

# Trovidur Spiralrohre, 1974

V1763

Werkstoffe

Ein Produkt der Dynamit Nobel AG

# Trovidur<sup>®</sup>

**Trovidur  
Spiralrohre**

**Dynamit Nobel**

**A**ls einer der größten Kunststoff-Verarbeiter der Welt verfügt DYNAMIT NOBEL über alle Möglichkeiten der Forschung und Entwicklung eines fortschrittorientierten Großunternehmens. Aus diesem Potential ist eine große Produktpalette für die verschiedenartigsten industriellen Märkte und den privaten Verbrauchermarkt entstanden.

TROVIDUR wurde als einer der ersten vollsynthetischen Werkstoffe für den Anlagen- und Apparatebau vor mehr als 30 Jahren entwickelt. Die ausgezeichneten Eigenschaften sicherten diesem Werkstoff schon bald eine führende Rolle im Markt, die bis heute beibehalten werden konnte. Den erweiterten Bedürfnissen des Absatzmarktes ist das TROVIDUR Programm immer wieder angepaßt worden, so daß heute insgesamt 15 Produkttypen zur Verfügung stehen. Alle diese Typen zeichnen sich durch gemeinsame Grundeigenschaften aus wie

**Chemikalienbeständigkeit,  
Alterungsbeständigkeit,  
Steifigkeit und Festigkeit,  
Formbeständigkeit  
in der Wärme,  
Schwerentflammbarkeit,  
elektrische Isolierung,  
geringes Gewicht,  
glatte, porenfreie Oberfläche,  
leichte Verarbeitung.**

Zur Sicherung des Qualitätsstandards hat DYNAMIT NOBEL eigene Werksnormen herausgebracht: die TROVIDUR Standards. Sie sind verbindliche Aussagen über die physikalischen Werte der TROVIDUR Werkstoffe auf der Grundlage klar definierter Prüfmethoden. Ferner sind in den Standards — erstmalig auf diesem Sektor — Verarbeitungskenndaten verankert.

Weil eine fertige Anlage nur gut und ihren Preis wert ist, wenn Konstruktion, Werkstoff und Verarbeitung gleichermaßen gut sind, wurde 1970 eine neue, progressive Arbeitsmethode von DYNAMIT NOBEL im Anlagenbau eingeführt: das TROVIDUR TEAM SYSTEM. Die Grundidee ist ein engeres Zusammenwirken zwischen Verarbeiter, Planer, Werkstoffhersteller und Händler, mit dem Ziel, dem Verwender technisch und wirtschaftlich ausgereifte Anlagen zu bieten. Eine solche Anlage erkennt der Verwender an dem Gütesiegel TROVIDUR TEAM SYSTEM, das ihm garantiert:

## **Sicherheit im Anlagenbau**

## Allgemeines

Inhalt	Seite	
<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>	Trovidur Spiralrohre werden aus nicht modifiziertem, ungefülltem Polyvinylchlorid (PVC-hart) hergestellt. Sie besitzen die gleiche hohe Chemikalienbeständigkeit wie die bewährten Trovidur Rohre.
<b>1. Werkstoffeigenschaften</b>		
1.1. Physikalische Werte	5	
1.2. Zeitstandfestigkeit	6	
1.3. Ringsteifigkeit	7	Ein schraubenförmig umlaufender Steg gibt dem Trovidur Spiralrohr große Steifigkeit ohne das Gewicht wesentlich zu erhöhen.
<b>2. Berechnungen</b>		
2.1. Zulässiger Innendruck	8	
2.2. Zulässiger Außendruck	8	
2.3. Belastbarkeit bei Erdverlegung	10	Die Rohre werden aus Profilen gewickelt, deren Abmessungen das Ergebnis einer Optimierungsrechnung sind. Das Fertigungsverfahren macht es möglich, Rohre beliebiger Durchmesser und Längen herzustellen. Zur Zeit sind 13 Durchmesser (NW 500 bis NW 2700) lieferbar; es stehen Profile in sechs verschiedenen Abmessungen zur Verfügung.
2.4. Mittlere Rohrwandtemperatur	11	Aus dem Herstellungsverfahren ergeben sich als besondere Vorteile sehr geringe Eigenspannung der Rohre sowie hohe Form- und Maßgenauigkeit, vor allem optimale Rundheit, gerade Längsachse und genauer Innendurchmesser.
2.5. Längenausdehnung	11	Der umlaufende Steg und die geringe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs erlauben es, Gase mit höheren Temperaturen zu fördern, als dies bei Rohren mit glatten Rohrwandungen möglich ist.
2.6. Stützweiten	12	Trovidur Spiralrohre sind hygienisch einwandfrei, geschmacklich indifferent und geruchlos. An der Rohrwand setzen sich keine Ausfällungsprodukte fest.
<b>3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen</b>		
3.1. Allgemeines	13	Trovidur Spiralrohre werden vorwiegend dort eingesetzt, wo Beständigkeit des Werkstoffs gegenüber aggressiven Medien verlangt wird. Anwendungsschwerpunkte sind:
3.2. Unlösbare Verbindungen	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gastransportleitungen, z. B. für SO<sub>2</sub>- und SO<sub>3</sub>haltige Röstgase</li> <li>● Abgasleitungen, z. B. in Betrieben der Kunstfaser- und der Galvanoindustrie</li> <li>● Lüftungstechnische Leitungen, auch im Erdreich</li> <li>● erdverlegte Transportleitungen für Gase und Flüssigkeiten</li> <li>● Auskleidungen für Kamine</li> <li>● Waschtürme für die Gasentstäubung und Luftreinigung</li> <li>● Reaktionstürme</li> <li>● Behälter zur Lagerung von Chemikalien</li> <li>● erdverlegte Installationsschächte</li> </ul>
3.3. Lösbare Verbindungen	17	
3.4. Kompensatoren	17	
3.5. Rohraufleger	20	
3.6. Formstücke	21	
<b>4. Chemische Beständigkeit</b>	<b>22</b>	
<b>5. Lieferformen</b>		
5.1. Trovidur Spiralrohre	25	
5.2. Verbindungsringe	26	Bei der Verarbeitung von Trovidur Spiralrohren werden die für PVC-hart bekannten Techniken angewendet. Die Rohre lassen sich gut schweißen, kleben, warmformen und spanend bearbeiten. Geeignete Verbindungen, Kompensatoren, Befestigungselemente und Auflager wurden entwickelt.

## 1. Werkstoffeigenschaften

### 1.1. Physikalische Werte

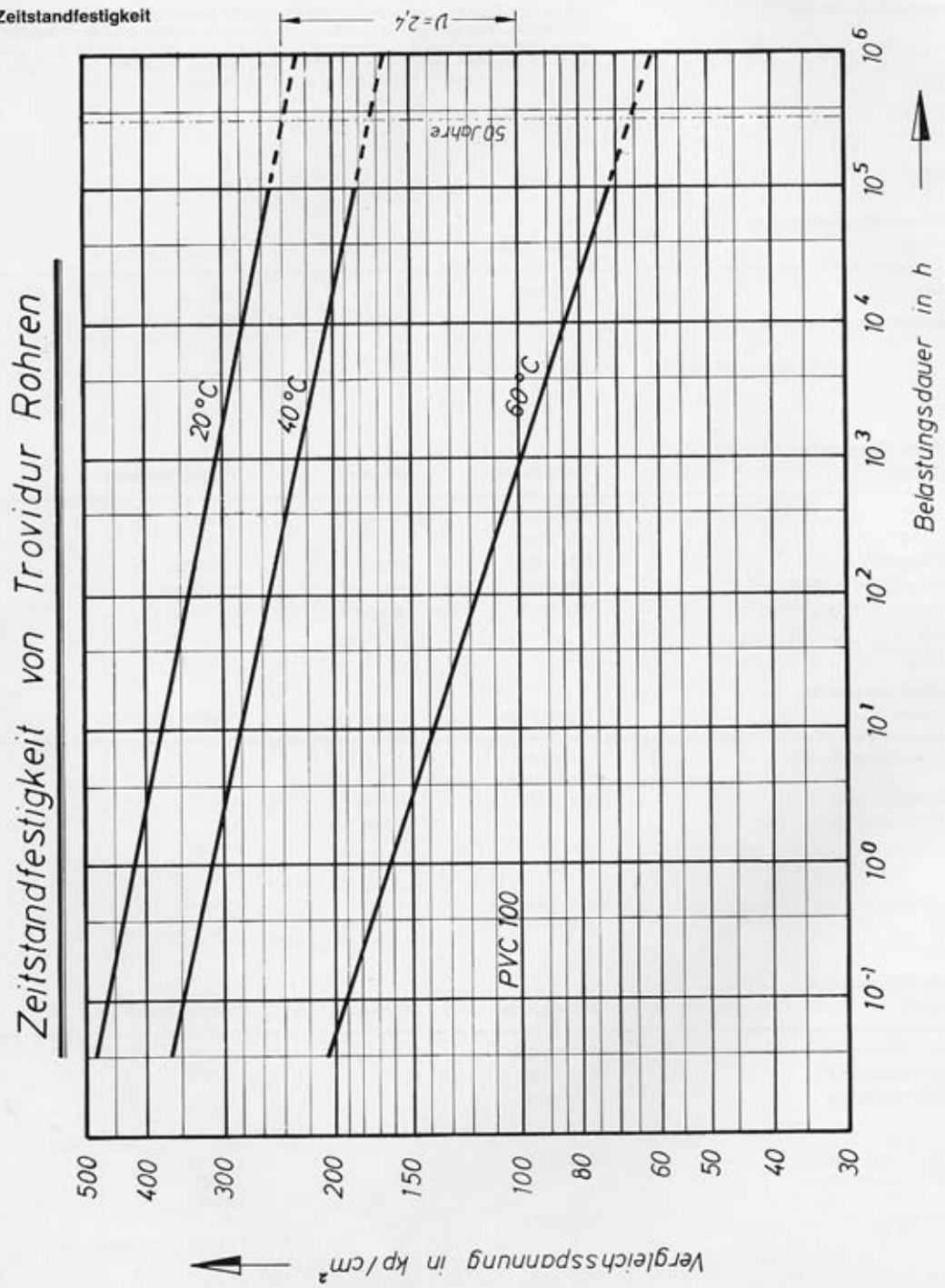
Die in der Tabelle angegebenen physikalischen Werte sind Richtwerte, die unter definierten Bedingungen an Prüfkörpern ermittelt wurden und Durchschnittswerte aus einer großen Anzahl Messungen darstellen. Von den an Prüfkörpern gemessenen Werten kann nicht ohne Einschränkung auf das Verhalten von Fertigteilen geschlossen werden, da Verarbeitung und Formgebung darauf Einfluß haben.

Tabelle 1

<b>Rohdichte und Wasseraufnahme</b>			
Eigenschaften	Prüfmethode	Dimension	Trovidur Spiralrohr
Rohdichte	DIN 53479	g/cm <sup>3</sup>	1,40
Wasseraufnahme nach 24 h 100° C	DIN 8061	mg/cm <sup>2</sup>	1,0
		%	0,4
nach 4 Tagen + 23° C	DIN 53472	mg/cm <sup>2</sup>	0,07
		%	0,03
<b>Mechanische Eigenschaften bei + 23 °C</b>			
Eigenschaften	Prüfmethode	Dimension	Trovidur Spiralrohr
Zugfestigkeit	DIN 53455	kp/cm <sup>2</sup>	≥ 500
Reißdehnung	DIN 53455	%	≥ 30
Elastizitätsmodul	DIN 53457	kp/cm <sup>2</sup>	≥ 30 000
Schlagzähigkeit bei + 20° C	DIN 53453	cmkp/cm <sup>2</sup>	kein Bruch
Kerbschlagzähigkeit bei + 20° C	DIN 53453	cmkp/cm <sup>2</sup>	≥ 2
<b>Thermische Eigenschaften</b>			
Eigenschaften	Prüfmethode	Dimension	Trovidur Spiralrohr
VICAT-Erweichungstemperatur	DIN 53460 Verfahren B	° C	80
Wärmeleitfähigkeit	VDE 0304	kcal/mh ° C	0,14
		kcal/kg ° C	0,27
Brandverhalten	DIN 4102		schwer entflammbar
Lineare Wärmedehnzahl	gem. zwischen + 20 und + 30 °C	1/°C	70 · 10 <sup>-4</sup>
<b>Elektrische Eigenschaften</b>			
Eigenschaften	Prüfmethode	Dimension	Trovidur Spiralrohr
spezifischer Widerstand	DIN 53482	Ω cm	≥ 10 <sup>15</sup>
Oberflächenwiderstand	DIN 53482	Ω	> 10 <sup>13</sup>
Dielektrizitätskonstante bei 800 Hz bei 10 <sup>4</sup> Hz	DIN 53483		3,15
			2,85
Dielektrischer Verlustfaktor bei 800 Hz bei 10 <sup>4</sup> Hz	DIN 53483		0,0190
			0,0165
Durchschlagfestigkeit	DIN 53481	KV/cm	115 (3,0 mm dicke Rohrwand)
Kriechstromfestigkeit	DIN 53480	Stufe	KA3a

1. Werkstoffeigenschaften

1.2. Zeitstandfestigkeit





## 1. Werkstoffeigenschaften

### 1.3. Ringsteifigkeit

Die Ringsteifigkeit ist ein Maßstab für die Außendruckbelastbarkeit elastischer Rohre. Nur über sie ist eine vergleichende Bewertung für Rohre aus thermoplastischen Kunststoffen mit Wandprofilen unterschiedlicher Formen möglich.

In alle Berechnungen außendruckbeanspruchter elastischer Rohre geht deshalb die Ringsteifigkeit

$$RS = \frac{E \cdot I}{r^3} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

als die bestimmende Kennzahl ein.

Darin bedeuten:

$E$  = Elastizitätsmodul des Rohrwerkstoffs (24 h-Wert bei + 20 °C) in  $\text{kp/cm}^2$

$I$  = gerechnetes Flächenträgheitsmoment der Rohrwand pro cm Rohrlänge in  $\text{cm}^4/\text{cm}$

$r$  = Radius der neutralen Faser in cm

Die Bestimmung der Ringsteifigkeit von Rohren mit profilierten Wandungen nach vorgenannter Gleichung ist für thermoplastische Kunststoffe nur annähernd genau. Exakte Werte müssen deshalb durch Verformungsmes-

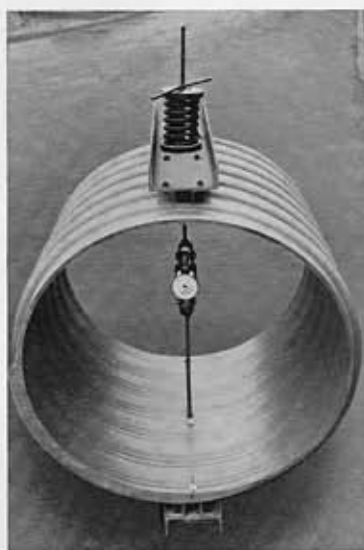


Abb. 1 Messen der Ringsteifigkeit

sungen (Abb. 1) ermittelt werden. Die gerechneten Ringsteifigkeitswerte sind in der Tabelle 2 angegeben. Die Berechnungen unter 2.2. und 2.3. berücksichtigen die Differenz zwischen gerechneter und gemessener Ringsteifigkeit.

Tabelle 2

Ringsteifigkeit von Trovidur Spiralrohren bei 20 °C

NW	Profil	RS [ $\text{kp/cm}^2$ ]
500	L 1	0,2640
500	L 2	0,3780
500	K 1	0,7072
630	L 1	0,1356
630	L 2	0,1945
630	K 1	0,3643
710	L 1	0,0874
710	L 2	0,1256
710	K 1	0,2357
800	L 1	0,0667
800	L 2	0,0958
800	K 1	0,1800
1000	K 1	0,0858
1000	K 2	0,1883
1000	K 3	0,4175
1250	K 1	0,0451
1250	K 2	0,0993
1250	K 3	0,2211
1400	K 1	0,0323
1400	K 2	0,0712
1400	K 3	0,1587
1600	K 1	0,0216
1600	K 2	0,0478
1600	K 3	0,1067
1800	K 2	0,0336
1800	K 3	0,0752
1800	K 4	0,1666
2000	K 2	0,0245
2000	K 3	0,0549
2000	K 4	0,1219
2200	K 2	0,0184
2200	K 3	0,0413
2200	K 4	0,0919
2500	K 3	0,0283
2500	K 4	0,0630
2700	K 3	0,0224
2700	K 4	0,0500

2. Berechnungen

2.1. Zulässiger Innendruck

Aus dem gewählten Rohrwandprofil kann man die Wanddicke für die Innendruckberechnung nicht abgreifen. Bei der Berechnung des zulässigen Innendrucks sind die „gleichwertigen Wanddicken“ ( $s_g$ ) in Ansatz zu bringen:

Wandprofil	L 1	L 2	K 1	K 2	K 3	K 4	
$s_g$	mm	6,3	7,7	10,0	13,4	19,0	24,3

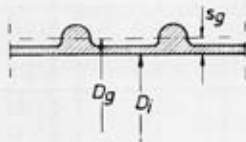


Abb. 2 Maßangaben zur Berechnung der gleichwertigen Wanddicken

Die Vergleichsspannung ( $\sigma_v$ ) ergibt sich aus

$$\sigma_v = \frac{p(D_g - s_g)}{2s_g} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

und die erforderliche Wanddicke aus

$$s = \frac{D_g}{1 + \frac{2\sigma_{zul}}{p}} \quad [\text{cm}]$$

Darin bedeuten:

- $\sigma_v$  = Vergleichsspannung (Zeitstandfestigkeit, Absatz 1.2.) [kp/cm<sup>2</sup>]
- $\sigma_{zul}$  = Vergleichsspannung unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors [kp/cm<sup>2</sup>]
- $s$  = erforderliche Wanddicke [cm]
- $s_g$  = gleichwertige Wanddicke [cm]
- $p$  = Innendruck [kp/cm<sup>2</sup>]
- $D_g$  = gleichwertiger Außendurchmesser ( $D_i + 2 \cdot s_g$ ) [cm]
- $D_i$  = Innendurchmesser [cm]

2.2. Zulässiger Außendruck (Beulung)

Das Einbeulen tritt bei äußerem Druck ein. Voraussetzung für die Anwendung des beschriebenen Rechnungsganges ist, daß der Druck allseitig und gleich groß von außen auf das Rohr drückt. In der Praxis wird diese Belastungsart durch Vakuum im Rohr oder durch flüssige bis zähflüssige Außenbelastung (z. B. Wasser oder Schlamm) erreicht. Im Gegensatz zu dieser Beanspruchung steht die Erdverlegung, bei der das Rohr durch Erdlast einseitig elliptisch deformiert wird.

Die Größe des zulässigen Beuldruckes wird entscheidend beeinflusst von

- a) der Rohrwandtemperatur
- b) einer evtl. wirksamen Versteifung, erreicht z. B. durch eine kraftschlüssige Rohrschelle (s. Absatz 3.5.)

Für die Bestimmung der Ringsteifigkeit (RS) wird ein Vergleichsbeuldruck ( $p_v$ ) errechnet, der die unter a) und b) genannten Einflüsse berücksichtigt

$$p_v = \frac{p \cdot v}{f_1 \cdot f_2} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

Aus Diagramm 1 wird dann mit  $p_v$  die erforderliche Ringsteifigkeit ( $RS_{erforderl}$ ) bestimmt und anschließend in Tabelle 2 (Absatz 1.3.) mit den Ringsteifigkeiten des gewünschten Durchmessers verglichen. Es muß sein

$$RS \geq RS_{erforderl}$$

Es bedeuten:

- $p$  = gewünschter Beuldruck (höchstzulässiger Dauergebrauchsdruck) [kp/cm<sup>2</sup>]
- $f_1$  = Zeit- und Temperaturfaktor, bezogen auf die mittlere Wandtemperatur (s. Absatz 2.4.), Diagramm 2
- $f_2$  = Einspannabstand des Rohres z. B. durch eine Rohrschelle (Diagramm 3). Ist die Einspannlänge  $l = \infty$ , wird  $f_2 = 1$  (Rohr liegt lose in der Schelle)

$v = 3$ , Sicherheitsfaktor gegen elastisches Einbeulen (AD Merkblatt, DVS 22.05 Blatt 1, in Vorbereitung)

Beispiel:

Wie groß ist das Wandprofil zu wählen für ein Trovidur Spiralrohr der NW 1000 unter folgenden Bedingungen:

- Dauergebrauchsbeuldruck  $p$ : 390 mm WS = 0,039 kp/cm<sup>2</sup>
- Gastemperatur: 60 °C
- Außentemperatur: 15 °C (Jahresdurchschnitt)
- Rohrschellenabstand: 6000 mm  $\approx 6 \cdot D$

Lösung:

Mittlere Wandtemperatur (Absatz 2.4.)  $s$  = gewählt (K 2)

$$t_m = t_G - 10 - s = 60 - 10 - 7,2 = 42,8 \text{ °C}$$

$$p_v = \frac{p \cdot v}{f_1 \cdot f_2}$$

$$p = 0,039 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_1 = 0,27 \quad [f(t_m) \text{ Diagramm 2}]$$

$$f_2 = 1,355 \quad [f(x) \text{ Diagramm 3}]$$

$$v = 3$$

$$p_v = \frac{0,039 \cdot 3}{0,27 \cdot 1,355} = 0,320 \text{ kp/cm}^2$$

$$p_v = 0,320 \text{ kp/cm}^2 \text{ entspricht } RS = 0,16 \text{ kp/cm}^2 \text{ (Diagramm 1)}$$

Bestimmung des Wandprofils (Absatz 1.3., Tabelle 2):

$$RS \text{ für NW 1000/K 1} = 0,058 \text{ kp/cm}^2 < RS_{erforderl} \text{ mit } 0,16 \text{ kp/cm}^2$$

$$RS \text{ für NW 1000/K 2} = 0,1883 \text{ kp/cm}^2 > RS_{erforderl} \text{ mit } 0,16 \text{ kp/cm}^2$$

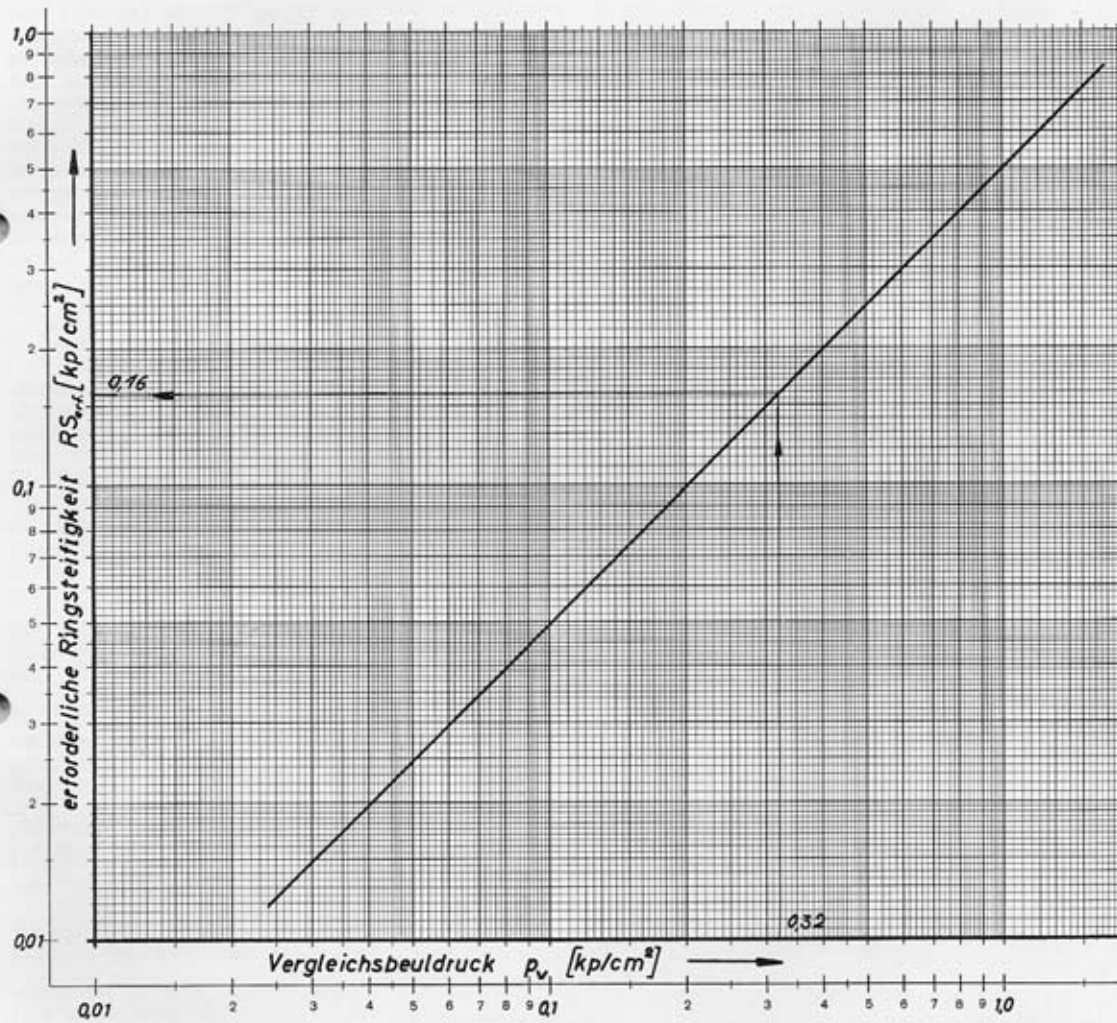
Es wird das Profil mit der größeren RS gewählt, demnach Profil K 2.



## 2. Berechnungen

Diagramm 1

Erforderliche Ringsteifigkeit



2. Berechnungen

Diagramm 2

Zeit- und Temperaturfaktor, bezogen auf die mittlere Wandtemperatur

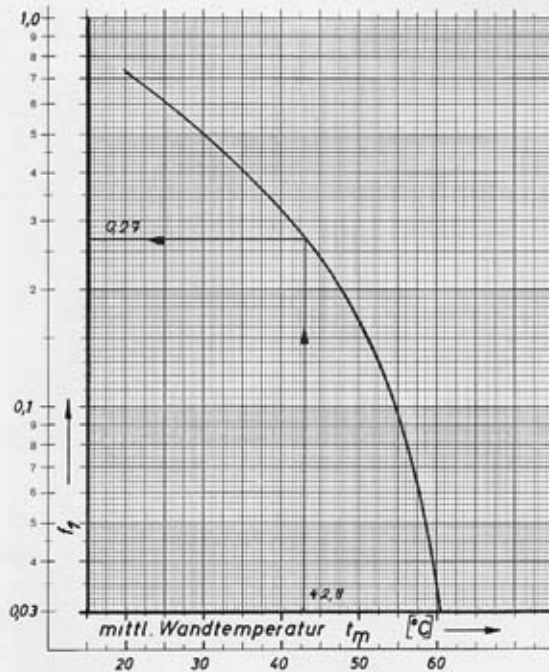
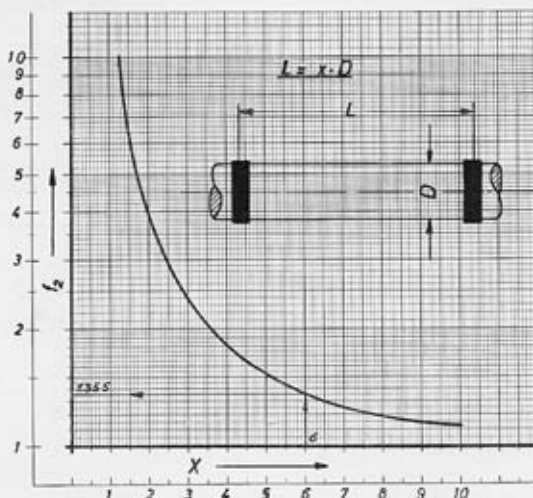


Diagramm 3

Einspannabstand



2.3. Belastbarkeit bei Erdverlegung

Als Grundlage für die statische Berechnung erdverlegter Trovidur Spiralsrohre empfehlen wir die Vorschläge \* / von Dr.-Ing. Günter Leonhardt, die auf Untersuchungen im Erdlaboratorium Essen basieren. Dabei wird als maximal zulässige Abweichung vom Kreisprofil eine Verformung von 3 % angesetzt.

Bei Erdverlegung ohne Verkehrslast und vereinfachter Berechnung der Bettungssteifigkeit kann für die Verformung eine Überschlagsrechnung angewendet werden. Dabei werden folgende Einbaubedingungen angenommen:

- a) Erdlast bei Dammbedingungen
- b) Vorverformung des Rohrdurchmessers um ca. 1 % durch Verdichtung des Verfüllmaterials
- c) Verfüllmaterial: nichtbindige Böden (Sand, Kies)

Die Verformung des Rohres wird berechnet nach der Formel

$$z = \frac{0,025 \cdot q}{RS} \quad [\%]$$

Darin bedeuten:

- q = Belastung in Rohrscheittelebene durch Erdschüttung aus  $\gamma \cdot H$  [Mp/m<sup>2</sup>]
- $\gamma$  = Raumbgewicht der Überschüttung [Mp/m<sup>3</sup>]
- H = Höhe der Überschüttung [m]
- RS = Ringsteifigkeit [kp/cm<sup>2</sup>]

Das Ergebnis einer so vereinfachten Rechnung ist naturgemäß nicht sehr genau. Es wird deshalb empfohlen, die Berechnung unter Berücksichtigung aller Verlegebedingungen durchzuführen, falls die Überschlagsrechnung eine Verformung des Rohrdurchmessers von > 2 % ergibt.

\* / Titel: Einfluß der Bettungssteifigkeit auf die Tragfähigkeit und die Verformung von flexiblen Rohren

## 2. Berechnungen

Bei der Erdverlegung von Trovidur Spirallohren ist auf sorgfältige Verfüllung des Rohrgrabens zu achten. Schwere, bindige Massen sollten nicht verwendet werden, sondern sandige oder kiesige, nichtbindige Böden. Kunststoffrohre werden auf Verformung berechnet; dabei wird eine seitliche korsettähnliche Stützwirkung vorausgesetzt. Die verdichtete Verfüllung ist ein Teil des Rohrauflegers. Ihr Dichtezustand bestimmt wesentlich die Erddruck- und Erdlastverteilung. Deshalb soll im Bereich der Leitungszone — von Rohrgrabensohle bis 300 mm über Rohrscheitel — eine bleibende Verdichtung erreicht werden. Besonders sorgfältig ist die Rohrbettung zwischen Sohle und Kämpfer zu verdichten.

Trovidur Spirallohre dürfen grundsätzlich nicht auf ein Betonbett aufgelegt werden, auch dann nicht, wenn das Betonbett dem Rohr angepaßt ist, da es hierbei zu örtlich erhöhten Verformungen kommen kann. Sofern es die Untergrundverhältnisse nicht anders zulassen, ist auf die Betonsohle eine steinfreie Sandschicht von 0,1D + 100 mm, mindest jedoch 200 mm, aufzubringen.

Im übrigen sind folgende Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten:

### DIN 18300:

VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine technische Vorschriften — Erdarbeiten

### DIN 4033:

Entwässerungskanäle und -leitungen aus vorgefertigten Rohren;

### Richtlinien für die Ausführung:

Auflager und Einbettung, Abschnitt 4.21 und 4.3

Verfüllen und Verdichten, Abschnitt 8

### ZTVE-StB65:

Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Merkblatt für das Zufüllen von Leitungsgräben, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V., Arbeitsgruppe Untergrund

### 2.4. Mittlere Rohrwandtemperatur

Die mittlere Wandtemperatur ist für die Festlegung der zulässigen Rohrwandspannung bzw. des E-Moduls von maßgebender Bedeutung. Die Berechnung der mittleren Rohrwandtemperatur ist vor allem dann notwendig, wenn im Rohr heiße Gase geführt werden, weil der Wärmeübergang von Gasen auf die Rohrwand sehr klein ist. Bei heißen Gasen ist deshalb die Temperatur der inneren Oberfläche geringer als bei Flüssigkeiten.

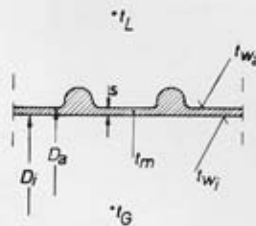


Abb. 3 Maßangaben zur Berechnung der mittleren Rohrwandtemperatur

Die mittlere Wandtemperatur ist

$$t_m = \frac{t_{w_a} + t_{w_i}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Darin bedeuten

$$t_{w_a} = t_L + \frac{q}{\pi} \cdot \frac{1}{\alpha_a \cdot D_a} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{w_i} = t_G - \frac{q}{\pi} \cdot \frac{1}{\alpha_i \cdot D_i} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Die treibende Wärmemenge ist

$$q = Kr \cdot \Delta t \quad [\text{kcal/m h}]$$

die Temperaturdifferenz

$$\Delta t = t_G - t_L \quad [^{\circ}\text{C}]$$

und die Wärmedurchgangszahl

$$Kr = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot D_i} + \frac{1}{2 \cdot \lambda} \ln \frac{D_a}{D_i} + \frac{1}{\alpha_a \cdot D_a}} \quad [\text{kcal/m h } ^{\circ}\text{C}]$$

Für eine Überschlagsrechnung bei Gastemperaturen von  $> 50^{\circ}\text{C}$  und Umgebungstemperaturen von durchschnittlich  $20^{\circ}\text{C}$  kann folgende Formel verwendet werden:

$$t_m = t_G - 10 - s \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Formelzeichen:

$t_m$  = mittlere Rohrwandtemperatur  $[^{\circ}\text{C}]$

$t_L$  = Umgebungstemperatur  $[^{\circ}\text{C}]$

$t_G$  = Gastemperatur  $[^{\circ}\text{C}]$

$\Delta t$  = Temperaturdifferenz  $[^{\circ}\text{C}]$

$t_{w_i}$  = innere Wandtemperatur  $[^{\circ}\text{C}]$

$t_{w_a}$  = äußere Wandtemperatur  $[^{\circ}\text{C}]$

$s$  = Wanddicke zwischen den Stegen  $[\text{mm}]$

$\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit (PVC = 0,14)  $[\text{kcal/m h } ^{\circ}\text{C}]$

$\alpha$  = Wärmeübergangszahl  $[\text{kcal/m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}]$

$q$  = Wärmemenge  $[\text{kcal/m h}]$

$Kr$  = Wärmedurchgangszahl  $[\text{kcal/m h } ^{\circ}\text{C}]$

Wenn Trovidur Spirallohre im Freien eingesetzt werden, ist vor allem in warmen Klimazonen an windgeschützten Stellen unter Sonneneinstrahlung mit erhöhten Oberflächentemperaturen zu rechnen. Da hellere Flächen die Strahlungswärme in geringerem Maße absorbieren als dunkle, könnte dem durch Verwendung von Rohren in hellerer Einfärbung als Standardfarbe Grau RAL 7011 bis zu einem gewissen Grade begegnet werden. Auf Anfrage sind Trovidur Spirallohre auch in hellgrau RAL 7001 oder weiß lieferbar.

### 2.5. Längenausdehnung

Bei der Verlegung von Trovidur Spirallohren sind die Längenänderungen durch Temperaturschwankungen zu berücksichtigen. Der Wärmeausdehnungskoeffizient beträgt bei PVC-hart

$$\alpha = 70 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C} = 0,07 \text{ mm/m } ^{\circ}\text{C}$$

2. Berechnungen

In der Praxis wird infolge von Reibungsverlusten die effektive Ausdehnung geringer sein. Die Differenz zwischen theoretischer und effektiver Ausdehnung wirkt sich in Axialspannungen aus. Zur Berechnung der Längenänderung setzt man jedoch im allgemeinen den theoretischen Wert ein.

Die Längenänderung durch Ausdehnung ist

$$\Delta L = L \cdot \Delta t \cdot \alpha \quad [m]$$

Darin ist die Temperaturdifferenz

$$\Delta t = t_{w_{max}} - t_{w_{min}} \quad [^{\circ}C]$$

Es bedeuten:

- $\Delta t$  = Temperaturdifferenz  $[^{\circ}C]$
- $t_{w_{min}}$  = minimale mittlere Wandtemperatur  $[^{\circ}C]$
- $t_{w_{max}}$  = maximale mittlere Wandtemperatur  $[^{\circ}C]$
- $L$  = Länge der Rohrleitung  $[m]$
- $\Delta L$  = Längendifferenz der Rohrleitung  $[m]$
- $\alpha$  = Ausdehnungskoeffizient =  $70 \cdot 10^{-4}/^{\circ}C$

Die durch Dehnungsbehinderung entstehende Axialspannung ist

$$\sigma_A = \Delta t_m \cdot \alpha \cdot E \quad [kp/cm^2]$$

Es bedeuten:

- $E$  = temperaturabhängiger Kurzzeit-E-Modul  $[kp/cm^2]$
- $\sigma_A$  = Axialspannung  $[kp/cm^2]$
- $\Delta t_M$  = Temperaturdifferenz, bezogen auf Montagetemperatur  $[^{\circ}C]$

Die Größenordnung solcher Spannungen zeigt das folgende Beispiel.

angenommene Temperaturverhältnisse:

- Montagetemperatur =  $+30^{\circ}C$
- mittlere Wandtemperatur =  $-10^{\circ}C$

dann ist  $\Delta t_M = 40^{\circ}C$

Mit  $\alpha = 70 \cdot 10^{-4}/^{\circ}C$

und  $E = 30\,000\, kp/cm^2$

ergibt

$$\sigma_A = \frac{40 \cdot 70 \cdot 30\,000}{10^4} = 84\, kp/cm^2 \quad \text{(Zugspannung)}$$

Bei mittleren Wandtemperaturen über  $20^{\circ}C$  wird zwar ein Teil dieser Spannung durch Relaxation abklingen; plötzlich auftretende Temperaturänderungen können jedoch Spannungen in dieser Größenordnung entstehen lassen.

2.6. Stützweiten

Als waagrecht verlegte Leitungen werden Trovidur Spiralrohre in Rohrauflegern nur für gasförmige Medien eingesetzt. Darum ist für die Durchbiegung nur das Eigengewicht maßgebend.

Untersuchungen haben ergeben, daß ein Schellenabstand von  $10 \times D_i$  zulässig ist. Aus konstruktiven Gründen wird man jedoch die Stützweiten nicht größer als 10 m wählen.

Da die Trovidur Spiralrohre optimal rund sind, können die Gleichungen der Biegelinie mit großer Sicherheit verwendet werden.

$$f = \frac{p \cdot l^3}{E_K \cdot I \cdot 384} \quad [cm]$$

$$\sigma_B = \frac{10 \cdot M_b \cdot D_a}{D_a^4 - D_i^4} \quad [kp/cm^2]$$

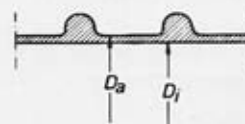


Abb. 4 Maßangaben zur Berechnung der Stützweiten

Bleiben die Stützweiten in den Grenzen

$$l = 10 \times D_i \text{ bzw. } < 10\, m$$

wird die zulässige Biegespannung

und Durchbiegung bei mittlerer Wandtemperatur  $< 50^{\circ}C$  selbst bei großer Windlast nicht überschritten.

Extreme Temperaturbeanspruchungen, Windlasten, Schwingungen und andere Belastungen müssen im Einzelfall statisch nachgewiesen werden. Als Grundlage für die Berechnung dienen die zulässigen Biegespannungen in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur sowie der temperatur-, zeit- und spannungsabhängige Kriechmodul.

Formelzeichen:

- $f$  = Durchbiegung  $[cm]$
- $P$  = Gewicht des Rohres, bezogen auf Länge  $l$   $[kp]$
- $l$  = Auflageabstand  $[cm]$
- $E_K$  = Kriechmodul  $[kp/cm^2]$
- $I$  = Trägheitsmoment der Kreisfläche  $[cm^4]$
- $\sigma_B$  = Biegespannung  $[kp/cm^2]$
- $M_b$  = Biegemoment  $[kpcm]$

### 3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

#### 3.1. Allgemeines

Beim Schweißen, Kleben, Warmformen und spanenden Bearbeiten sind die für PVC-hart bekannten Verarbeitungstechniken anwendbar. Das Trennen der Rohre erfolgt zweckmäßig mit einer Handkreissäge, und zwar bei Nennweiten bis 1000 von außen und bei größeren Nennweiten von innen. Gerader Schnitt wird durch einen An-

schlag erzielt, der um bzw. in das Rohr gelegt wird (Abb. 5).

Die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen und abgebildeten Bauteile sind als Vorschläge anzusehen. Sie stellen also keine bindenden Konstruktionsvorschriften dar. Mancher Bedarfsfall wird abgewandelte Formen verlangen.

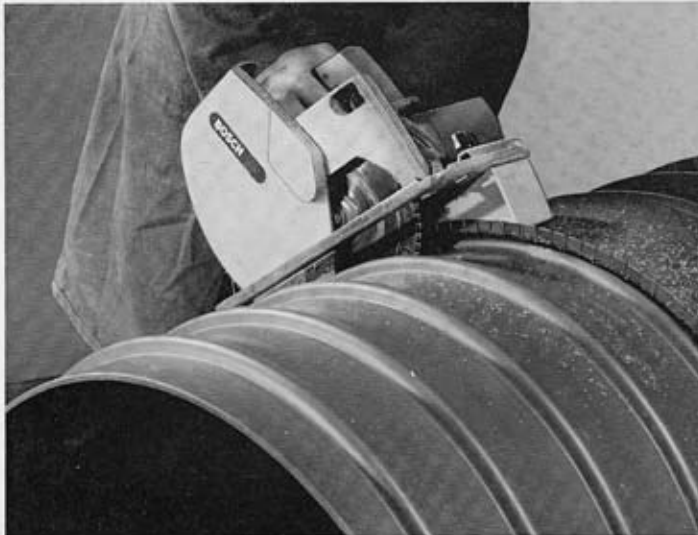


Abb. 5 Trennen von Trovidur Spiralrohren

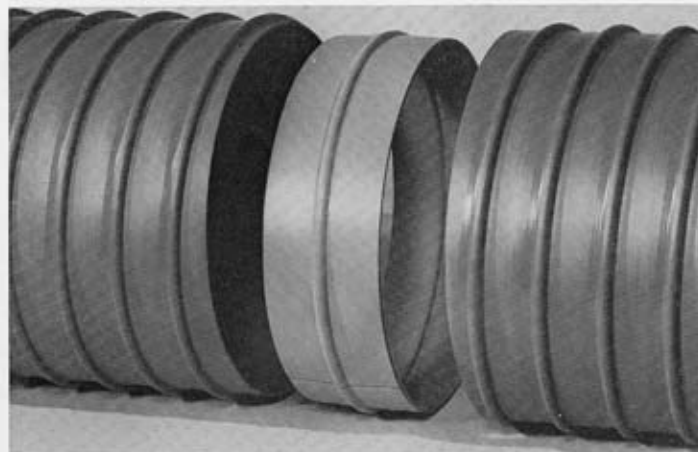


Abb. 6 Kupplungsring für Trovidur Spiralrohre NW 500 bis 1000

#### 3.2. Unlösbare Verbindungen

Bekanntlich sind im Rohrleitungsbau unlösbare Verbindungen die sichersten und kostengünstigsten. Deshalb sollte weitgehend solchen Verbindungen der Vorzug gegeben werden.

Trovidur Spiralrohre werden durch Kupplungsringe miteinander verbunden, die in die Rohrenden eingeklebt werden. Die im PVC-Rohrleitungsbau verwendeten Lösungsmittelkleber führen wegen ihres hohen Lösungsmittelanteils bei großflächigen Klebungen zu Schwierigkeiten. Für das Einkleben von Kupplungsringen in Trovidur Spiralrohre haben sich Reaktionskleber bewährt. Wir empfehlen den Reaktionskleber Agomet® MDS\*. Die technischen Daten dieses Klebers sind:

Basis:	Methylmethacrylat
Komponenten:	2
Dosierung:	Harz = 100 Gewichtsanteile Härter = 3 Gewichtsanteile
Topfzeit:	20 Minuten (bei 20 °C)
Endfestigkeit nach Stunden:	6 h
Gefahrenklasse (Vbf):	A 1
Flammungspunkt:	+ 10 °C
Gebindegrößen:	2,5 kg und 4,5 kg



Abb. 7 Auftragen des Klebers in ein Rohrende  
\* / DEGUSSA, HANAU

### 3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

Bei der Verarbeitung des Klebers sind die Merkblätter A 6 und G 4 der „Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie“ zu beachten.

Lösungsmittel = Agovit®-Verdünner\*/

Für Troidur Spiralrohre bis NW 1000 und über NW 1000 werden unterschiedliche Kupplungsringe eingesetzt. Beim Einkleben wird wie folgt verfahren:

Rohre NW 500 bis NW 1000

Rohre dieser Nennweiten werden mit einem geschlossenen vorgefertigten Kupplungsring aus Troidur PVC-hart (Abb. 6) verbunden.

Die zu verklebenden Flächen werden mit Schmirgel aufgeraut und anschließend mit dem Verdünner Agovit sorgfältig gereinigt und angelöst. Als dann wird der Kleber mit einer Polyäthylen-Spachtel gleichmäßig im Rohr (Abb. 7) und auf eine Hälfte des Kupplungsringes (Abb. 8) aufgetragen. Dann wird der Ring in das Rohrende geschoben. Vorbereiten und Kleben der zweiten Ringhälfte und des zweiten Rohrendes erfolgt in gleicher Weise (Abb. 9). Der aus den Klebspalten ausgetretene überschüssige Kleber muß entfernt werden (Abb. 10). Der ungefähre Klebstoffbedarf ist aus Tabelle 3 ersichtlich.

Rohre NW 1250 und größer

In Rohre dieser Nennweiten werden innen glatte, offene Kleberinge eingeklebt, die vom Verarbeiter selbst gefertigt werden können. Nach dem Auftragen des Klebers auf die Klebflächen wird der Ring eingelegt und mit einer einfachen Spreizvorrichtung an die Rohrwand gepreßt (Abb. 11). Über den Klebstoffbedarf gibt die Tabelle 4 Auskunft.

Klebverbindungen mit Agomet MDS sind gegen Alterung, Witterung, und gegen Chemikalien bis zu mittleren Konzentrationen beständig. Treten Angriffsmittel höherer Konzentration auf (z. B. in Kondensaten), sind die offenen Klebekanten mediumseitig zu verschweißen. Troidur Spiralrohre, bei denen die Innenflächen nicht zugänglich sind, schweißt man von außen stumpf aneinander

\* / DEGUSSA, Hanau

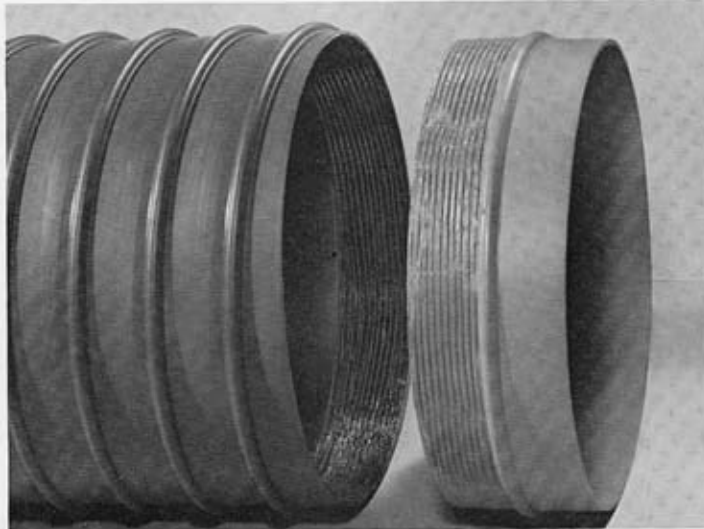


Abb. 8 Kupplungsring mit einseitigem Kleberauftrag

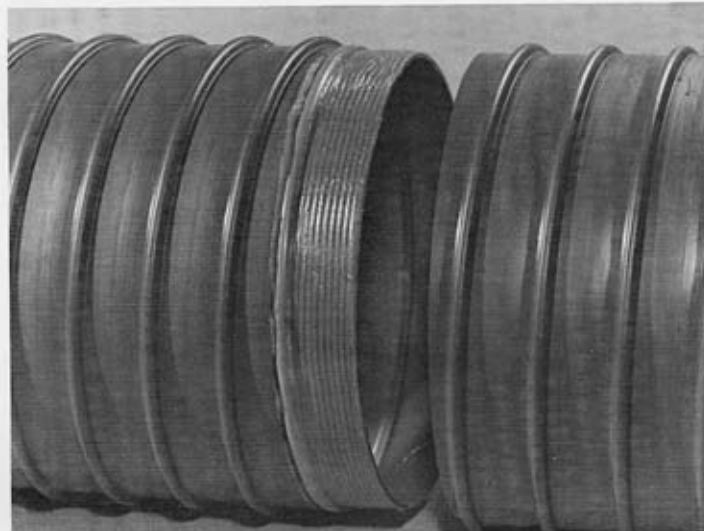


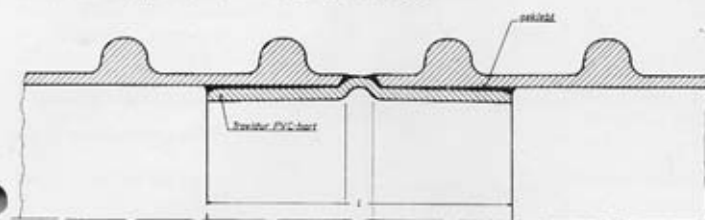
Abb. 9 Kupplungsring, einseitig eingeklebt, Kleberauftrag auf zweiter Ringhälfte

3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

**Tabelle 3**

Klebstoffbedarf für

unlösbare Verbindung mit vorgefertigtem Kupplungsring für Troidur Spiralrohre NW 500 bis NW 1000



Klebelängen (L) und Kleberbedarf pro Klebung

NW		500	630	710	800	1000
L	(mm)	240	240	240	240	240
Kleberbedarf	(kg)	0,88	1,08	1,22	1,34	1,70

Agovit zum Reinigen und Anlösen  $\approx 5\%$  vom Kleberbedarf

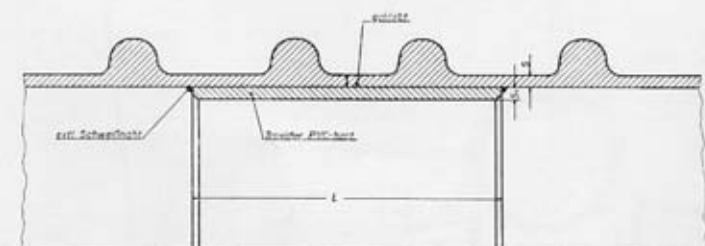


Abb. 10 Fertige Klebverbindung

**Tabelle 4**

Klebstoffbedarf für

unlösbare Verbindung mit glattem Kupplungsring für Troidur Spiralrohre NW 1250 und größer



$S_r \geq S$  zwischen den Stegen

Klebelängen (L) und Kleberbedarf pro Klebung

NW		1250	1400	1600	1800	2000	2200	2500	2700
L	(mm)	240	240	240	240	300	300	350	350
Kleberbedarf	(kg)	2,15	2,35	2,72	3,06	4,22	4,65	6,20	6,75

Agovit zum Reinigen und Anlösen  $\approx 5\%$  vom Kleberbedarf

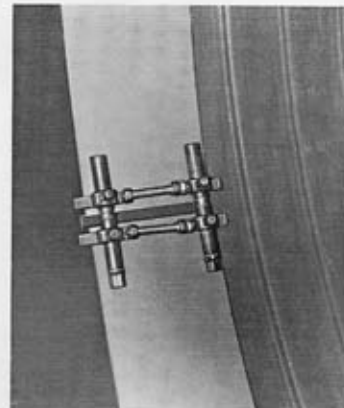


Abb. 11 Anpressen des Kleberinges mit Spreizvorrichtung

3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

Abb. 12 Verbindung mit Vorschweißbund nach DIN 2673

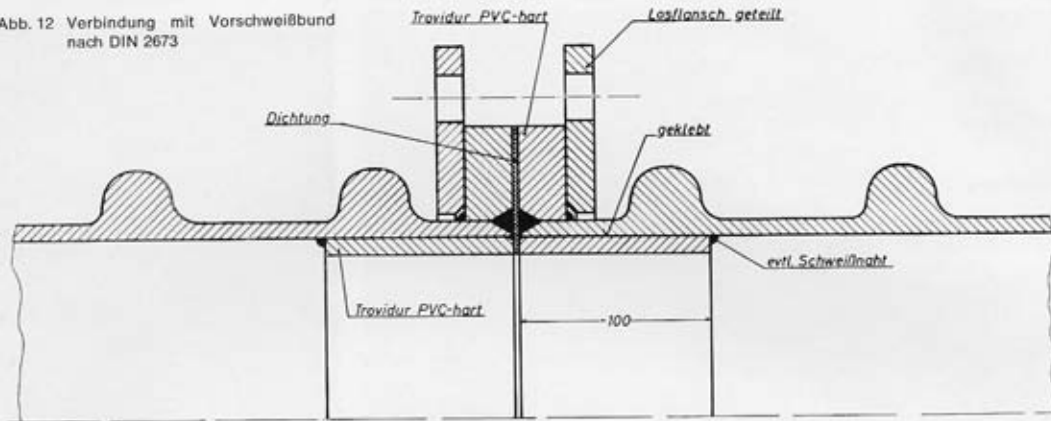


Abb. 13 Verbindung mit Vorschweißbund und GFP-Verstärkung

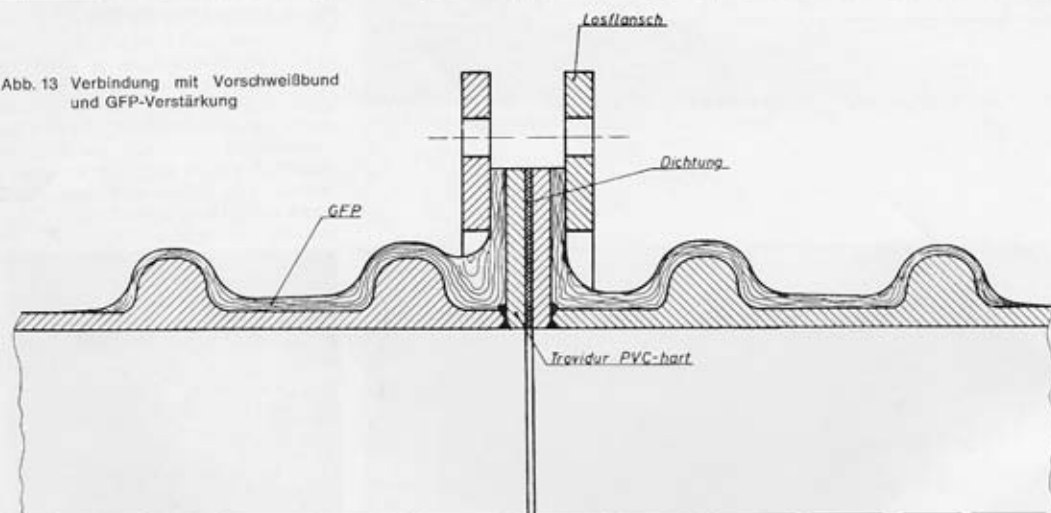
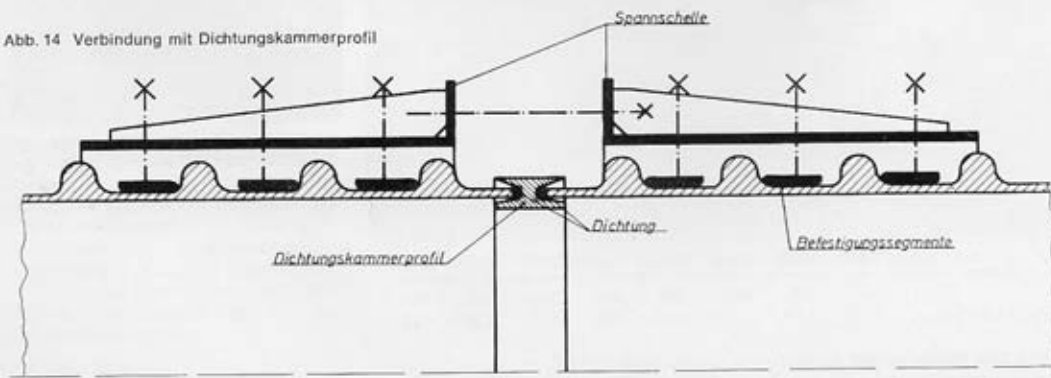


Abb. 14 Verbindung mit Dichtungskammerprofil





### 3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

#### 3.3. Lösbare Verbindungen

Die in Abb. 12 bis 14 dargestellten Konstruktionen haben sich in der Praxis bewährt. Andere Formen lösbarer Verbindungen sind denkbar. In vielen Fällen kann bei entsprechender Anordnung der Kompensatoren auf zusätzliche Verbindungen verzichtet werden.

#### 3.4. Kompensatoren

##### 3.4.1. Konstruktionen

Die in den Abb. 15, 19 und 20 dargestellten Kompensatoren lassen sich ohne besonderen Aufwand handwerklich herstellen. Diese Ausführungen haben sich im Einsatz bewährt.

Der Kompensator mit Spannschellenbefestigung gem. Abb. 15 kann in verschiedenen Größen mit bis zu drei Wellen hergestellt werden. Solche Kompensatoren vor und nach dem Einbau zeigen die Abb. 16 bis 18.

Kompensatoren gleicher Ausführung, jedoch einseitig mit Flansch, gem. Abb. 19 können z. B. zum Anschluß an Festpunkte vorgesehen werden. Diese Konstruktion ist für waagerechte und senkrechte Rohrleitungsführung geeignet.

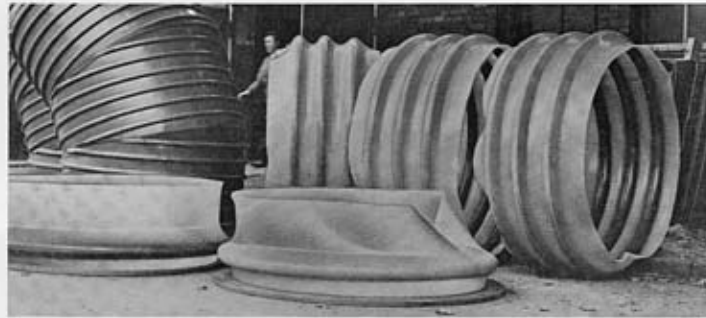


Abb. 16 Dreiwellige Kompensatoren vor dem Einbau

Tabelle 5

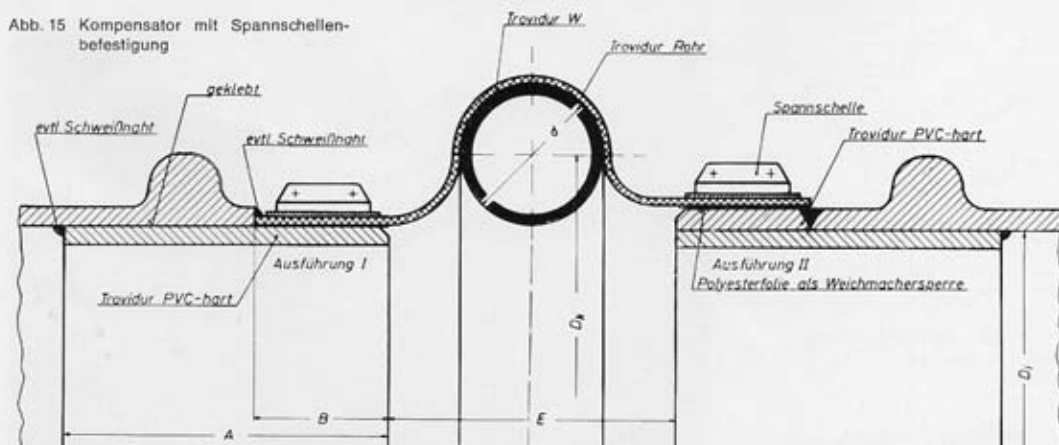
Abmessungen Kompensator mit Spannschellenbefestigung gem. Abb. 15

NW	E	C	A	B	$D_i$	d	s
500	63	44	170	70	488	20 x 2,3	4,0
630	63	44	170	70	613	20 x 2,3	4,0
710	63	44	170	70	710	20 x 2,3	4,0
800	80	52	170	70	778	25 x 2,8	4,0
1000	100	60	170	70	1004	32 x 3,6	5,0
1250	125	74	200	70	1242	40 x 4,5	5,0
1400	125	74	200	70	1390	40 x 4,5	5,0
1600	200	110	200	70	1590	63 x 7,0	6,0
1800	200	110	250	70	1790	63 x 7,0	6,0
2000	200	110	250	70	1990	63 x 7,0	6,0
2200	235	130	250	70	2190	75 x 5,6	6,0
2500	235	130	250	70	2488	75 x 5,6	6,0
2700	235	130	250	70	2690	75 x 5,6	6,0

C = ca. Dehnungsweg

s = abhängig von der Höhe der Druck- und Temperaturbelastung

Abb. 15 Kompensator mit Spannschellenbefestigung



Ausführung I oder II abhängig von Durchmesser, Wandprofil und Druckbelastung (gilt auch für Abb 15)

$D_0 \neq D_1 + d$

### 3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

Der in Abb. 20 dargestellte Kompensator ist nur für vertikale Rohrführung vorgesehen.

#### 3.4.2. Festlegung des Einbaumaßes $E_M$ für Kompensator aus Abb. 15

Das in Tabelle 5 angegebene Maß „E“ ist nur dann als Einbaumaß zu verwenden, wenn die Montagetemperatur

$$t_M = \frac{t_{w_{max}} + t_{w_{min}}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

entspricht.

Bestehen Temperaturdifferenzen nach

$$t_{w_{max}} - t_M + t_M - t_{w_{min}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

muß das Einbaumaß errechnet werden nach der Gleichung

$$E_M = \left( E - \frac{C}{2} + \frac{C \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1} \right) \cdot n \quad [\text{mm}]$$

Darin bedeuten:

$n$  = Anzahl der Kompensatorwellen

$C$  = Dehnweg [mm]

$E$  = Einbaumaß, wenn

$$t_M = \frac{t_{w_{max}} + t_{w_{min}}}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$\Delta t_1 = t_{w_{max}} - t_{w_{min}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$\Delta t_2 = t_{w_{max}} - t_M \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_M = \text{Montagetemperatur} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{w_{max}} = \text{größte mittlere Wandtemperatur} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{w_{min}} = \text{kleinste mittlere Wandtemperatur} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Beispiel:

Rohr NW 1000, Rohrlänge  $L = 15 \text{ m}$

$$t_{w_{max}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{w_{min}} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_M = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

a) Gesamtlängenänderung des Rohres:

$$\begin{aligned} \Delta L &= L \cdot \Delta t \cdot \alpha \\ &= 15 \cdot 50 \cdot 0,07 \\ &= 53 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Größe des Kompensators

Gesamtdehnung ( $C$ ) eines einwelligen Kompensators für NW 1000:  
 $C = 60 \text{ mm}$

Die Gesamtlängenänderung kann demnach von einem einwelligen Kompensator aufgenommen werden.



Abb. 17 Dreiwelliger Kompensator, eingebaut

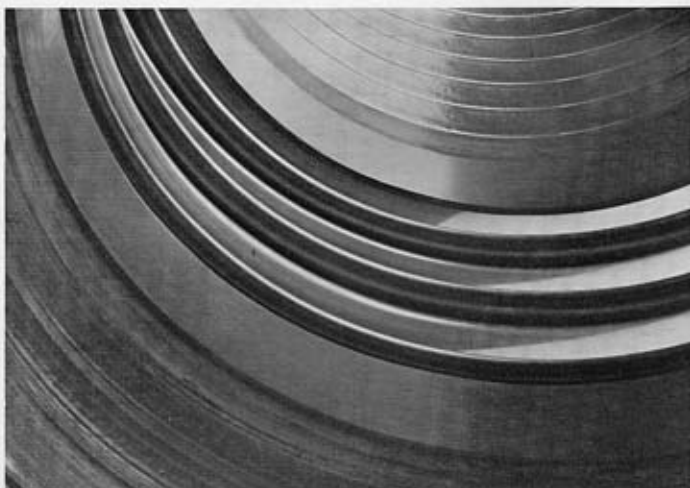


Abb. 18 Dreiwelliger Kompensator, Innenansicht

## 3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

c) Einbaumaß  $E_M$ 

$$E = 100 \text{ (NW 1000)}$$

$$\Delta t_1 = t_{w_{\max}} - t_{w_{\min}} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = t_{w_{\max}} - t_M = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E_M = \left( E - \frac{C}{2} + \frac{C \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1} \right) \cdot n$$

$$E_M = \left( 100 - \frac{60}{2} + \frac{60 \cdot 40}{50} \right) \cdot 1$$

$$E_M = 118 \text{ mm}$$

Abb. 19 Kompensator mit Spannschelle und Flansch

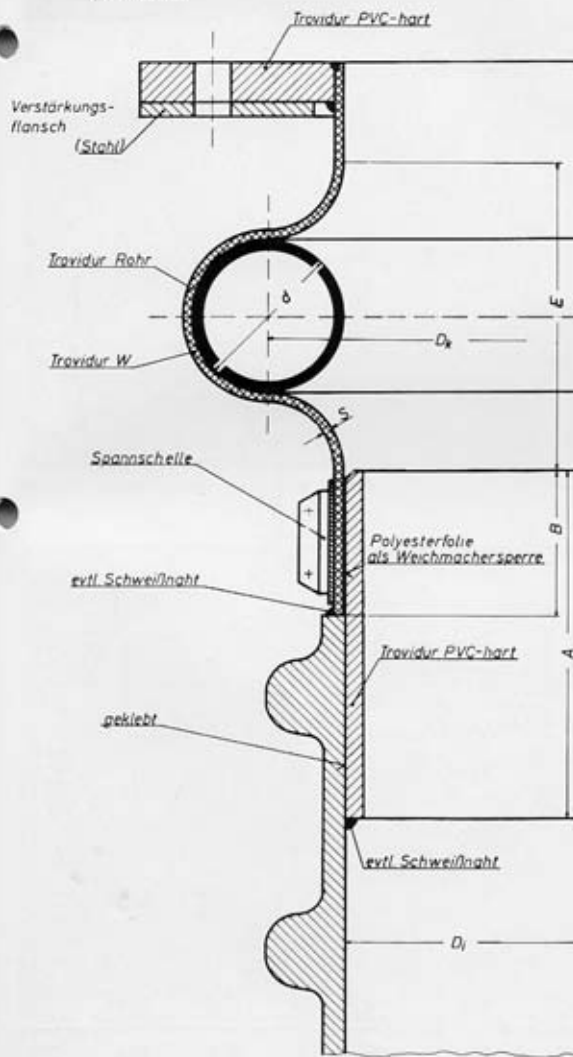
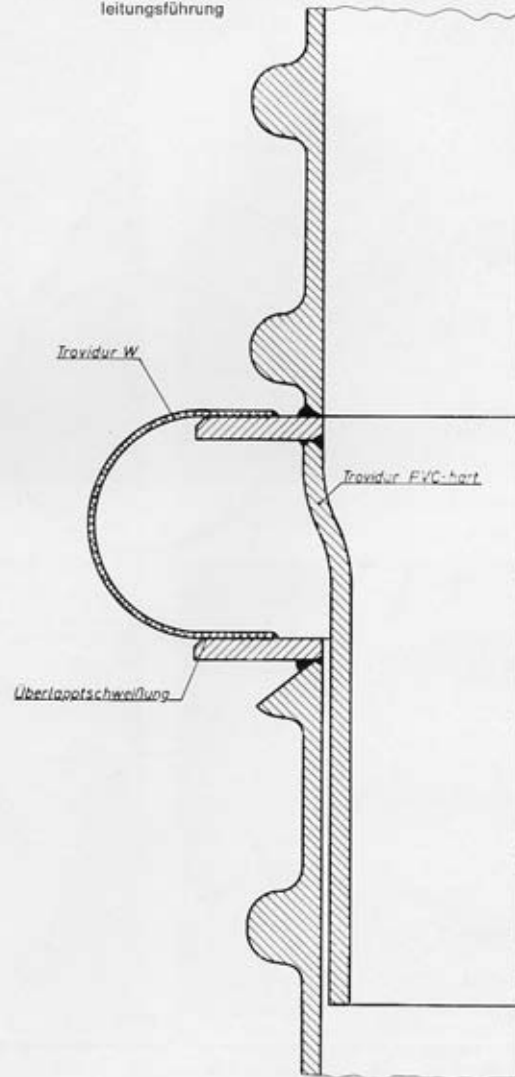


Abb. 20 Kompensator für vertikale Rohrleitungsführung



3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

3.5. Rohraullager

Abb. 21 und 22 zeigen ein Rohrlager, das in Richtung der Rohrachse gleitend angeordnet ist. Um eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Rohr und Rohrlager zu erreichen, die auch bei Temperaturschwankungen bestehen bleibt, kann der Lagerbügel mit dem Lagersattel federnd verschraubt werden. Eine solche Rohrlagerkonstruktion kann als wirksame Versteifung in die Außendruckberechnung (s. unter 2.1.) einbezogen werden.

Bei geringer Belastung durch Außendruck kann das Rohraullager so konstruiert werden, daß das Rohr in ihm schiebt.

Die Breite der Rohrlager richtet sich nach dem Durchmesser. Tabelle 6 gibt die Maße an.

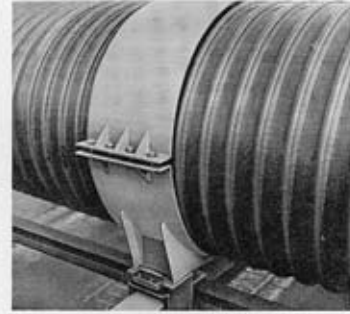


Abb. 22 Rohraullager eingebaut

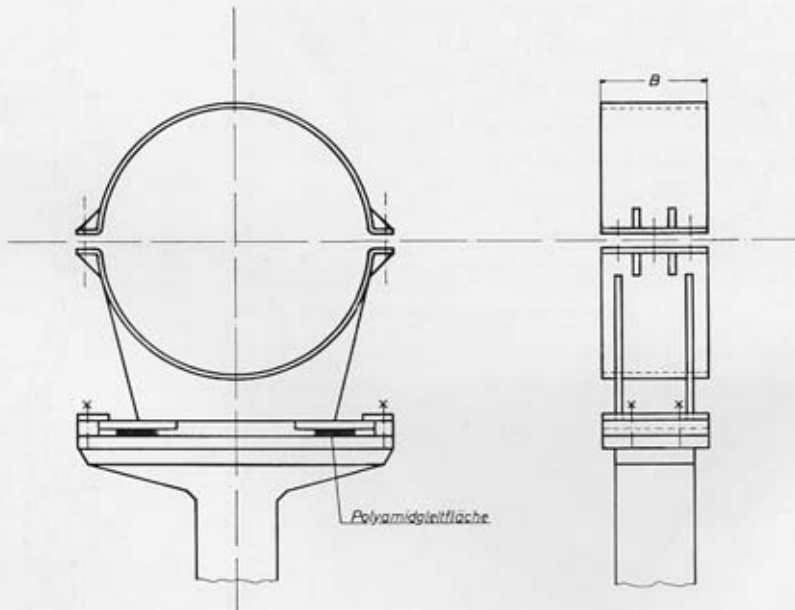


Abb. 21 Rohraullager

Tabelle 6

Rohrlagerbreite

NW	630	710	800	1000	1250	1400	1600	1800	2000	2200	2500	2700
B (mm)	270	270	270	370	370	370	470	470	570	570	670	670

3. Verarbeitung, Verlegung, Konstruktionen

3.6. Formstücke

Alle für Trovidur Spiralrohr-Leitungen erforderlichen Bauteile können in Schweißkonstruktionen hergestellt werden. Bei besonderer mechanischer Beanspruchung ist entweder der Schweißnahtbereich mit einer GFP-Bandage oder das gesamte Bauteil mit GFP zu verstärken.

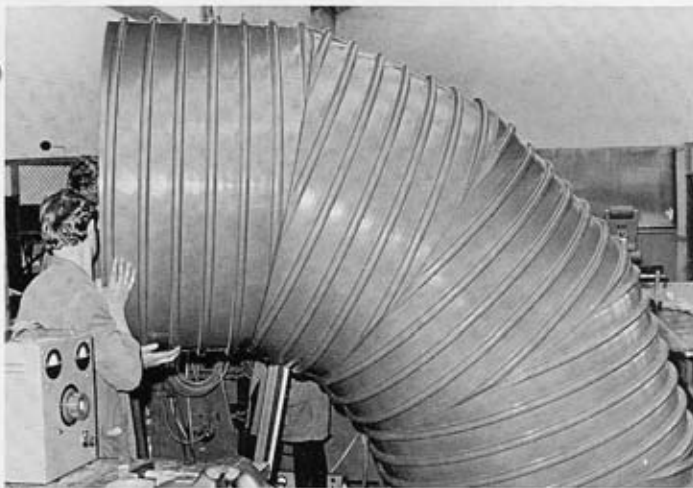


Abb. 23 Segmentbogen, geschweißt



Abb. 24 Segmentbogen, geschweißt mit GFP verstärkt

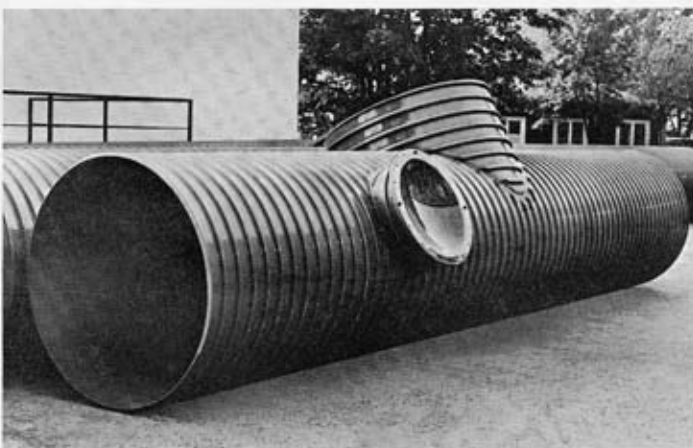


Abb. 25 Leitungsteil mit Abzweig und Mannloch-Stutzen, geschweißt



Abb. 26 Übergangsstück NW 1400/1250 aus Trovidur PVC hart Platten, geschweißt und mit GFP verstärkt

## 4. Chemische Beständigkeit

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Beständigkeitsdaten wurden an spannungsfreien Prüfkörpern aus Trovidur ermittelt. Aus diesen Werten kann nicht ohne Einschränkung auf das Verhalten von Fertigteilen geschlossen werden. Verarbeitung und Formgebung können in das Werkstück unkontrollierbare Spannungen einbauen. Es empfiehlt sich in speziellen Anwendungsfällen die Werkstoffprüfung durch praxisnahe Versuche zu prüfen, zumal bei technischen Chemikalien Verunreinigungen nicht auszuschließen sind und sehr oft Mischungen mehrerer Chemikalien vorliegen.

Angriffsmittel	Temperatur °C	Beurteilung
Abgase, fluorwasserstoffhaltig, kohlenoxidhaltig, kohlenwasserstoffhaltig, nitrosenhaltig, salzsäurehaltig, schwefeldioxidhaltig, schwefelsäurehaltig	60	+
—, schwefeltrioxidhaltig	20	○
Abwässer mit Spuren Phenol oder Butanol	20	+
—, jeder Art, auch stark saure, aber ohne organische Lösemittel	40	+
Acetaldehyd, wässrig, bis 40 %	40	○
Aceton, auch wässrig in Spuren	20	—
Alaune in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Aldehyde, 100 % (siehe aber Acet- u. Formaldehyd)	20	—
Aluminiumsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Ameisensäure, wässrig		
bis 50 %	40	+
100 %	20	+
100 %	60	—
Ammoniak, gasförmig		
trocken	60	+
feucht	40	+
—, verflüssigt	20	○
Ammoniakwasser, warm gesättigt	40	+
Ammonsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Anilin	20	—
Arsensäure, wässrig		
verdünnt	40	+
verdünnt	60	○
40 bis 80 %	40	+
40 bis 80 %	60	○
Äthyläther, 100 %	20	—
Äthylalkohol, wässrig		
jede Konzentration	40	+
96 %	60	○
—, vergällt (mit 2 % Toluol), 96 %	20	+
Benzin (reine aliphatische Kohlenwasserstoffe)	60	+
Benzin-Benzol-Gemische (Kraftstoffe)	20	○ bis —, je nach Mischungsverhältnis
Benzol und aromatische Kohlenwasserstoffe	20	—
Bier	60	+
Bleichlauge, 12,5 % wirksames Chlor	40	+
Bleisalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Brom, flüssig, 100 %	20	—
Bromdämpfe, geringe Konzentration	20	○
Bromsäure, verdünnt	20	+
Bromwasser, kalt gesättigt	40	○
Bromwasserstoffsäure, wässrig		
verdünnt	40	+
48 %	60	+
Buttersäure, wässrig		
20 %	20	+
—, konzentriert	20	—
Calciumsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+

Diese Beständigkeitstabelle unterscheidet

zwischen

beständig

bedingt beständig

unbeständig

= +

= ○

= —

Bei Angabe der Angriffsmittel-Konzentration bedeuten

„gesättigt“ bei 20 °C

„verdünnt“ im allgemeinen bis zu

10 Gew.-%

## 4. Chemische Beständigkeit

Angriffsmittel	Temperatur °C	Beurteilung
Chlor, gasförmig		
trocken	40	○
feucht	20	○
—, verflüssigt	20	—
Chlordioxid	20	+
Chlorkohlenwasserstoffe (außer Tetrachlorkohlenstoff)	20	—
Chlorsäure, wässrig		
bis 20 %	40	+
20 bis 50 %	20	+
Chlorsulfonsäure, 100 %	20	○
Chlorwasser, gesättigt	20	○
Chlorwasserstoff		
trocken	60	+
feucht	40	+
Chromschwefelsäure		
bis 50 %	20	+
höhere Konzentration	40	+
Diazosalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Düngesalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Eisensalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Essigsäure, wässrig		
verdünnt	40	+
25 bis 60 %	20	+
85 % und höher	40	○
Essigsäureanhydrid, 100 %	20	—
Essigester, 100 %	20	—
Fette	60	+
Flußsäure, wässrig		
40 %	20	+
70 %	20	+
Formaldehyd, wässrig		
verdünnt	40	+
verdünnt	60	○
Fotografische Bäder	40	+
Fruchtgetränke	40	+
Fruchtsäfte	40	+
Gerbstofflösungen	20	+
Glycerin	60	+
Harnstoff, wässrig		
bis 10 %	40	+
bis 10 %	60	○
Hefemilch, betriebsübliche Konzentration	40	+
Holländerleim, betriebsübliche Konzentration	60	+
Hydrosulfit, wässrig		
verdünnt	40	+
verdünnt	60	○
Jod, fest und alkalische Lösung	20	—
Kalilauge, wässrig		
verdünnt	40	+
50 bis 60 %	60	+
Kalisalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+

## Chemische Beständigkeit

Angriffsmittel	Temperatur °C	Beurteilung
Kaliumpermanganat, wäbrig		
bis 6 %	60	+
bis 18 %	40	+
Kieselfluorwasserstoffsäure, wäbrig, bis 32 %	60	+
Ketone	20	—
Kochsalz		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Königswasser	20	○
Kohlendioxid und Kohlenmonoxid	60	+
Kohlensäure, trocken, 100 %	60	+
—, feucht, jede Konzentration	40	+
—, wäbrig, unter 8 atü, gesättigt	20	+
Kresol, wäbrig, bis 90 %	40	○
Kupfersalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Leimbrühen (Gelatine)	40	+
Leitungswasser	40	+
Leuchtgas, benzolfrei	20	+
Magnesiumsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Melasse, Gebrauchs-Konzentration	40	+
Methylalkohol, jede Konzentration	40	+
Milchsäure, wäbrig, verdünnt	40	+
Mineralöle, aromatenfrei	60	+
Mischsäure HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> O		
20/15/65	50	+
20/60/20	20	+
33/50/17	30	+
49/48/3	20	○
86/11/3	20	○
Natronlauge, wäbrig		
bis 40 %	40	+
50 bis 60 %	60	+
Natriumsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	○
Nickelsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Nitroglycerin	20	○
Nitroglykol	20	—
Nitroverbindungen, aromatische (auch Spuren)	20	—
Öle, handelsüblich	60	+
Ölsäure, Gebrauchs-Konzentration	60	+
Oleum, 10 %	20	—
Oleumdämpfe, Spuren	20	+
Oxalsäure, wäbrig		
verdünnt	40	+
gesättigt	60	+
Ozon, 100 %	20	+
Phenol, wäbrig, bis 90 %	40	○
Phosgen, flüssig, 100 %	20	—
—, gasförmig, 100 %	20	+
Phosphorsäure, wäbrig		
bis 30 %	40	+
über 30 %	60	+
Phosphortrichlorid, 100 %	20	—
Phosphorwasserstoff, 100 %	20	+
Propan, flüssig und gasförmig, 100 %	20	+
Pyridin, jede Konzentration	20	—



## 4. Chemische Beständigkeit

Angriffsmittel	Temperatur °C	Beurteilung
Quecksilber	60	+
Röstgase, trocken, jede Konzentration	60	+
Salicylsäure, 2,5 g/l	40	+
Salpetersäure, wäßrig		
verdünnt	60	+
30 bis 50 %	40	+
50 bis 65 %	20	+
98 %	20	—
Salzsäure, wäßrig		
verdünnt	40	+
über 30 %	60	+
Sauerstoff, jede Konzentration	60	+
Schwefeldioxid, trocken, jede Konzentration	60	+
—, feucht, jede Konzentration	40	+
—, wäßrig, unter 8 atü, gesättigt	20	+
Schwefelkohlenstoff, 100 %	20	○
Schwefelsäure, wäßrig		
bis 40 %	40	+
bis 40 %	60	○
40 bis 80 %	60	+
80 bis 90 %	40	+
96 %	40	+
96 %	60	○
—, rauchende	60	○
Schwefelwasserstoff, trocken	60	+
—, wäßrig, warm gesättigt	40	+
Seewasser	40	+
Seifenlösung, wäßrig, konzentriert	20	+
Spinnbäder mit Schwefelkohlenstoffgehalt		
bis 100 mg/l	40	+
bis 200 mg/l	40	○
bis 700 mg/l	40	—
Stearinsäure, 100 %	60	+
Stickoxide, feucht und trocken, verdünnt	60	○
Südweine	20	+
Tetrachlorkohlenstoff, technisch, 100 %	20	○
Thionylchlorid, konzentriert	20	—
Toluol, 100 %	20	—
Überchlorsäure, wäßrig		
verdünnt	40	+
gesättigt	60	+
Viskose-Spinnlösungen	60	+
Wasser	40	+
Wasser	60	○
Wasserstoff, 100 %	60	+
Wasserstoffperoxid, wäßrig, bis 20 %	40	+
Weine, weiß und rot	20	+**
Zinksalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	+
Zinnsalze		
in verdünnten Lösungen	40	+
in gesättigten Lösungen	60	○
Zitronensäure, wäßrig		
verdünnt	40	+
gesättigt	60	+

\* Bei Südweinen Geschmacksbeeinflussung möglich

\*\* aber Geschmacksänderungen bei Dauerlagerung möglich

5. Lieferformen

5.1. Trovidur-Spiralrohr

NW	Profil	D <sub>i</sub> mm	s mm	h mm	l mm	a mm	G kg/m
500	L 1	488	4,0	18,0	100	70	14,6
500	L 2	488	5,0	20,0	105	75	17,6
500	K 1	488	6,0	22,5	95	60	22,9
630	L 1	613	4,0	18,0	100	70	18,4
630	L 2	613	5,0	20,0	105	75	22,2
630	K 1	613	6,0	22,5	95	60	28,8
710	L 1	710	4,0	18,0	100	70	21,6
710	L 2	710	5,0	20,0	105	75	25,7
710	K 1	710	6,0	22,5	95	60	33,3
800	L 1	778	4,0	18,0	100	70	24,0
800	L 2	778	5,0	20,0	105	75	28,2
800	K 1	778	6,0	22,5	95	60	36,5
1000	K 1	1004	6,0	22,5	95	60	47,0
1000	K 2	1004	7,2	29,5	102	53	62,2
1000	K 3	1004	9,5	38,0	125	66	82,0
1250	K 1	1242	6,0	22,5	95	60	59,0
1250	K 2	1242	7,2	29,5	102	53	78,0
1250	K 3	1242	9,5	38,0	125	66	108,0
1400	K 1	1390	6,0	22,5	95	60	66,2
1400	K 2	1390	7,2	29,5	102	53	87,5
1400	K 3	1390	9,5	38,0	125	66	121,0
1600	K 2	1590	7,2	29,5	102	53	100,0
1600	K 3	1590	9,5	38,0	125	66	138,0
1600	K 4	1590	12,3	49,2	153	75	178,0
1800	K 2	1790	7,2	29,5	102	53	113,0
1800	K 3	1790	9,5	38,0	125	66	156,0
1800	K 4	1790	12,3	49,2	153	75	200,0
2000	K 2	1990	7,2	29,5	102	53	126,0
2000	K 3	1990	9,5	38,0	125	66	174,0
2000	K 4	1990	12,3	49,2	153	75	222,0
2200	K 2	2190	7,2	29,5	102	53	138,0
2200	K 3	2190	9,5	38,0	125	66	191,0
2200	K 4	2190	12,3	49,2	153	75	244,0
2500	K 3	2488	9,5	38,0	125	66	216,0
2500	K 4	2488	12,3	49,2	153	75	278,0
2700	K 3	2690	9,5	38,0	125	66	233,0
2700	K 4	2690	12,3	49,2	153	75	300,0

Antistatische Sonderqualität auf Anfrage

**Einfärbung:**

Standardfarbe Grau RAL 7011  
Sonderanfertigung in  
Hellgrau RAL 7001 oder Weiß  
auf Anfrage

**Lieferlängen:**

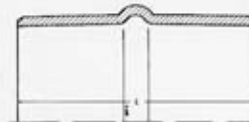
bis einschl. NW 1000  
Standardlänge 5 m  
auf Anfrage  
max. Länge 12 m  
min. Länge 1 m  
von NW 1250 bis 2700  
max. Länge 12 m  
min. Länge 3 m

**Toleranzen:**

- 1) Innendurchmesser (D<sub>i</sub>)  
- 0  
+ 4,0 mm
- 2) Steghöhe (h)  
- 0,4  
+ 2,5 mm
- 3) Lieferlänge  
- 0  
+ 20,0 mm
- 4) Schnittwinkligkeit  
praktisch rechtwinklig

5.2. Vorgefertigte Kupplungsringe

lieferbar für NW 630, 710, 800, 1000;  
NW 500 auf Anfrage



L = ca. 240 mm

Die Beschreibungen verschiedener Arbeitstechniken geben nur einen Überblick. Sie vermitteln nicht die eigentlichen handwerklichen Kenntnisse und Fertigkeiten. Dafür empfehlen wir unsere Lehrgänge zur Verarbeitung thermoplastischer Werkstoffe. Für Ihre Fragen stehen Ihnen die Ingenieure des Trovidur Beratungsdienstes gern zur Verfügung.

Die Informationen und Richtwerte dieses Prospektes enthalten unsere Erfahrungen und wurden mit Hilfe aller erreichbaren Unterlagen erarbeitet. Sie können deshalb als im hohen Maße anwendbar bezeichnet werden, ohne für jeden Fall der Anwendung verbindlich zu sein.

Dynamit Nobel Aktiengesellschaft  
Geschäftsbereich Industrielle Halbzeuge  
Verkauf TROVIDUR  
521 Troisdorf  
Telefon (0 22 41) 1 51  
Telex 8 89 662