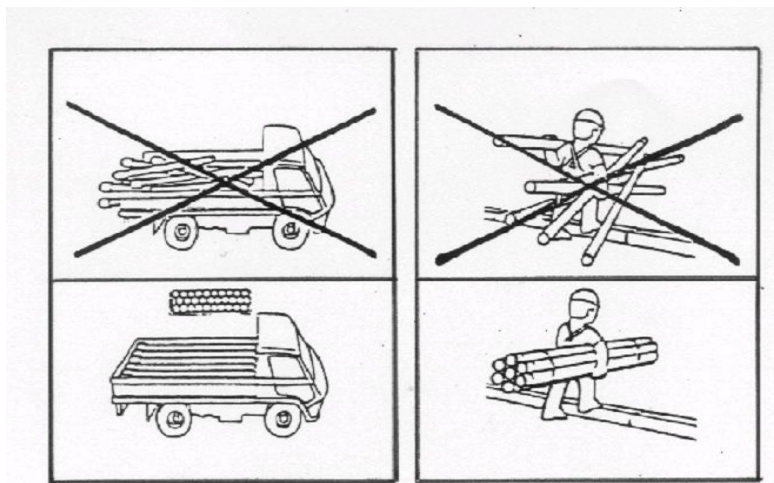


Zwischentransport

Bei größeren Transportwegen oder längerer Transportdauer auf dem Werksgelände oder den Baustellen ist folgendes zu beachten:

Kleinere Bauteile wie z.B. Formstücke sind in festen Kartons, Kisten oder sonstigen Behältern zu transportieren. Bei sehr unebenen Transportwegen, etwa offenes Gelände, schützt eine weiche Unterlage wie z.B. Wellpappe, Holzwolle etc. die Bauteile vor Stoßbelastung und Scheuerstellen.

Lange oder sperrige Bauteile wie z.B. ganze Rohrlängen, vorgefertigte Isometrieteile oder größere Formstücke sind so auf dem Fahrzeug zu befestigen, dass kein Rutschen, Scheuern, Springen oder Herunterfallen möglich ist. Harte und unebene Unterlagen vermeiden. Mit einer weichen Zwischenlage wird die Auflagekraft verteilt und die Reibung erhöht. Der Transport der Bauteile ist sicherer.



Ein weites Überhängen des Transportgutes über das Fahrzeugende hinaus ist nicht erlaubt. Hierdurch können bei Transporterschütterungen starke Biegebeanspruchungen entstehen. Es ist generell darauf zu achten, dass die zum Transport benutzten Behälter, Verschläge, Kisten und Ladeflächen frei sind von scharfen Kanten sowie harten, vorstehenden Teilen. Vorstehende Nägel, Schrauben, Metallbänder und -profile müssen entfernt oder gepolstert werden.

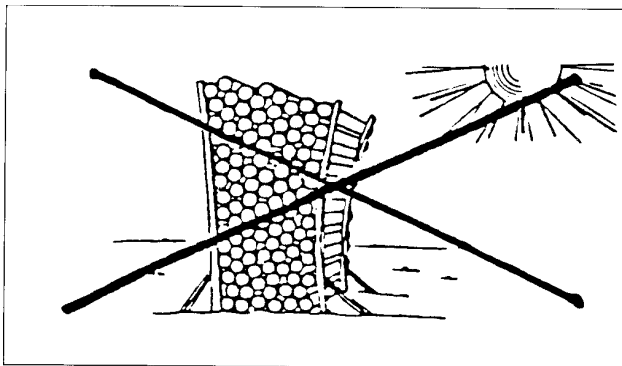
Handhabung auf dem Montageplatz

Im Umgang mit FIBERPIPE Bauteilen auf der Baustelle, bei der Vormontage und der Endmontage sind nachfolgende Hinweise für eine qualitätsbewusste Verarbeitung zu beachten:

- Bei manuellem Transport von ganzen Rohrlängen (6 oder 12 m) übermäßiges Durchbiegen und Wippen vermeiden. Gegebenenfalls mehr als zwei Personen einsetzen.
- Sperrige Halbzeuge oder vorgefertigte Isometrieteeile auch bei leichtem Gewicht durch mehrere Personen abladen.
- Kunststoffteile nicht über scharfe Kanten ziehen oder über den Boden schleifen.
- Beim Transport nicht an Stahlträgern, Treppen und Apparaten anstoßen. Ablegen auf den Boden stoßfrei vornehmen.
- Rollen von rotationssymmetrischen Teilen nur auf steinfreier Unterlage. Bei Lagerung gegen weiteres Abrollen z.B. mit Keilen sichern. Größere Apparate und Rohre nicht auf die Kanten aufsetzen. Bei sperrigen Teilen und Behältern mit Stützen geeignete Hebezeuge und Anschlagmittel verwenden.

3.4 Lagerung

Nach Anlieferung ist es zweckmäßig, das Material sofort zum vorbereiteten Baustellenlager oder ins Werkslager zu transportieren. Ist auf der Baustelle eine längere Zwischenlagerung erforderlich, so erfolgt dies am Besten in der unbeschädigten Lieferverpackung. Formstücke und Rohre können in den Rohrpaletten im Freien gelagert werden. Bei extremen Umgebungsbedingungen sind sinnvolle Schutzmaßnahmen zu treffen. Werden Bauteile nicht in der Originalverpackung gelagert, so erfolgt eine Lagerung am Besten auf einer ebenen, glatten und steinfreien Unterlage. Formstücke können in einem Holzregallager aufbewahrt werden, für Rohre ist ein Stapellager geeignet. Als Unterlage können Kanthölzer verwendet werden. Der Stützabstand ist auf die Rohrennenweite abzustimmen. Rohrstapel können bis zu 1,5 m hoch sein. Geringere Höhen sind aber aus Sicherheitsgründen zu bevorzugen. Die Rohrstapel sind seitlich ausreichend zu sichern, damit eine Verschiebung nicht möglich ist. Zwischen jede Rohrlage sind Holzplatten in ausreichender Zahl zu legen.



Klebstoff ist vor Feuchtigkeit, extremer Hitze und Kälte zu schützen. Die max. Lagerzeit und Lagertemperatur der verschiedenen Produkte sind zu beachten. Bei der Wahl des Lagerplatzes ist in eigenem Interesse darauf zu achten, dass dieser geschützt ist gegenüber Baustellenverkehr und anderen Fremdeinwirkungen.

3.5 Schadensbeurteilung

Für den Fall, dass an FIBERPIPE Bauteilen Schäden zu erkennen sind, ist es wichtig, diese richtig zu beurteilen, damit keine falschen Maßnahmen durchgeführt werden. Es ist zweckmäßig Schäden, in zwei Arten zu unterscheiden.

Oberflächenschädigung

FIBERPIPE Rohre und Formstücke besitzen eine äußere harzreiche Oberflächenschicht. Falls hier Schleif-, Kratz- oder Scheuerspuren zu erkennen sind, so haben diese keinen Einfluss auf die Lebensdauer des Bauteils.

Laminatschädigung

Bei Schlagstellen sind kreis- oder sternförmige Risse zu erkennen, die vom Schlagzentrum ausgehen. Diese Art von Schädigung ist nicht auf die äußere Oberfläche begrenzt, sondern dringt tiefer ins tragende Laminat ein. Solche Schäden werden hervorgerufen durch schwere Schlag- oder Stoßeinwirkungen. Im Allgemeinen sind Kunststoffe bei niedrigen Temperaturen, besonders unterhalb des Gefrierpunktes durch stoßartige Belastung gefährdet. FIBERPIPE Bauteile sind jedoch wegen des anders gearteten Materialaufbaus weniger gefährdet als thermoplastische Kunststoffe. Schutzmaßnahmen sind jedoch sinnvoll. FIBERPIPE empfiehlt unter diesen Bedingungen besonders darauf zu achten, dass die bisher beschriebenen Ratschläge eingehalten werden. Bauteile mit Laminatschädigungen dürfen zunächst nicht weiter verarbeitet werden.

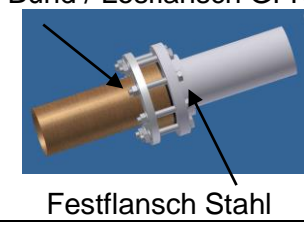
4. Allgemein Verarbeitungs- und Installationsangaben

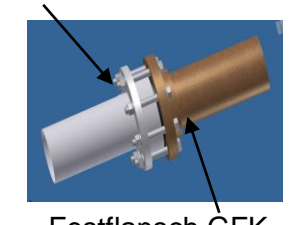
4.1 Richtzeiten für die Verarbeitung von Fiberpipe Rohrsystemen

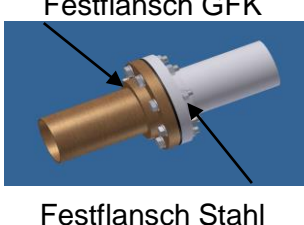
Die angegebenen Richtzeiten gelten unter normalen Bedingungen.
Bei Montagearbeiten unter erschwerten Bedingungen, z.B Kälte, Nässe müssen die angegebenen Zeiten gegebenenfalls angepasst werden

Nennweite	Richtzeiten für Herstellen von Verklebungen auf der Baustelle in Minuten
25	20
40	20
50	20
65	25
80	27
100	33
125	40
150	45
200	50
250	60
300	80
350	100
400	120
500	165
600	200
700	230
800	265
Nennweite	Richtzeiten für Rohrverlegen auf der Baustelle in Minuten
25	10
40	15
50	17
65	18
80	20
100	22
125	25
150	35
200	45
250	55
300	75
350	90
400	110
500	150
600	180
700	210
800	240

4.2 Maximale Schraubenanzugsmomente für Flanschverbindungen

GFK Bund / Losflansch Stahl gegen <u>nicht vollflächige</u> Anlage Dichtung: Kroll und Ziller G-St. Profil		
DN	Anzugsmoment [Nm]	Beispiel
25 - 80	25	
100 - 150	50	
200 - 300	75	
350 - 400	100	
500 - 600	200	
700 - 900	300	
1000 - 1400	500	

GFK Bund / GF-UP Losflansch oder Festflansch gegen <u>nicht vollflächige</u> Anlage Dichtung: Kroll und Ziller G-St. Profil		
DN	Anzugsmoment [Nm]	Beispiel
25 - 50	17	
65 - 100	25	
125 - 150	30	
200 - 300	50	
350 - 400	75	
500 - 600	90	
700 - 900	100	
1000 - 1400	150	

GFK Festflansch gegen <u>vollflächige</u> Dichtung		
DN	Anzugsmoment [Nm]	Beispiel
25 - 80	25	
100 - 150	50	
200 - 300	75	
350 - 400	100	
500 - 600	200	
700 - 900	300	
1000 - 1400	500	

Steigerung des Anzugsmoments in Schritten von 15 Nm.
Schrauben sind kreuzweise anzuziehen!