

# **Laminieranleitung**

## **für GFK-Rohre**

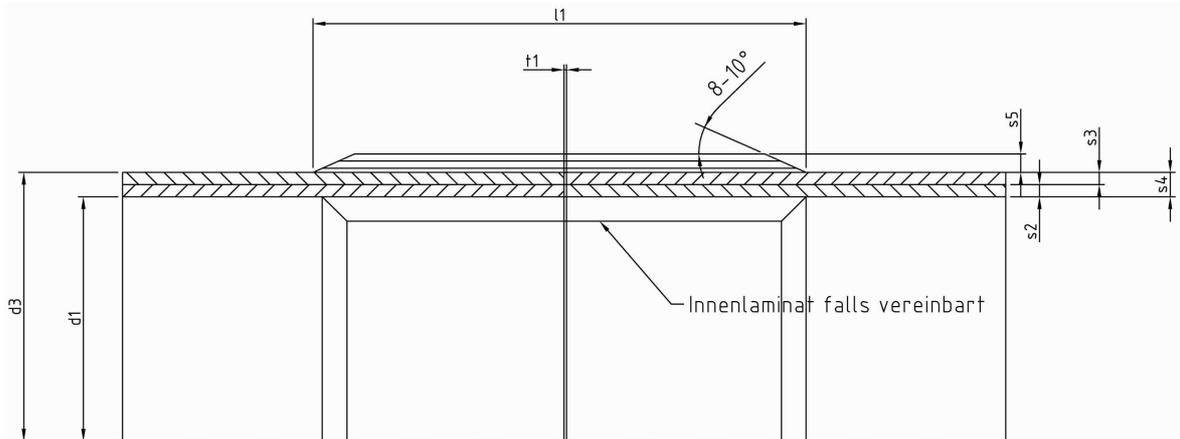
## Laminieranleitung

### Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1.	Grundlage	3
2.	Trennen der Rohre	4
3.	Schleifen	4
4.	Reinigen der Schleifflächen	5
5.	Glasarten	5
6.	Zuschneiden des Glases	5
7.	Rohr und Formstücke fixieren	6
8.	Harzmischung	6
9.	Laminatarbeitsanweisung	8
10.	Reparaturfälle	9
11.	Laminataufbau	9
11.1	Stutzenlaminat	11
11.2	Festpunktlaminat	13
12.	Umwelteinflüsse	14
12.1	Umgebungstemperatur	14
12.2	Relative Luftfeuchte	14

## 1. Grundlage

Der schematische Aufbau einer Laminatverbindung für Rohre und Rohrleitungsteile zeigt nachfolgende Skizze:



- |       |   |                   |                              |
|-------|---|-------------------|------------------------------|
| $d_3$ | Außendurchmesser des Rohres   | $s_3$             | Dicke der tragenden Rohrwand |
| $l$   | Gesamtlänge des Überlaminates   | $s_4 = s_2 + s_3$ |                              |
| $t_1$ | max. Spalt zwischen den Rohr- bzw. Formstückenden   | $s_5$             | Dicke des Überlaminates      |
| $t_2$ | Freie Länge der Auskleidung   |                   |                              |
| $s_1$ | Dicke der Auskleidung   |                   |                              |
| $s_2$ | Dicke der Chemieschutzschicht (Rohrtyp D) bzw. der harzreichen Innenschicht (Rohrtyp A und E) sowie der Haftschrift (Rohrtyp B) |                   |                              |

Die Haftung des Laminates erfolgt nach den gleichen Grundsätzen, wie bei Verklebungen.

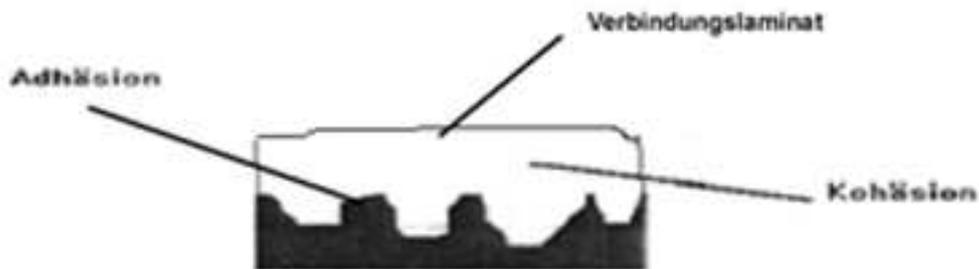
Die Güte der Verbindung wird durch zwei Kräfte beeinflusst.

1. Kohäsion (Zusammenhangskraft)
2. Adhäsion (Anhangskraft)

Die Kohäsion kann beeinflusst werden durch die optimale Aushärtung des Laminates. Hier ist das richtige Mischungsverhältnis und die Aushärtungstemperatur entscheidend.

Die Adhäsion, welche bei festen Werkstoffen bis ca. 1/1000mm wirkt kann durch die Oberfläche beeinflusst werden. Entscheidend für die Qualität ist, daß das Werkstück ordentlich geschliffen worden ist und das keine Trennmittel ( Wasser, Staub, Fett und Schweiß) vorhanden ist.

Auf nachstehend dargestellter Skizze ist ersichtlich, wo die Kräfte wirken und das durch das Schleifen die Oberfläche vergrößert wird, welches eine noch größere Haftung für die Adhäsion erzeugt.



## 2. Trennen der Rohre

Wir empfehlen, vorher die Schnittstellen genau anzuzeichnen.

Das Rohr wird rechtwinklig mittels eines Winkelschleifers mit Trennscheibe geschnitten. Das Rohr muß komplett durchgeschnitten werden, damit das Rohr beim Schneiden nicht gebrochen wird, da sonst die Chemieschutzschicht bzw. Verschleißschutzschicht beschädigt wird. Eventuell muß das freie Rohrende unterlegt werden.

Der Luftspalt zwischen zwei Rohrenden darf bei 0,5-5,0 mm liegen und der Kantenversatz maximal 1mm.

## 3. Schleifen

Jede Fläche, auf der das Laminat haften muß, muß vorher geschliffen werden.



Das Rohr wird mit dem Winkelschleifer mit Gummiteller und Schleifscheibe ( Körnung 50-80) geschliffen. Die Schnittkante erhält eine 30°Phase und hat eine verbleibende Wandstärke an der Stirnfläche von ca. 0,5 -2mm.

Die Länge der Fläche muß 10-20 mm länger sein, als dieses für die Laminatfläche erforderlich ist. Der Schleifvorgang gilt erst dann als beendet, wenn keine glänzenden Stellen mehr sichtbar sind.

**Achtung:**

Geschliffene Flächen müssen vor Feuchtigkeit, Staub, Schmutz, Wasser und Schweiß geschützt werden.

**4. Reinigen der Schleifflächen**

Die geschliffenen Flächen werden von groben Schleifstaub gereinigt. Azeton und andere Lösungsmittel sind zur Reinigung nicht zulässig.

**5. Glasarten**

Für die Laminatverbindungen werden die Glasqualitäten E- oder ECR-Glas verwendet.

Matte: Pulvergebundene Wirrfasermatten aus E- oder ECR- Glas, 450 g/m<sup>2</sup> Gewebe: Bidirektionales E-Glasrovingewebe, min. 500 g/m<sup>2</sup> Roving: E-Glasroving mit 2400 tex

**6. Zuschneiden des Glases**

Die Gewebe- und Mattenlagen sind vor dem Laminieren gemäß nachstehender Tabelle zuzuschneiden.

**Stoßlaminat:**

Nennweite	Stärke in mm	Harzmenge in kg	Anzahl u. Breite mm der Matte	Anzahl u. Breite mm des Rovings	Breite des mm Vlieses	Länge der Zuschnitte in mm
DN25	5	0,1	5 x 110		140	150
DN32	5	0,1	5 x 110		140	170
DN40	5	0,1	5 x 110		140	200
DN50	5	0,1	5 x 110		140	230
DN65	5	0,15	5 x 110		140	280
DN80	5	0,2	5 x 110		140	330
DN100	5	0,2	5 x 110		140	400
DN125	5	0,2	5 x 110		140	480
DN150	6,8	0,5	7 x 130	1 x 100	160	570
DN200	7,8	0,9	8 x 170	1 x 120	200	740
DN250	9	1,6	9 x 210	2 x 160	240	810
DN300	10,2	2,6	9 x 250	3 x 190	280	1070
DN350	11,6	4,1	10 x 290	4 x 230	320	1250
DN400	13	5,9	12 x 330	4 x 250	360	1450
DN500	15	10,6	15 x 410	5 x 310	440	1800
DN 600	18	16,8	18 x 450	6 x 350	480	2150

Für Rohrdurchmesser > DN600mm wird ein gesonderter, dem Einsatzfall angepasster, Zuschnitt erstellt.

Bevor mit dem Laminieren begonnen wird, werden die Gewebe und Matten je Laminat in umgekehrter Reihenfolge auf eine saubere Stelle neben dem Arbeitsplatz gelegt. Dieses vermeidet fehlende oder verwechselte Lagen im Laminat. Wir empfehlen, auf der Baustelle Karton oder Folie unterzulegen.

**Achtung:** Glas hat eine große Feuchtigkeitsaufnahme und deshalb darf das Glas nicht mit Wasser in Berührung kommen.

**Hinweis:**

Beim Zuschneiden des Gewebes wird ein Rovingfaden herausgezogen und entlang des Fadenverlaufes geschnitten.

## 7. Rohr und Formstücke fixieren

Rohrsystem mit 2,5mm Chemieschutzschicht ohne Verschleißschutzschicht:

Das Rohr wird mit dem Formstück mechanisch vorfixiert. Dann wird der Spalt zwischen beiden Enden mit Spachtelmasse ausgefüllt. Die Kehlnaht muß komplett mit Spachtelmasse ausgefüllt werden. Der Spachtel härtet aus und bietet die Grundlage für das Stoßlaminat. Das Rohr und das Formstück müssen trotzdem so fest fixiert werden, daß keine Bewegung in der Verbindung während des Aushärtens eintreten kann.

Ist dieses nicht gewährleistet, so müssen zusätzlich Heftlamine gemacht werden.

## 8. Harzanmischen

Erst kurz vor der Verarbeitung darf das Harz angemischt werden, um die Topfzeit möglichst auszunutzen.

**Achtung:**

Niemals Härter und Beschleuniger zusammen mischen. Getrennte Meßgläser für Härter und Beschleuniger benutzen. Härter und Beschleuniger einzeln dem Harz begeben und gut verrühren. **Explosionsgefahr !**

Die Meßgläser werden auch für spätere Anwendungen mittels Filzstift gutleserlich markiert.

H = Härter

B = Beschleuniger

### **Mischungsverhältnis:**

Härteranteil: Das Härtermischungsverhältnis soll mindestens 1,5% sein, am besten 2,0% und nicht mehr als 3,0% zum Harz betragen.

Beschleuniger: Der Beschleunigeranteil beträgt zwischen 1-2%.

Die Härter- und Beschleunigerbeimischung ist von der Umgebungstemperatur und von der Laminatstärke abhängig.

Bei hohen Temperaturen oder/und dicken Laminatstärken ist jeweils der geringe Wert anzustreben.

**Achtung:** Bei zu hohen Konzentrationen kann das Laminat sich beim Aushärten zu stark erwärmen. Dieses ist nicht zulässig. Bei zu niedriger Konzentration innerhalb der angegebenen Toleranz ist eventuell eine ausreichende Aushärtung nicht zu erzielen. In diesem Fall muß thermisch nachgehärtet werden.

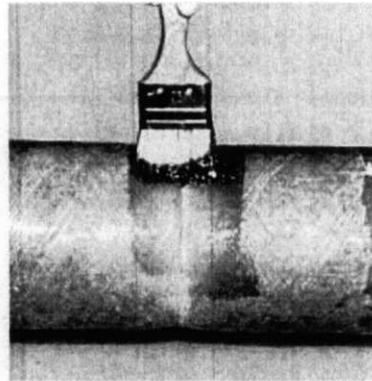
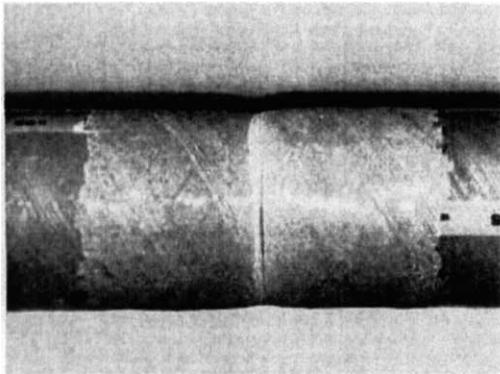
### **Abrasionsfestes System:**

Für das abrasionsfeste System muß aus dem angerührten Harz eine kleine Menge abgefüllt werden, wo unser Verschleißpulver beigegeben wird. Diese Harzmischung wird nur in der inneren Chemieschutzschicht verwendet (max. 4mm).

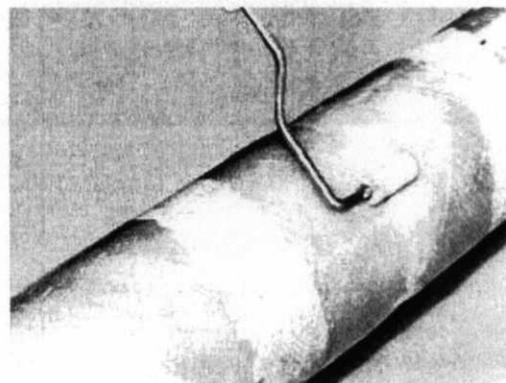
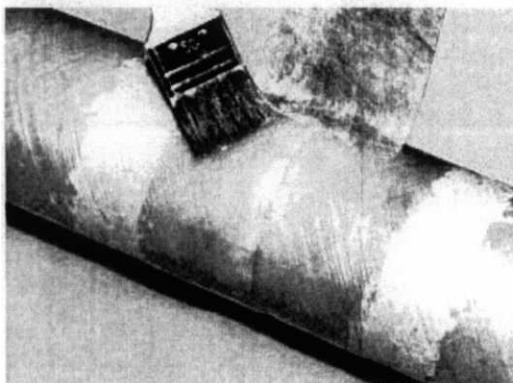
## 9. Laminarbeitsanweisung

Nachdem alle Vorbereitungen gemäß obiger Anweisung getroffen worden sind, kann mit dem Laminieren begonnen werden.

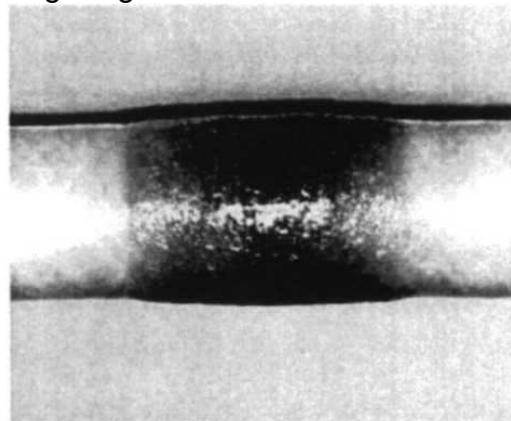
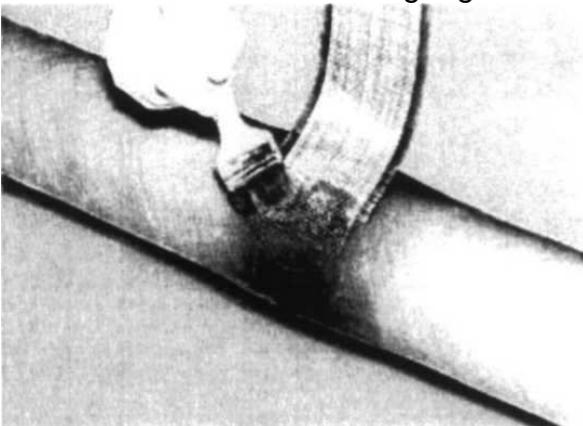
Zuerst wird das Rohr mit der Lammfellrolle oder mit einem Pinsel getränkt.



Anschließend wird die Matte aufgetragen und mit der Entlüftungswalze wird das überschüssige Harz ausgepreßt.



Das Gewebe wird ebenfalls gut getränkt und aufgetragen.



**Merke:**

Beim Trinken des Glases muß mit Harzüberschuß gearbeitet werden, damit die Glasfasern auch zu 100% getränkt werden.

Anschließend muß das überschüssige Harz mit der Entlüftungsrolle wieder ausgedrückt werden. Trockene Stellen und zu hohe Harzgehalte vermindern die Festigkeit!!!

**10. Reparaturfälle:**

Um eine schnelle Wiederinbetriebnahme zu gewährleisten, kann das Laminat, nachdem die Oberfläche gehärtet ist (ca 30 - 60 Min) thermisch nachgehärtet werden. Bei einer Aushärtung von ca. 100°C beträgt die Aushärtezeit c a. weitere 60 min. Danach kann die Rohrleitung direkt wieder mit den vollen Betriebsbedingungen in Betrieb gehen.

**11. Laminataufbau**

Der Glasaufbau hat nach folgender Tabelle zu erfolgen.

DN	Wandst.	Breite						
15-100	5mm	100mm	2xM+2xR	Z	4xM			
125	6mm	100mm	2xM+4xR	Z	3x(M+G)+M			
150	7mm	100mm	2xM+4xR	z	3x(M+G)+2xM			
200	7mm	150mm	2xM+4xR	z	3x(M+G)+2xM			
250	8mm	150mm	3xM+4xR+M	z	3x(M+G)+2xM			
300	8mm	200mm	3xM+4xR+M	z	3x(M+G)+2xM			
350	10mm	200mm	3xM+4xR+M	z	5x(M+G)+M			
400	12mm	250mm	3xM+4xR+M	z	4x(M+G)+M	Z	2x(M+G)+M	
500	15mm	250mm	3xM+4xR+M	z	4x(M+G)+M	Z	4x(M+G)+M	
600	17mm	250mm	3xM+4xR+M	z	4x(M+G)+M	Z	5x(M+G)+M	

Für Rohrdurchmesser > DN600mm wird ein gesonderter, dem Einsatzfall angepasster, Laminataufbau erstellt. Für Rohre ohne Überdruck gilt Breite 250mm, Dicke ca. 1,2xWandstärke.

M =Pulvergebundene Wirrfasermatte aus E- oder ECR Glas 450g/m<sup>2</sup>

G = Bidirektionales E-Glasrovinggewebe 500g/m<sup>2</sup>

R = E-Glasroving 2400 tex

Z = Zwischenhärtung

**Laminieranleitung für GFK-Rohre**

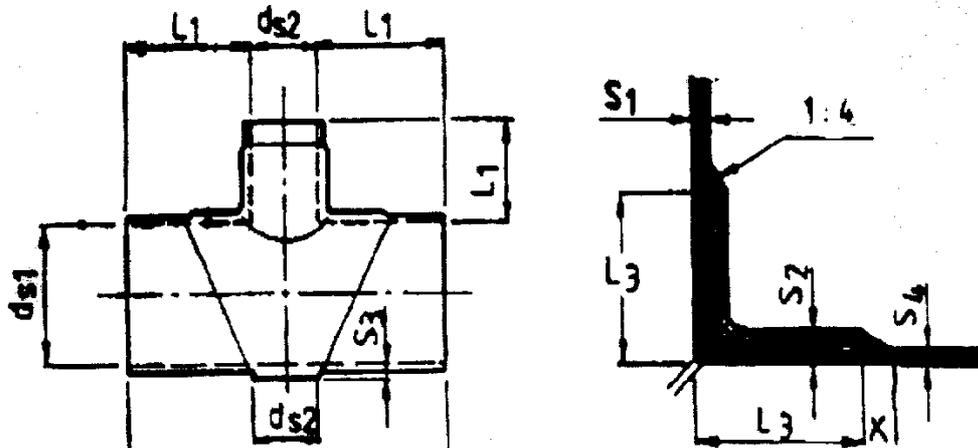
**Erklärung:**

Z.B.

4x(M+G)+M

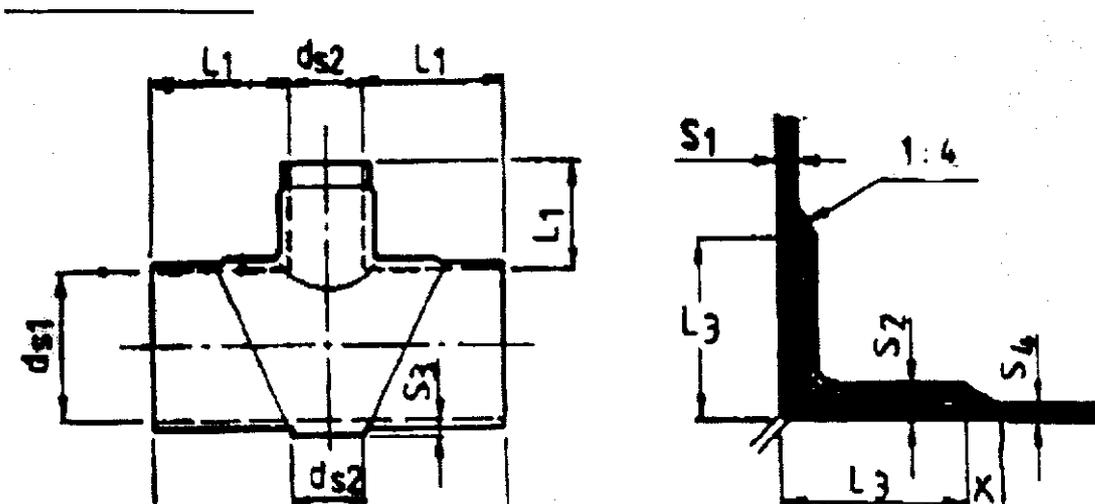
1. 4x Matte und Gewebe abwechselnd auflegen, damit es 8 Lagen ergibt
2. Anschließend eine Mattenlage zusätzlich auflegen.

### 11.1 Stützenlaminat



ds1	ds2	L1	L3	s1	s2	s3
15	10	105	40	5	10	8
20	15	103	40	5	10	8
	10	105	40	5	10	8
25	20	100	40	5	10	8
	15	103	40	5	10	8
	10	90	40	5	10	
32	25	98	40	5	10	8
	20	100	40	5	10	8
	15	90	40	5	10	
40	32	94	40	5	10	8
	25	98	40	5	10	8
	20	90	40	5	10	8
50	40	100	40	5	10	8
	32	104	40	5	10	8
	25	90	40	5	10	8
65	50	105	40	5	10	8
	40	110	40	5	10	8
	32	90	40	5	10	
80	65	103	40	5	10	8
	50	110	40	5	10	8
	40	90	40	5	10	8
100	80	105	40	5	10	8
	65	113	40	5	10	8
	50	80	40	5	10	8
	40	90	40	5	10	

Laminieranleitung für GFK-Rohre



ds1	ds2	L1	L3	s1	s2	s3
125	100	100	40	5	11	9
	80	110	40	5	10	8
	65	115	40	5	10	8
	50	115	40	5	10	
150	125	128	40	5	13	9
	100	140	40	5	11	8
	80	115	40	5	10	8
	65	115	40	5	10	
200	150	175	50	5	16	11
	125	168	40	5	13	9
	100	140	40	5	11	8
	80	140	40	5	10	
250	200	210	65	5	21	13
	150	235	50	5	16	11
	125	165	40	5	13	9
	100	165	40	5	11	
300	250	250	80	7	26	17
	200	175	65	5	21	13
	150	200	50	5	16	11
	125	190	40	5	13	

### Glasaufbau

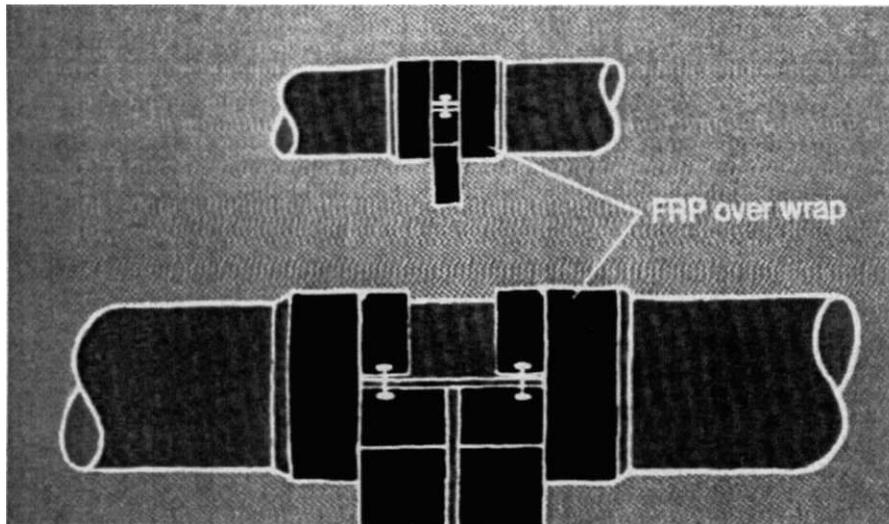
Wandstärke	Glasaufbau
26	4M-Z-4x(M+G)+M-Z-6x(M+G)+M-Z-4x(M+G)+M
21	4M-Z-4x(M+G)+M-Z-6x(M+G)+M
16	4M-Z-4x(M+G)+M-Z-4x(M+G)+M
13	4M-Z-4x(M+G)+M-Z-2x(M+G)+2xM
11	4M-Z-4x(M+G)+M-Z-2x(M+G)+M
10	4M-Z-5x(M+G)+M

**Hinweis:**

Die Kehle beim Stutzenanfang gut mit Spachtelmasse ausrunden.

**11.2 Festpunktlaminat**

Zur Sicherung der Festpunkte hat rechts und links der Rohrschelle jeweils ein Laminat zu erfolgen



Laminatgröße:

DN	Laminatlänge
25 - 100	1x Nennweite
125 - 300	½ x Nennweite
300 - 600	2/3 x Nennweite

Laminatstärke 9mm, jedoch nicht kleiner als die Gummiunterlage + Rohrschellenstärke

Laminataufbau: 6x(M+G)+M

## 12. Umwelteinflüsse

Beim Verkleben und Laminieren sind bestimmte Temperaturen und Feuchtigkeitseinflüsse zu beachten, welche eine Auswirkung auf die Qualität der Verklebeflächen haben.

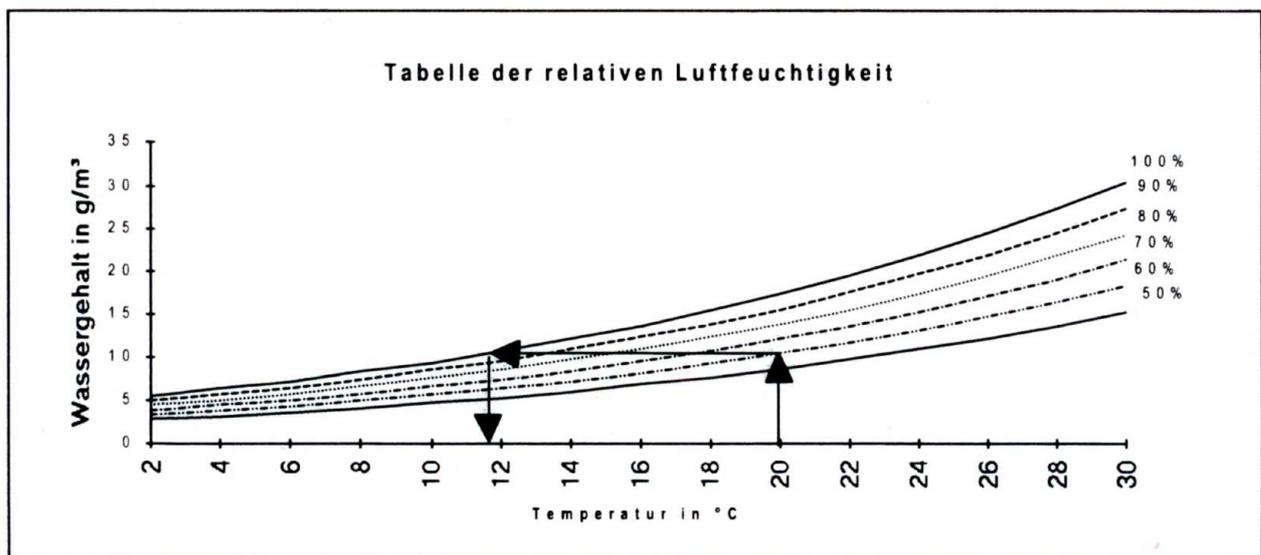
### 12.1. Umgebungstemperatur

Bei Temperaturen unter +5°C ist ein Laminat nicht direkt möglich. Muß bei diesen Temperaturen eine Verbindung gemacht werden, so besteht die Möglichkeit, diese in einem beheizten Zelt durchzuführen und /oder das Harz, das Rohr und das Formstück soweit aufzuwärmen, daß eine einwandfreie Verbindung gewährleistet ist. Beachten Sie, daß das Material nicht über 25°C erwärmt werden soll, weil dann die Topfzeit des Klebers sich stark verkürzt. Bei Temperaturen unter 5°C empfehlen wir die thermische Nachhärtung.

### 12.2 Relative Luftfeuchte

Es gibt keine pauschale Festlegung, bis zu welcher Luftfeuchtigkeit man GFK verarbeiten kann. Es ist jedoch darauf zu achten, daß das Material nicht kälter als der Taupunkt ist und sich Kondenswasser bilden kann.

Tabelle der relativen Luftfeuchtigkeit:



### Beschreibung der Taupunktsermittlung:

Bei einer Umgebungstemperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60% zieht man von der Temperatur eine Linie zur 60 % Kurve. Von diesem Schnittpunkt wird eine waagerechte Linie zum Schnittpunkt mit der 100% Kurve gezogen. Von dem

zweiten Schnittpunkt kann man genau senkrecht darunter die Taupunkttemperatur ablesen. (Hier ca. 11,5°C)

Liegt die Temperatur des Rohres oder des Formstückes unter der Taupunkttemperatur, so müssen diese Materialien über diesem Temperaturpunkt erwärmt werden. Die Erwärmung sollte aber nicht über 25-30°C erfolgen, da sich dann die Tropfzeit verkürzt.

**Achtung:**

Die Gefahr der Taupunktunterschreitung und der damit verbundenen Kondenswasserbildung besteht dann, wenn das Rohr z. B. von einem kalten Lagerplatz in eine gewärmte Vorfertigungshalle gebracht wird.

Bei starker Sonneneinstrahlung hat sich die zur Sonne abgewandte Seite nicht erwärmt und kann deshalb noch unter der Taupunkttemperatur liegen.